

Dipartimento
di Economia e Management

Cattedra Economia Industriale

Gli effetti della regolamentazione europea sugli *standard* di emissione
per le auto di nuova immatricolazione sull'industria automobilistica:
presupposti teorici e analisi dei risultati.

Ch.mo Prof. Ernesto Cassetta

RELATORE

Alessandro Vacca matr. 209871

CANDIDATO

Anno Accademico 2018/2019

Indice:

Introduzione	4
1. Le Esternalità e il settore dei trasporti	Errore. Il segnalibro non è definito.
Il settore dei trasporti	Errore. Il segnalibro non è definito.
Definizione del fenomeno	6
Possibili correzioni alle esternalità: soluzioni private	10
Il teorema di Coase	10
Le fusioni	11
Possibili correzioni alle esternalità: le soluzioni pubbliche	12
Imposte à la Pigou	13
Imposte sulle emissioni	14
Il sistema di cap-and-trade	14
I sussidi	16
La regolamentazione per standard	16
Panoramica sugli external costs of transport	18
2. Panoramica dell'industria automobilistica in Europa	23
I <i>mobility trends</i> che stanno cambiando il settore automobilistico	27
Automazione	27
Connettività	29
Mobilità condivisa (<i>Mobility-as-service</i>)	30
Decarbonizzazione	31
La regolamentazione europea per la riduzione delle emissioni medie di CO2 delle automobili	32
Gli obiettivi di emissione	33
Penalità per eccesso di emissioni	34
Eco-innovazioni	37
Supercrediti	38
<i>Pool</i> di produttori	39

Deroghe ed esenzioni.....	40
Altri incentivi dei singoli stati per l'acquisto di automobili a basse emissioni	42
Il problema del <i>rebound effect</i>	42
3. Il mercato europeo e <i>trend</i> di controbilanciare l'efficientamento tecnologico.....	44
Maggiori dimensioni e maggior peso.....	44
Maggior potenza e maggiori profitti	46
Quanto influisce il declino del diesel?	48
Il problema della flessibilità dei test NEDC	51
Modelli di auto e test NEDC	52
Implicazioni per gli stakeholders.....	53
L'introduzione del WLTP	55
L'elettrificazione	55
L'automobile elettrica.....	56
5. Verso una mobilità a zero emissioni: a che punto è l'Europa?	60
Quali strategie stanno adottando le imprese in vista del target 2020/21?	62
Proiezioni e conformità con i target 2020/21	65
4. Conclusioni: l'impatto della regolamentazione europea sull'industria automobilistica.....	68
Bibliografia	75

Introduzione

Il 28 novembre 2018 la Commissione Europea ha presentato la sua visione strategica di lungo periodo il cui obiettivo è un'economia prospera, moderna, competitiva e neutrale dal punto di vista climatico entro il 2050 (*net-zero 2050*). Negli ultimi anni, l'UE sta riducendo le emissioni di gas serra in maniera rilevante (-21,7% nel periodo 1990-2017); tuttavia, questa tendenza ha subito un'inversione nel periodo compreso tra il 2016 e il 2017 (+0,6%).

Secondo gli Stati membri, la causa principale è da imputarsi al maggior consumo di combustibili fossili nel trasporto su strada, a cui le autovetture private hanno contribuito per circa il 61%. (EEA, 2018)

Nel 2018, all'interno dell'Unione Europea le automobili hanno coperto il 71% dell'intera attività di trasporto di passeggeri (p/km) e sono state responsabili di circa il 12% delle emissioni di diossido di carbonio (CO₂), ritenuto la principale minaccia per la stabilità del clima. (European Commission, 2019)

Inoltre, secondo il report di EEA, a partire dal 2017 si è registrata una crescita delle emissioni medie di CO₂ per le auto di nuova immatricolazione. (EEA, 2019)

Per questi motivi, riteniamo che sia necessario moderare l'impatto ambientale della mobilità, in particolare di quella privata tramite autovettura.

Già dal 2009, la legislazione dell'Unione Europea ha introdotto obiettivi di riduzione di emissioni obbligatori per le nuove auto. Tali restrizioni hanno colpito l'industria automobilistica, considerata strategica all'interno dell'Unione, sia perché costituisce una grande fonte di lavoro (13,8 milioni di persone), sia perché genera oltre il 7% del PIL europeo. (ACEA, 2019)

L'intento di questa tesi è quello di comprendere le modalità con cui la regolamentazione europea sta cercando di mitigare l'impatto climatico delle autovetture e quali strategie stanno adottando le case automobilistiche.

Nel primo capitolo, si darà una panoramica generale del fenomeno delle esternalità, delle sue possibili correzioni e dei principali costi esterni derivanti dal settore dei trasporti. L'analisi è necessaria per la comprensione delle maggiori criticità nella loro gestione, soprattutto quando

si è in presenza di problemi globali. Dopo aver focalizzato l'attenzione sulle auto per il trasporto passeggeri -considerata la principale fonte di esternalità per categorie di trasporto-, si esaminerà l'industria automobilistica europea, rimarcandone la sua importanza economico-sociale all'interno dell'Unione. Successivamente, verranno presentate alcune tendenze future che sono destinate a cambiare gli spostamenti su strada (tra cui l'elettrificazione). A questo punto, verranno spiegate le misure che l'Unione Europea ha messo in atto al fine di favorire una riduzione delle emissioni di CO₂ per le auto di nuova immatricolazione, dopodiché si confronteranno gli obiettivi prestabiliti e con i risultati ottenuti. Data la sostanziale mancanza di progressi, almeno finora, si analizzeranno alcune delle cause che hanno rallentato tale processo, e altre che, invece, lo hanno favorito. Dopo aver preso in esame le strategie di avvicinamento al *target 2020/2021* per i primi 5 gruppi automobilistici europei, valuteremo alcune proiezioni riguardo al raggiungimento del loro obiettivo.

Nell'ultimo capitolo si darà una sintesi sull'impatto della regolamentazione europea sui produttori e si considereranno alcune implicazioni economico-sociali di una transizione verso una mobilità elettrica.

1. Le esternalità e il settore dei trasporti

L'Unione Europea ha istituito un mercato interno, senza frontiere, “nel quale è assicurata la libera circolazione delle merci, delle persone, dei servizi e dei capitali” (art. 26 TFUE).

In tale contesto, i trasporti costituiscono un settore strategico. Essi incidono direttamente sulla vita quotidiana di tutti i cittadini dell'Unione Europea e permettono il flusso di merci che giunge ai consumatori da oltre 11 milioni di produttori e fabbricanti dell'UE.

Nel 2016, i servizi di trasporto hanno realizzato il 5% del valore aggiunto lordo europeo ed hanno garantito un posto di lavoro a circa 11 milioni di persone (5,2% di tutti i posti di lavoro). Tuttavia, i trasporti generano costi sociali ed economici, che prendono il nome di esternalità negative. Nel 2019, si è stimato che queste ammontassero al 6,6% del GDP degli stati membri.

Nei prossimi paragrafi si darà una panoramica del fenomeno: prima in termini generali, poi analizzandone le specificità nel settore in analisi.

1.1. Definizione del fenomeno di esternalità

Si è in presenza di esternalità quando l'attività di un soggetto economico influisce sul benessere di un altro direttamente, ossia non mediante variazioni di prezzo (Rosen, 2002). In tale circostanza, alcuni costi (o benefici), legati alle decisioni dei singoli agenti, non sono incorporati nei meccanismi di domanda e offerta di mercato. Tale situazione crea un fallimento di mercato, ovvero una condizione in cui l'allocatione di beni e servizi non è Pareto-efficiente¹. L'esternalità è rappresentata dunque dall'effetto negativo (o positivo), scaturito dall'azione di un soggetto, sulla sfera giuridico-patrimoniale di uno o più individui terzi privi di alcun ruolo decisionale.

¹ L'efficienza paretiana (o ottimo paretiano) si verifica quando l'allocatione di risorse non consente di migliorare la situazione di un soggetto senza peggiorare quella di un altro.

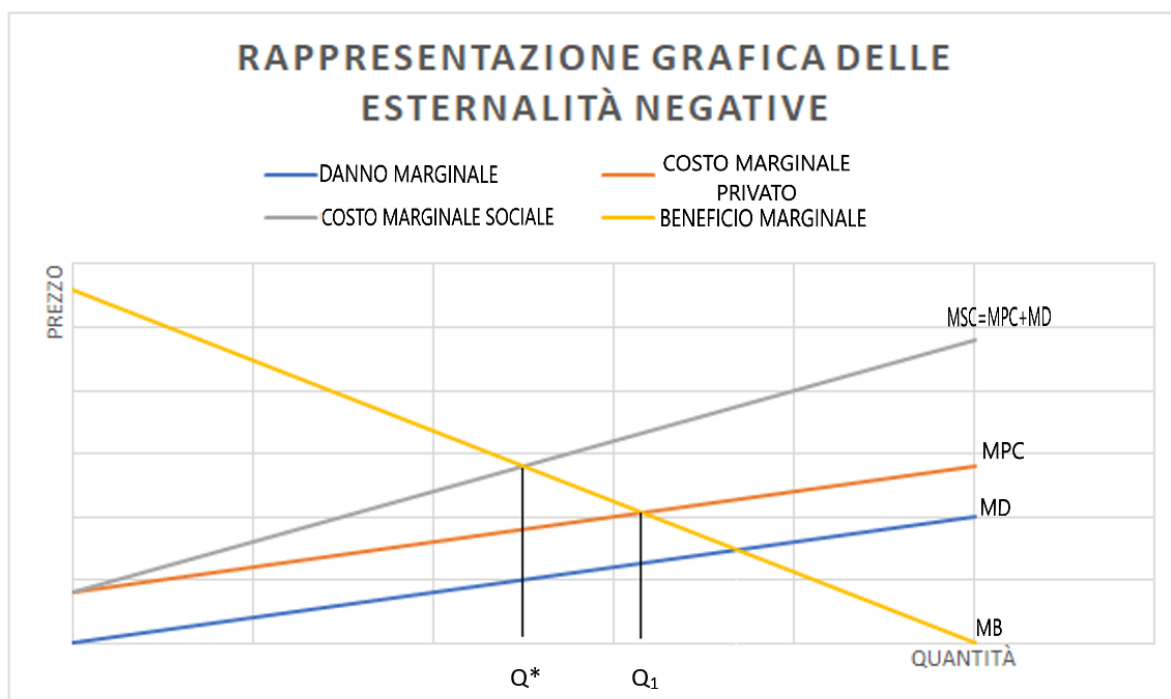
Fintantoché qualcuno detiene la proprietà di una risorsa, il prezzo ne riflette il valore e questa viene impiegata in maniera efficiente. Viceversa, se non esiste un tale diritto, ogni agente - *homo oeconomicus*²- tenderà a massimizzare la propria utilità, indipendentemente dalle conseguenze che ne derivano. Le esternalità possono essere generate sia dal produttore, che dal consumatore. Il risultato è una produzione (Q_1) superiore (esternalità negativa), o inferiore (esternalità positiva), alla quantità sociale ottima (Q^*), con una perdita di utilità complessiva (*deadweight-loss*).

La natura delle esternalità può essere di diverso tipo: fisica (es. rumore, calore, radiazioni), chimica (es. metalli pesanti), ecologica (es. emissioni di CO_2), di rete (es. congestione stradale) e socio/politica (es. effetto della modifica di una legge).

Si prenda da esempio il caso della costruzione di un sistema di produzione di energia elettrica. Generalmente, le turbine eoliche non sono posizionate casualmente, ma sono costruite principalmente negli spazi rurali in cui i terreni hanno un prezzo più contenuto. Un imprenditore, a parità di prezzo, è indifferente sul posizionamento di tale impianto; tuttavia, nel caso in cui i due luoghi fossero uno relativamente vicino ad una abitazione e uno totalmente isolato, allora le due opzioni non sarebbero indifferenti. Nel primo caso, infatti, il proprietario dell'abitazione potrebbe uscirne danneggiato, mentre ciò non avverrebbe nel secondo. Le pale eoliche creano una variazione paesaggistica e generano inquinamento acustico, a danno della costruzione preesistente. Secondo uno studio condotto utilizzando i prezzi del mercato immobiliare olandese, nel periodo 1985-2011 il valore di una casa che si trovava nel raggio di 2km di distanza da una turbina eolica è sceso tra lo 0,7% e il 3,1%. La situazione appena descritta indica la presenza di un'esternalità negativa. Infatti, un imprenditore, nel valutare i costi e ricavi dell'investimento, non considera quelli che un individuo avente proprietà vicina dovrebbe sopportare. In questo caso, infatti, quest'ultimo subisce una perdita di valore (quindi di utilità). In un'ottica di libero mercato, nella situazione in cui i danni marginali di un soggetto terzo non siano inglobati nella curva di costo dell'agente (l'imprenditore), si potrà creare un equilibrio insufficiente, per cui la condizione

² Il concetto di *homo oeconomicus* è fondamentale nella teoria economica neoclassica ed è l'agente che incarna le caratteristiche di razionalità e interesse esclusivo dei propri interessi individuali.

del primo potrebbe essere migliorata modificando la localizzazione dell'impianto. Pertanto, in un mercato in cui sono presenti esternalità non vi sarà efficienza allocativa, ovvero il rapporto fra i prezzi dei beni non sarà uguale a quello dei loro costi marginali: $\frac{MC_1}{MC_2} \neq \frac{p_1}{p_2}$ ³, in quanto questi ultimi non includono i danni sociali.



Ad ogni modo, bisogna considerare che, in genere, i danni causati dalle esternalità non sono pagati da chi li produce, poiché spesso è difficile risalire alla fonte, oppure perché il comportamento non è vietato per legge.

Di recente, Yoshiaki Harada, ministro all'ambiente giapponese, ha affermato⁴ che i milioni di tonnellate di acqua radioattiva stoccate, ad opera della società Tepco, nella centrale nucleare di Fukushima, a seguito del disastro del 2011, dovrebbero essere rigettate in mare, così da essere diluite. In questo modo, la mancanza di spazio per l'immagazzinamento dell'acqua che, secondo le stime, si esaurirà nel 2022, non costituirebbe più un problema. Tale intenzione è stata appoggiata pubblicamente anche dal presidente dell'Autorità giapponese per il nucleare,

³ MC1 ed MC2 sono, rispettivamente, i costi di realizzazione di un impianto eolico in un terreno isolato ed uno in prossimità di un'abitazione, p1 e p2 i prezzi corrispondenti.

⁴https://www.repubblica.it/esteri/2019/09/10/news/giappone_acqua_radioattiva_fukushima_oceano_pacifico-235637237/

Toyoshi Fuketa. Egli, infatti, ritiene che questa sia scelta più ragionevole e sicura, dal momento che a rendere tossica l'acqua è il trizio, un radionuclide relativamente poco attivo che essendo un isotopo dell'idrogeno è indistinguibile da quello già presente nelle molecole d'acqua. Tuttavia, c'è chi potrebbe obiettare che, dato che la quantità totale di acqua contaminata è di oltre un milione di tonnellate, la diluizione, se non eseguita correttamente, potrebbe comunque avere ripercussioni su alcune specie animali, tra cui l'uomo. Infatti, "Anzitutto si verifica un processo di magnificazione biologica lungo la catena alimentare, per il quale la radioattività si accumula negli organismi. Prendendo in esame p. es. l'ecosistema di un fiume, le cui acque entrano in contatto con la radioattività di una centrale, e partendo dalla base trofica, semplicisticamente si può pensare che ogni alga unicellulare accumuli 1 dose di radiazioni; un gamberetto che mangia n alghe accumulerà una dose n volte radioattiva; un pesce che mangia m gamberetti accumulerà una dose $n \times m$ volte radioattiva e così via fino a raggiungere concentrazioni di milioni di volte quella di fondo negli animali all'apice della piramide (p. es. l'uomo)." (Guerriero, 2018)

In ogni caso, nel 2013 una *task-force* esaminò cinque possibili soluzioni al problema. Si arrivò alla conclusione che il riversamento diretto dell'acqua triziata nell'oceano costituisse il male minore e che il rischio di contaminazione per l'uomo è quasi nullo, sia per la sua diluizione sia per il bassissimo livello di radioattività del contaminante⁵.

In casi come quello appena descritto:

1. Sarebbe pressoché impossibile verificare il rapporto di causa-effetto di un danno a un terzo, anche se minimo.
2. Impedire un'azione che ha l'appoggio del governo, quindi perfettamente legale.

Ipotizziamo, come esempio, che i pesci ingeriscano l'acqua radioattiva sversata in mare (verosimilmente lontano dalla costa) e decidano di restare in acque giapponesi. Qui, alcuni

⁵ La soglia di sicurezza più restrittiva al mondo per il trizio disciolto in acqua è quella dell'Unione Europea e vale 100 Bq/l. L'acqua di Fukushima è sul milione di Bq/l. Per rientrare nel limite dovrebbe quindi essere diluita in 10^{13} litri d'acqua. Il Pacifico ne ha oltre 10^{20} , pertanto il rilascio nell'oceano dovrebbe avere un rischio minimo o nullo per la salute, se fatto in modo opportuno.

pescatori potrebbero catturarli per poi surgelarli e venderli in altri paesi -cosa poco probabile perché in Giappone l'export ittico è 8 volte inferiore all'import (FAO, 2016) -. A questo punto, come potrebbe un povero cliente abituale di un ristorante messicano chiedere un risarcimento alla più grande compagnia elettrica del Giappone?

In casi come questo, anche se ci fossero diritti ben stabiliti (come il diritto alla salute), come si potrebbe risalire ad una multinazionale giapponese, che, in più, opera in un settore non alimentare? E come si potrebbe dimostrare che da quest'ultima derivi la piccola patologia di un cittadino messicano che non ha voglia di cucinare?

Prima di iniziare la trattazione delle possibili soluzioni alle esternalità, è bene tenere a mente che problemi globali, come quello appena descritto, sono difficili da affrontare perché coinvolgono attori, apparentemente dissociati, lontani nello spazio e nel tempo. Allo stesso modo, si configura il *climate change*, generato principalmente, secondo l'opinione comune, dalle emissioni di CO₂.

1.2. Possibili correzioni alle esternalità: soluzioni private

Al fine di risolvere le esternalità, la prima soluzione potrebbe essere quella di correggere autonomamente, in maniera privata, le inefficienze allocative.

Nei prossimi due paragrafi, considereremo il caso in cui ci si trovi in una condizione in cui sono presenti pochi agenti e che le fonti delle esternalità e i diritti in capo a ognuno siano ben definibili.

1.2.1. Il teorema di Coase

In precedenza, abbiamo sostenuto che all'origine delle esternalità ci fosse una mancata assegnazione dei diritti di proprietà. Il teorema di Coase sostiene la superiorità della contrattazione privata tra soggetti economici, piuttosto che un intervento pubblico dello Stato.

In una regolazione dell'uso incompatibile proprietà vicine, quando i diritti di proprietà sono ben definiti e non esistano costi transattivi -in un'ottica puramente economica- la distinzione tra danneggiato e danneggiante non è rilevante. Entrambi gli individui possono, infatti, operare al fine di eliminare l'esternalità. La proposizione dell'invarianza di Coase afferma che si consegue sempre lo stesso esito (di produzione o consumo), indipendentemente dal ruolo dalle parti; al contrario, quest'ultimo cambia la ripartizione dei profitti, che scaturisce dall'assegnazione iniziale dei diritti (varianza distributiva). Infatti, secondo l'economista, "Poiché in assenza di costi transattivi gli scambi di mercato sono efficienti, l'intervento pubblico dovrebbe limitarsi a definire i diritti di proprietà". Tuttavia, "Poiché in presenza di costi transattivi gli scambi di mercato sono inefficienti, la definizione dei diritti di proprietà non basta e l'intervento pubblico nei mercati è giustificato" (Coase, 1960). Nonostante la portata rivoluzionaria del teorema di Coase, che gli valse il premio Nobel, bisogna considerare che questo poggia le sue basi su due assunzioni molto forti, che ne limita fortemente la possibile applicazione in problemi più complessi. Innanzitutto, i costi di transazione non devono essere tali da scoraggiare le parti. Tornando all'esempio fatto in precedenza, sarebbe difficile immaginare che il povero cittadino messicano, anche una volta individuate le cause dei suoi disturbi, possa contrattare con una multinazionale individualmente e ad un costo ragionevole. In secondo luogo, il teorema presuppone che i proprietari delle risorse possano identificare i danni e prevenirli legalmente. Adesso immaginiamo che l'uovo da cui è nato pesce pescato in Giappone si sia schiuso e contaminato nel Mar Bianco, precisamente vicino Ninoska⁶. A questo punto: che colpa avrebbe la Tepco? Probabilmente nessuna.

1.2.2. Le fusioni

Un secondo approccio per affrontare le esternalità senza l'intervento statale consiste nell'internalizzarle, facendo in modo che la figura del danneggiato e del danneggiante coincidano. In questa maniera, l'equazione economica include il danno marginale sociale. Di

⁶ <https://www.nytimes.com/2019/08/10/world/europe/russia-explosion-radiation.html>

fatto, si avrebbe un'unica funzione di utilità, somma delle due individuali, che conduce ad un'allocazione ottima delle risorse.

Tuttavia, anche in questo caso, sarebbe difficile immaginare uno scenario che includa molti individui. Per questo motivo, riteniamo che problemi come quelli delle emissioni di CO2 debbano essere affrontati con un intervento delle autorità.

1.3. Possibili correzioni alle esternalità: le soluzioni pubbliche

Dall'analisi precedente si evince che le soluzioni private non possono avere facilmente una soluzione efficiente, qualora mirino a risolvere dei tipi di esternalità che coinvolgono una grande quantità di soggetti. Una delle possibili cause è che, spesso, alcuni comportamenti che le generano non sono considerati vietati per legge: prendiamo il caso del *climate change*.

Molte persone usano l'auto per andare al lavoro o per andare a fare la spesa perché non hanno alcun altro modo per poterlo fare con la stessa comodità. Il traffico di automobili, come vedremo, oltre al rischio di incidenti e all'inquinamento acustico, genera CO2, che contribuisce all'effetto serra. Volendo risparmiare discorsi circa le giustificazioni per emettere CO2 nell'aria in caso di un qualche vantaggio, si può pensare il caso in cui guidare non generi alcun tipo di utilità reale. Ad esempio, la domenica pomeriggio, per un cittadino tedesco⁷ è perfettamente legale uscire in giro con la propria auto sportiva a benzina, anche se inefficiente, per divertimento. Non c'è nessuno che glielo possa vietare. Nonostante ciò, la sua guida non serve a curare la sua depressione, o a calmare i suoi impulsi negativi: tutto il beneficio consiste nel piacere di sentire il rombo del motore della sua supercar, la potenza dei cavalli su un rettilineo di autostrada e il vento in faccia.

Il nostro individuo dovrebbe avere un obbligo morale a non guidare per non contribuire, a danno di tutti, ai cambiamenti climatici? Se ha a cuore il problema, probabilmente sì. In caso

⁷ Le emissioni medie di auto tedesche di nuova immatricolazione sono le terze in UE, dopo Estonia e Lussemburgo. Cfr. <https://www.acea.be/statistics/article/new-car-co2-emissions>
<https://www.statista.com/outlook/1000000/137/passenger-cars/germany>
<https://www.statista.com/outlook/1000000/134/passenger-cars/estonia#market-volume>

contrario, no. Ad ogni modo, le culture e gli interessi economico-sociali⁸ sono così diversi da non dare la possibilità di fornire giudizi di merito. In una visione utilitaristica, la Cina, ad esempio, potrebbe beneficiare dello scioglimento dei ghiacciai conseguente al riscaldamento del clima. Grazie ad esso, infatti, avrebbe l'opportunità introdurre le cosiddette "vie della seta polare", ovvero nuove rotte di trasporto marino, che, potenzialmente, le permetterebbero di avere un collegamento con l'Europa più breve del 40%, favorendone gli scambi.

Per questi motivi, riteniamo che sia necessario focalizzarci sui possibili interventi regolatori pubblici. Di seguito, ne analizzeremo alcuni.

1.3.1. Imposte à la Pigou

Nel 1920, Arthur Cecil Pigou propose di imporre una tassa statale per correggere le esternalità negative della produzione. La cosiddetta *Pigouvian Tax* grava su ogni unità di output fabbricato. In questo modo, il produttore internalizza il danno sociale generato, sommandolo al proprio costo privato. Anche in questo caso, ciò dovrebbe condurre ad una produzione ottimale che tenga conto del costo sociale della stessa. Tuttavia, trovare il giusto ammontare dell'imposta non è semplice; inoltre si presuppone di conoscere con certezza chi genera l'esternalità e in quale misura. Supponiamo che un certo tipo di automobile emetta scarichi nocivi. In teoria, un'imposta al guidatore che sia commisurata ai chilometri percorsi aumenta l'efficienza dell'intervento, ma potrebbe comportare costi di gestione proibitivi. In alternativa, lo Stato potrebbe tassare questo tipo di auto con un'imposta sulle vendite, anche se l'esternalità non è legata alla proprietà del mezzo, ma al suo utilizzo. In questa situazione, non sarebbe raggiunta la massima efficienza possibile, ma il miglioramento potrebbe essere considerevole rispetto alla situazione non regolamentata.

⁸ Cfr. <https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/05/16/artico-usa-critici-su-mire-espansionistiche-della-cina-nuove-rotte-marittime-gas-e-petrolio-tutti-gli-interessi-di-pechino/5184527/>

1.3.2. Imposte sulle emissioni

Il funzionamento delle imposte sulle emissioni è simile a quello della *pigouvian tax* con la differenza che, in questo caso, viene fatta pagare un'imposta su ogni unità di sostanza inquinante. In questa condizione, un imprenditore continuerà ad inquinare fin quando il beneficio marginale di un'unità emessa non sarà superiore al costo marginale della stessa. Il vantaggio di un'imposta sulle emissioni è che consente di ottenere la riduzione delle emissioni al minor costo possibile. Nel caso in cui siano presenti più soggetti, la variazione di output di ognuno sarà uguale solo nel caso in cui le loro curve di costo marginale siano uguali. In questo modo, resteranno sul mercato solo coloro i quali inquineranno di meno, eliminando i produttori inefficienti. Per i motivi appena descritti, l'economista William Nordhaus sostiene che questa sia la miglior alternativa di policy per affrontare il problema del *climate change*. In particolare, egli sostiene che sia necessaria l'incorporazione di una *carbon-tax* nel prezzo di ogni prodotto venduto, in maniera da poter indirizzare i consumatori verso i prodotti a minor impatto ambientale. Tuttavia, l'introduzione di policy restrittiva sul clima che imponga un *carbon pricing* comporta il rischio di *carbon-leakage*. Tale fenomeno avviene ogni qualvolta c'è un aumento di emissioni di CO₂ in un paese come conseguenza di una riduzione in un altro, per motivi di regolazione ambientale. Come abbiamo già accennato, dato che il *global warming* è un problema globale, l'interesse generale è quello di ridurre le emissioni su scala globale, e non solo nazionale.

1.3.4. Il sistema di cap-and-trade

In alternativa, il settore pubblico può assegnare dei permessi ad inquinare. Il numero di autorizzazioni viene stabilito in base al livello desiderato di inquinamento (*cap*) e ai soggetti è poi data la possibilità di scambiarli, dietro compenso. Ogni agente avrà convenienza a vendere i propri permessi ad inquinare se il prezzo ricavato dalla vendita è maggiore del beneficio marginale generato dall'inquinamento stesso. Se il mercato è concorrenziale (Hahn, 1984), dunque, sarà ininfluente la distribuzione iniziale dei diritti, dato che si raggiungerà, in ogni caso, l'efficienza allocativa. Questo particolare sistema è l'unico, tra quelli citati, ad essere

stato sperimentato -con risultati controversi- su scala globale. L'articolo 17 del Protocollo di Kyoto, infatti, dava la possibilità di commerciare diritti di emissione, al fine di adempiere agli obiettivi assunti in quella sede. Alcuni dei problemi riscontrati negli esperimenti di *cap-and-trade* sono stati scelta del cap e i metodi per mitigare il rischio di *carbon-leakage*. In teoria, il tetto di emissioni dovrebbe essere in linea con i parametri dettati dalla scienza del clima. Tuttavia, spesso, i cap sono altamente politicizzati; ciò genera un eccesso di permessi, che prende il nome di *overallocation*. Nella fase I (2005-2007) dell'EU ETS, si è stimato che il tetto fosse tra il 4 e i 5,6% sopra le normali emissioni (BAU), ciò ha comportato il fatto che il prezzo di un EUA sia sceso fino a 10 centesimi di euro per tCO₂. Bisogna evidenziare, però, che imporre improvvisamente politiche ambientali, con alti costi, avrebbe potuto essere fatale per l'industria Europea. Gli investimenti di lungo periodo basati su combustibili fossili, infatti, si sarebbero svalutati fortemente e le spese di riconversione avrebbero potuto essere insostenibili. Inoltre, è necessario considerare che, soprattutto per alcuni settori, gli EITE⁹, non è impossibile competere con concorrenti stranieri, non inclusi in politiche gravose. Per tale motivo, è nato il meccanismo delle *free-allowances*, ovvero ai settori EITE è data la possibilità di ricevere permessi gratuiti da poter rivendere in caso di riduzione di emissioni¹⁰. Gli obiettivi che vuole perseguire tale meccanismo sono: in primis, quello di incentivare lo sviluppo tecnologico indirizzato alla riduzione di emissione; in secundis, di evitare che l'industria europea vada in crisi, oppure decida di dislocare in paesi con minori restrizioni ambientali (*carbon-leakage*). Tale meccanismo è, in parte, simile a quello dei sussidi che analizzeremo nel prossimo paragrafo.

⁹ Energy-intensive and trade-exposed. Sono i settori più esposti alle politiche di carbon pricing, poiché fanno un maggior uso di combustibili fossili a causa della natura delle loro attività.

https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage_en

¹⁰ È bene notare che, anche in questo caso, la quantità ottima di free-allowances da distribuire non è facilmente stimabile. Alcuni studi hanno mostrato che tra il 2008 e il 2014 i settori carbon-intensive di 19 stati europei abbiano generato profitti di circa 24 miliardi dalla vendita di permessi. Cfr.

<https://carbonmarketwatch.org/2016/03/14/press-statement-carbon-leakage/>

1.3.5. I sussidi

I sussidi consistono nel pagare chi inquina perché non lo faccia. Benché questa modalità possa sembrare agli antipodi rispetto ad un'imposizione fiscale, persegue la stessa finalità: aumentare il costo effettivo di chi inquina. Concedere un sussidio farà in modo che l'esternalità sia internalizzata nella curva di costo marginale, sottoforma di costo opportunità. In un'ottica di output, sarà generato lo stesso risultato della tassa, ovvero l'allocazione ottima. La differenza tra le due sta varianza distributiva, cioè chi si fa carico del costo della correzione del fallimento di mercato. Se nel caso precedente i maggiori costi ricadevano sul produttore, in questo caso sarà l'ente pubblico a farsene carico. L'introduzione di un sussidio comporta gli stessi problemi analizzati in precedenza per le imposte pigouviane. In più, si presuppone un numero di imprese fisse. Tuttavia, i sussidi determinano profitti più elevati che nel lungo periodo potrebbero attirare nuovi entranti, portatore di ulteriori esternalità. In un'ottica più propriamente psicologica, inoltre, un individuo potrebbe percepire in maniera diversa un costo, determinato da una perdita, rispetto ad un mancato guadagno (Lozza, et al. 2010). In particolare, questi potrebbe percepire una tassa più gravosa, rispetto ad un trasferimento o una detrazione da parte dello stato. In aggiunta, l'erogazione di sussidi ha bisogno di essere finanziata tramite l'aumento di imposte, situazione che potrebbe portare ad ulteriori distorsioni allocative.

1.3.6. La regolamentazione per standard

Tutte le iniziative pubbliche analizzate finora sono considerate forme di regolamentazione per incentivi, in quanto forniscono, in maniera positiva o negativa, degli stimoli di mercato per ridurre l'inquinamento. Un sistema di incentivi fornisce a coloro che emettono la possibilità di poter decidere la modalità con cui ridurre l'inquinamento: ad esempio, un'impresa può decidere di ridurre la propria quantità di output, continuando a produrre in maniera inefficiente, oppure migliorare la propria base tecnologica e senza intaccare la propria dimensione strutturale.

A differenza degli interventi flessibili, l'approccio tradizionale alla regolamentazione ambientale si è basato sulle norme di tipo *command-and-control*: queste possono avere

diverse forme, ma sono caratterizzate da una maggiore rigidità rispetto a quelle analizzate in precedenza. Infatti, tali forme si configurano come un *àut-àut* per coloro che intendono inquinare, poiché prevedono l'obbligo di adottare una determinata tecnologia per ridurre l'inquinamento.

Uno standard tecnologico è una norma di tipo *command-and-control* che impone ai soggetti inquinanti di installare una specifica tecnologia per lo smaltimento delle emissioni. Essi violano la legge anche se riducono l'inquinamento con altre modalità, indipendentemente dalla loro efficacia. Per esempio, in Italia, a partire dal 1989¹¹, è previsto l'obbligo di installare sui veicoli una marmitta catalitica omologata. In questo modo, i produttori hanno l'obbligo di vendere autovetture che ne montino una, ed anche gli automobilisti possono incorrere a sanzioni nel caso in cui questa venga manomessa. È chiaro che così facendo si ha una maggiore tutela dell'ambiente, tuttavia tale obbligo scoraggia le imprese a cercare modalità diverse di abbattimento delle emissioni. Un'innovazione, infatti, potrebbe non essere compatibile con lo standard imposto, quindi sarebbe, di fatto, non adottabile. Pertanto, è poco probabile che gli standard tecnologici siano efficienti in termini di costi.

Una seconda norma di tipo *command-and-control* è lo standard di performance, questo stabilisce un obiettivo in termini di emissioni per ciascun soggetto inquinante. In questo modo, egli ha la facoltà di decidere come raggiungere questo standard, motivo per cui tale modalità è più efficiente in termini di costo rispetto a quella analizzata in precedenza. Tuttavia, poiché lo standard di performance stabilisce un obiettivo fisso di emissioni, a cui tutte le imprese devono adeguarsi, non è possibile trasferire l'onere di ridurre l'inquinamento alle imprese che possono farlo in modo meno costoso in termini di output.

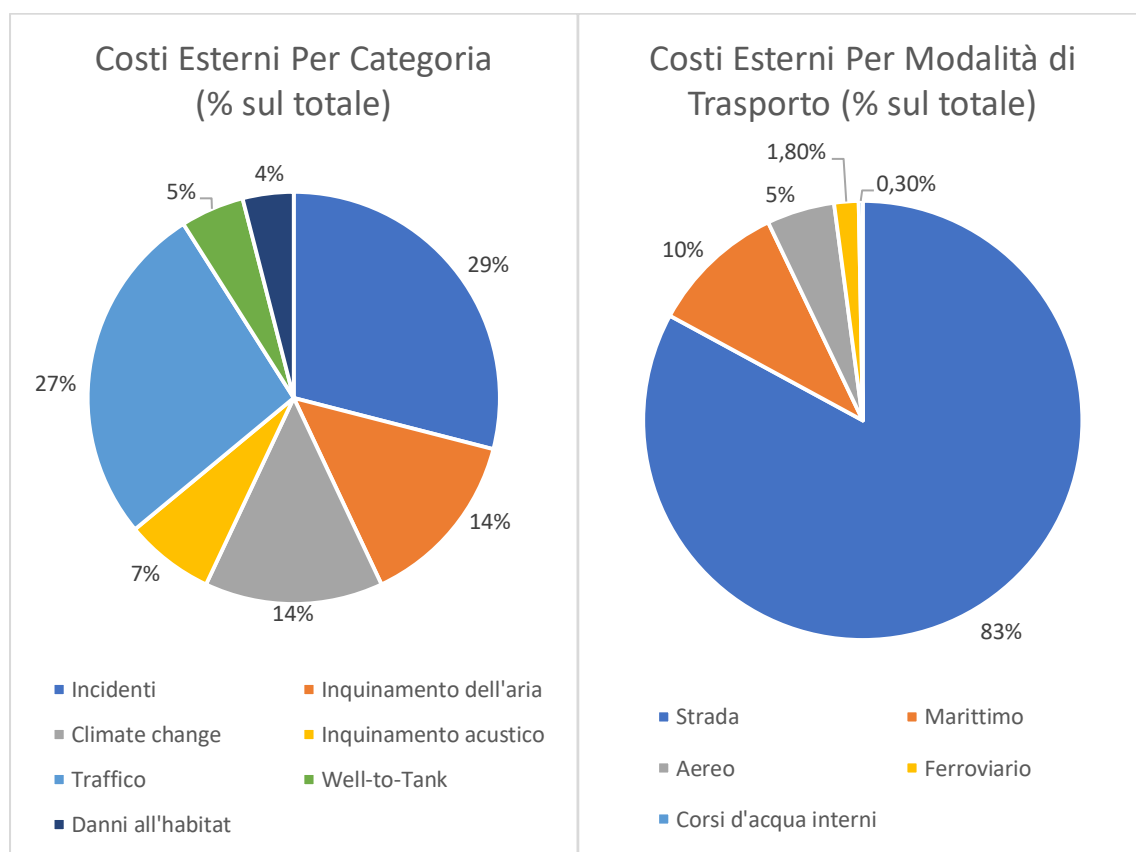
Di conseguenza, è probabile che gli standard sulle performance non siano completamente efficienti in termini di performance. Ad ogni modo, la regolamentazione per standard

¹¹ Per i veicoli a benzina con più di due litri di cilindrata (2000cc), tale obbligo risale all'ottobre 1989. Per gli altri automezzi a benzina esso risale al primo gennaio 1993. I veicoli diesel ne sono dotati dal primo gennaio 1997.

permette la vigilanza di flussi di emissioni non facilmente monitorabili, favorendo la diffusione di tecnologie più pulite.

1.4. Panoramica sugli external costs of transport

A partire dal 2008, la Commissione Europea ha incaricato la stesura un'analisi periodica¹² sul costo delle esternalità del settore dei trasporti, in modo da poter orientare in maniera efficace le scelte di *policy* del legislatore. Secondo le stime, nel 2016 il totale dei costi esterni generati dal settore dei trasporti è stato maggiore del Prodotto Interno Lordo di 23 dei 28 Stati membri dell'Unione Europea, ammontando alla cifra di 987 miliardi di euro; di questi, oltre due terzi sono stati generati dal trasporto di passeggeri (637,7).



¹² L'ultima è del luglio 2019. Si veda <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e021854b-a451-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-103317368>

La categoria più rilevante è stata quella dei sinistri che ha riguardato il 29% del totale dei costi, seguita da quelli di congestione (27%). I cambiamenti climatici e l'inquinamento dell'aria hanno contribuito ciascuno a circa il 14% del totale. Infine, l'inquinamento acustico (7%), la produzione e la distribuzione di energia (5%) e l'inquinamento ambientale (4%).

Analizzando il grafico, è chiaro che il trasporto su strada è di gran lunga il principale generatore di costi esterni (83%), inoltre il 57,2% è prodotto dalle autovetture per il trasporto di passeggeri.

	Auto a Benzina	Auto a Diesel	Totale Auto	% sul totale (565,4 mld €)	% sul totale del trasporto passeggeri (637,7 mld €)
Categoria di Costo	Mld di euro/anno	Mld di euro/anno	Mld di euro/anno		
Incidenti	210,2			37,18%	32,97%
Inquinamento dell'aria	8,6	24,8	33,4	5,91%	5,23%
<i>Climate change</i> (emissioni)	32	23,5	55,6	9,83%	8,72%
Inquinamento acustico	13,8	12,4	14,8	2,61%	2,32%
Traffico	196,1			34,68%	30,75%
<i>Well-to-Tank</i>	10,4	7,7	18,1	3,20%	2,84%
Danni all' <i>habitat</i>	14,1	11,8	25,9	4,58%	4,61%
Totale	565,4			100%	88,66%
Totale in %/ EU28 GDP	3,8%				

(Fonte: *European Commission, 2019*)

Quasi la metà delle esternalità delle *passenger cars* derivano da incidenti, che rappresentano il “costo sociale degli incidenti di traffico non coperti da premi di assicurazione al rischio”.

Esistono cinque componenti principali dei costi da incidenti, che incorporano sia il danno

emergente, che il lucro cessante¹³. È bene tenere a mente, inoltre, che i sinistri su strada possono avere un influsso negativo a catena: ad esempio, un incidente può creare una congestione di traffico, la quale, a sua volta, genera maggiori emissioni etc.

Il secondo maggior generatore di esternalità è il traffico, inteso come il costo causato da i ritardi delle varie categorie di veicoli. Per le auto, si è stimato che ammonti a circa 196 miliardi.

La terza categoria per importanza è quella del *climate change cost*¹⁴. I danni delle automobili sono ritenuti di circa 55 miliardi di euro, ovvero più della metà del totale dei costi della classe (94mld). In generale, le emissioni di *greenhouse gases* (GHG)¹⁵ sono calcolate moltiplicando i chilometri percorsi per ogni tipo di veicolo utilizzando i fattori di emissione (in g/km) per ognuno dei vari GHG -anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), metano (CH₄) e le altre emissioni del settore aereo-.

Per semplicità di calcolo, è possibile utilizzare il *Global Warming Potentials* (GWP) che esprime il contributo all'effetto serra di un gas convertendolo in CO₂, il cui potenziale di

-
- 13 Human cost: è un mezzo per stimare in valori monetari il dolore e la sofferenza della vittima.
 - Costi medici: i costi in trattamenti e medicine sostenuti dalla vittima, fino al momento della guarigione, o della morte.
 - Costi amministrativi: il costo per coprire le spese dell'impiego di polizia, vigili del fuoco o altri servizi di emergenza, diversi da quelli medici.
 - Perdita di produttività: la perdita di produzione, o la spesa per il rimpiazzo, della vittima, causata dalla sua impossibilità di lavorare
 - Danni materiali: danni causati a veicoli, infrastrutture, merci o proprietà private.
 - Altri costi: questa categoria copre i costi di congestione risultanti dall'incidente, la indisponibilità del veicolo incidentato e i costi per funerali.

14 Analizzeremo quest'ultimo con maggiore attenzione a partire dal secondo capitolo.

15 I GHG sono i gas presenti nell'atmosfera, che sono trasparenti alla radiazione solare in entrata sulla Terra, ma riescono a trattenere, in maniera consistente, la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole.

riferimento è pari a 1. Infine, ogni valore di GWP è calcolato per uno specifico intervallo di tempo (in genere 20, 100 o 500 anni)¹⁶.

Il rapporto quinquennale IPCC (2013) ha stimato che, senza concreti interventi a favore del clima, ci sarà un significativo aumento delle temperature entro la fine del secolo. Ciò comporterà radicali cambiamenti che coinvolgeranno ecosistemi, società e salute di tutte le specie viventi sulla Terra. Finora, abbiamo assistito ad una crescita di 0,8 gradi Celsius rispetto allo scenario standard del 1961-1990 e di circa 1,2 gradi rispetto al periodo preindustriale. (Ritchie H. et al., 2019) Infatti, a partire dalla Rivoluzione Industriale, l'utilizzo energetico dei combustibili fossili ha portato ad un rapido aumento nelle emissioni di CO₂ nell'atmosfera e ciò ha determinato un drastico aumento delle temperature a livello globale. La grande crescita delle emissioni di CO₂ ha avuto un impatto significativo sulle concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera terrestre. Negli ultimi 2000 anni i livelli atmosferici di CO₂ sono stati abbastanza stabili intorno alle 270-285 parti per milione (ppm) fino a il 18 ° secolo. Dalla rivoluzione industriale in poi, tali valori sono aumentati rapidamente, fino a superare le 400 ppm.

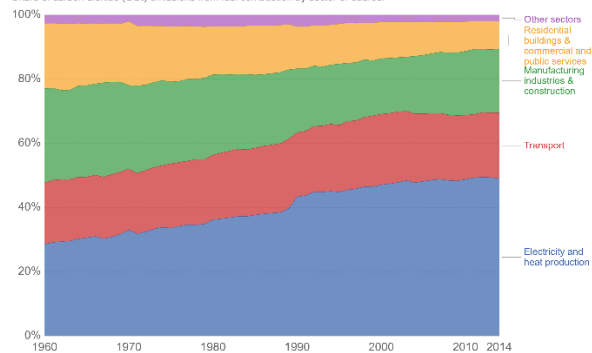
Nel 2014, circa la metà delle emissioni globali sono state generate dalla produzione di energia e calore. Le industrie e i trasporti hanno contribuito a circa il 20%, mentre gli edifici residenziali, commerciali e pubblici hanno partecipato per il 9%. Infine, altri settori hanno concorso per la restante parte.

16 Introdotto con il Protocollo di Kyoto. Inizialmente si erano identificati 6 gas serra i quali sono stati inclusi nel sistema di Carbon Trading. Nel corso degli anni, i valori attribuiti ad ognuno dei gas sono oscillati fortemente a causa dell'incertezza riguardo al loro reale impatto sul clima. Vi è anche totale incertezza anche su quale sia l'orizzonte temporale da considerare più corretto.

Cfr. <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials>

Carbon dioxide (CO₂) emissions by sector or source, World

Share of carbon dioxide (CO₂) emissions from fuel combustion by sector or source.



Source: International Energy Agency (IEA) via The World Bank

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Atmospheric CO₂ concentration

Global average long-term atmospheric concentration of carbon dioxide (CO₂), measured in parts per million (ppm).



Source: Scripps CO₂ Program

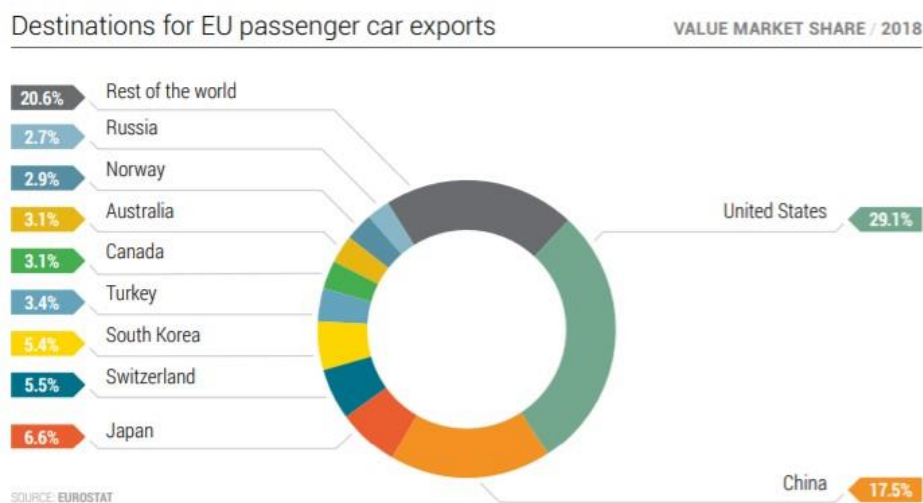
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

(fonte: ourworldindata.org)

Nel prossimo capitolo, dopo una panoramica generale sul settore automobilistico in Europa, analizzeremo gli interventi dell'UE per la riduzione di emissioni di CO₂ delle auto.

2. Il settore *automotive* in Europa

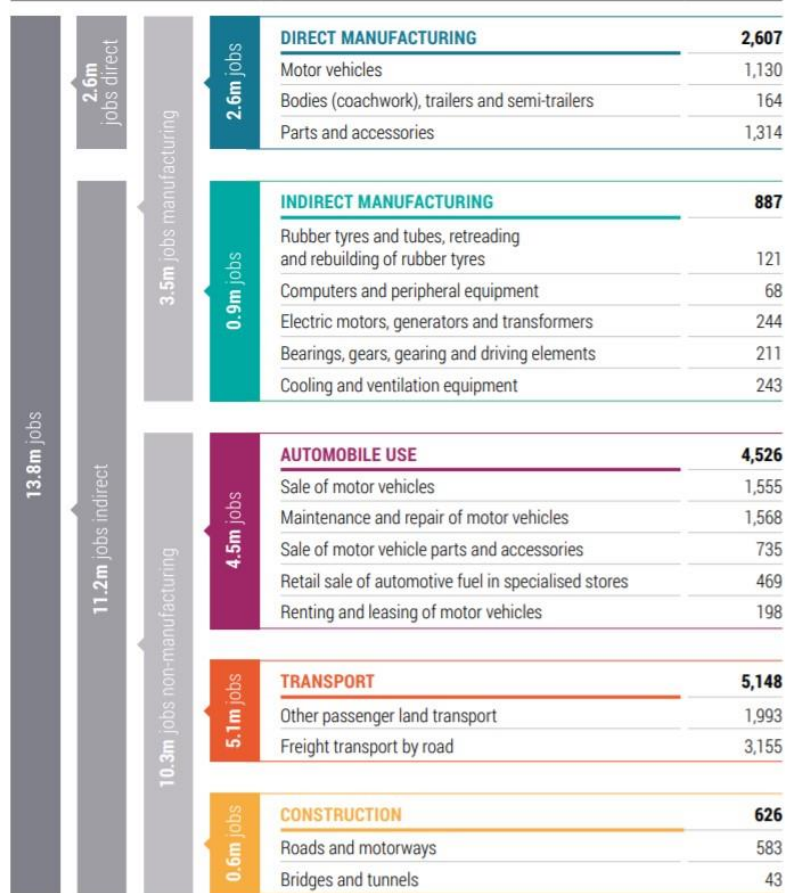
Il settore automobilistico si configura come un settore cruciale per la prosperità dell'Unione Europea. Esso genera oltre il 7% del GDP dell'Unione e 410 miliardi in contributi fiscali nei soli paesi dell'UE-15. Inoltre, fornisce lavoro, direttamente e indirettamente, a circa 13,8 milioni di cittadini europei, che corrispondono a quasi al 6,1% del totale degli occupati (ACEA, 2019). L'industria automobilistica presenta la caratteristica di avere un importante effetto moltiplicatore nell'economia: questa, infatti, fornisce un'importante fonte di domanda per numerose industrie, sia a monte (chimica, metallurgica e tessile), che a valle (ICT, manutenzione e servizi di mobilità). Inoltre, è il principale investitore privato in ricerca e sviluppo in Europa e alimenta l'11,4% dell'occupazione manifatturiera. Ogni anno, 140 impianti di assemblaggio e produzione, disseminati in 27 stati europei, realizzano 19,2 milioni di auto, van, camion e bus¹⁷. L'industria automobilistica europea rappresenta più del 40% della quota globale del valore settore, infatti oltre 5.5 milioni di automobili sono state esportate nel 2017, di cui la maggior parte in USA e Cina. (ACEA, 2019)



¹⁷ In particolare, ogni anno, 140 impianti di assemblaggio e produzione realizzano 16,5 milioni di auto. (ACEA, 2019)

Automotive sector:
direct and indirect employment in the EU

IN THOUSANDS / 2017¹



SOURCE: EUROSTAT

1. Provisional figures

Per quanto riguarda i produttori, la principale quota di vendita di automobili del mercato europeo è detenuta dal gruppo Volkswagen, che insieme a PSA e Renault copre oltre il 50% del totale. Nel primo semestre si è registrato un aumento delle immatricolazioni in UE (+1%). Tuttavia, gli esperti sostengono che sono cambiate alcune condizioni e c'è ancora "incertezza dovuta alla Brexit". Infatti, secondo le stime si assisterà ad una riduzione dell'1% delle vendite rispetto al 2018. (ACEA, 2019)

La seguente tabella, realizzata a partire dai dati di ACEA, illustra la composizione del mercato di auto nell'Unione Europea, mettendo a confronto il primo semestre del 2018 con quello del 2019.

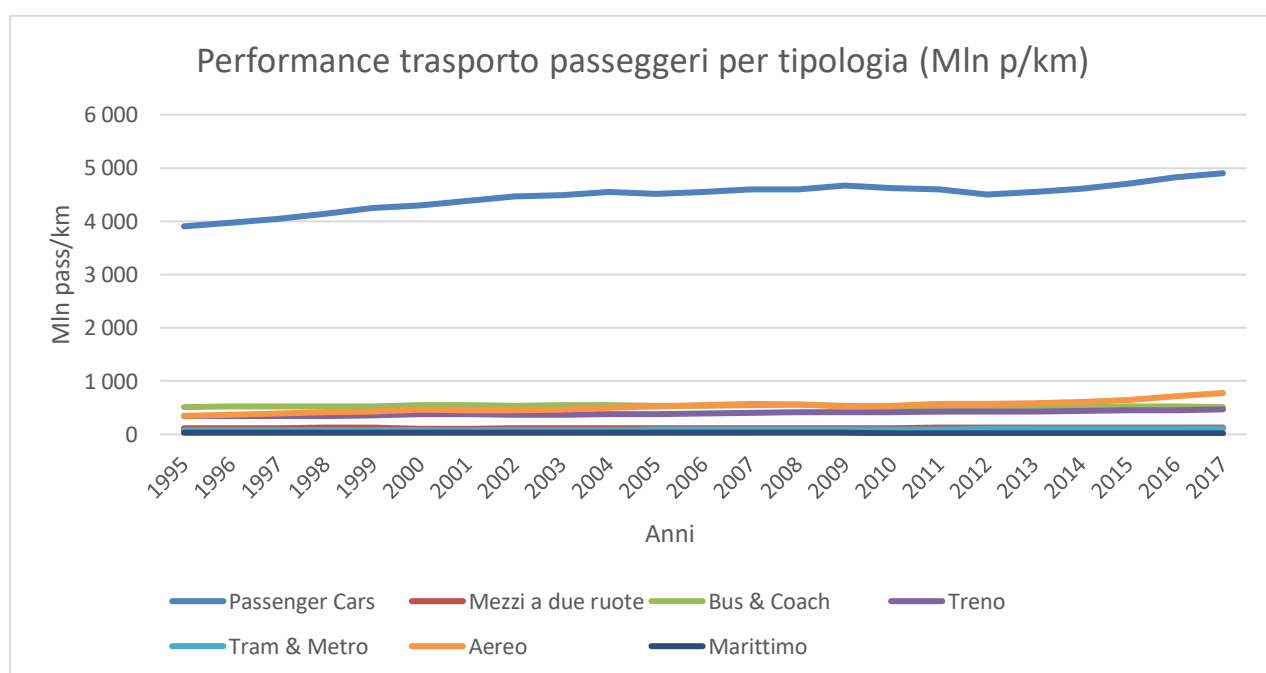
Gruppi Automobilistici	Vendite Gennaio/Agosto (per gruppi) in UE				
	%Share		Unità		%Variazione
	2019	2018	2019	2018	+1,0
VW Group	24,8	25,2	2.611.233	2.733.178	-4,46%
PSA Group	16,4	15,9	1.723.687	1.731.427	-0,45%
RENAULT Group	10,7	10,9	1.124.913	1.180.625	-4,72%
HYUNDAI Group	6,6	6,4	697.954	698.945	-0,14%
FCA Group	6,3	6,9	659.242	750.111	-12,11%
BMW Group	6,2	5,9	647.136	646.340	0,12%
FORD	6,1	6,2	643.395	677.088	-4,98%
DAIMLER	6,1	5,7	638.089	614.259	3,88%
TOYOTA Group	4,9	4,7	518.575	509.075	1,87%
NISSAN	2,5	3,3	263.143	361.764	-27,26%
VOLVO CAR CORP.	2,0	1,8	205.518	196.825	4,42%
MAZDA	1,4	1,4	151.627	152.307	-0,45%
JAGUAR LAND ROVER Group	1,3	1,3	141.501	144.858	-2,32%
MITSUBISHI	0,9	0,8	97.370	89.884	8,33%
HONDA	0,8	0,9	80.699	93.956	-14,11%

(fonte dei dati: ACEA 2019)

Dal punto di vista degli utenti, i costi medi per chilometro sono diminuiti del 65% negli ultimi 40 anni, il che ha certamente favorito la diffusione delle automobili in Europa, che sono aumentate di oltre il 50% negli ultimi vent'anni. Infatti, l'industria automobilistica ha permesso una mobilità sempre più sicura ed economica: oggi, di tutti i viaggi, il 70% viene effettuato in auto e gli incidenti pericolosi si sono ridotti del 40% rispetto al 2005. Le nuove autovetture sono molto più efficienti. Infatti, nel 2015 le emissioni medie di auto di nuova immatricolazione sono state di 119,6g CO₂/km contro i 186g CO₂/km del 1995: un calo del 36%. (European Commission, 2018)

Nonostante i miglioramenti tecnologici descritti, il settore dei trasporti è l'unico che ha visto crescere le proprie emissioni dal 1990 in UE. Oggi, questo rappresenta il 27% delle emissioni di gas serra dell'UE, contro il 17% del 1995. Nel 2017, queste sono aumentate dello 0,6% (EEA, 2019) e secondo l'opinione degli stati membri la causa principale è stata l'incremento dei trasporti su strada.

Una mobilità universalmente diffusa e sostenibile è sempre stata al centro delle politiche sui trasporti europei, in quanto questi giocano un ruolo vitale nella competitività dell'industria e dei servizi, oltre che nella coesione tra stati. I trasporti hanno costituito il più importante settore di spesa per il FESR e il fondo di coesione (24 % della dotazione totale per il 2007-2013 e 20 % per il 2014-2020) e quasi la metà cifra assegnata è stata destinata alle strade. Nel periodo 1995-2015, nei 28 stati membri il numero totale di chilometri percorsi per passeggero (p/km) è aumentato del 23,8%, arrivando a 6602 miliardi p/km, di questi la maggior parte è stata coperta dalle automobili (circa, 4700 miliardi p/km) (European Commission, 2017).



(Dati elaborati a partire da: *Statistical pocketbook* 2019)

Nel 2016, per i prossimi anni la Commissione Europea ha previsto una continua crescita del settore dei trasporti, con un continuo ruolo da protagonista per quello stradale. Nello specifico, la crescita nel trasporto dei passeggeri su strada è stimata del 16% per il periodo 2010-2030 e al 30% per quello 2010-2030. Per questo motivo, l'espansione del trasporto su gomme dovrà essere accompagnata da robuste misure volte alla riduzione dei gas serra (GHG), altrimenti le politiche attuate dai singoli stati a livello nazionale saranno insufficienti a raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione europea fissati per il 2030.

2.1. I *mobility trends* che stanno cambiando il settore automobilistico

Nello sviluppo delle tecnologie e nella definizione delle *policies* per il trasporto stradale sono state poste al centro dell'attenzione principalmente quattro tendenze: automazione, connettività, condivisione dei servizi di mobilità e decarbonizzazione.

Queste avranno un ruolo importante nelle future strategie industriali del settore automobilistico, che “sta attualmente cambiando più velocemente che mai e nei prossimi cinque anni, ci saranno più cambiamenti rispetto ai precedenti cinquanta”¹⁸. Gli esperti¹⁹ concordano che le diverse condizioni geografico-climatiche, culturali, economiche, tecnologiche, demografiche e politico-regolatorie, in diversi parti del mondo, creeranno diverse costellazioni di mercato con peculiarità specifiche per ognuno. (McKinsey, 2019)

2.1.1. Automazione

Per automazione si intende il sistema in grado di “eseguire una parte o tutta l'attività di guida dinamica (DDT), ovvero tutte le funzioni operative e tattiche in tempo reale necessarie per gestire un veicolo nel traffico su strada, escluse le funzioni strategiche quali la pianificazione dei viaggi e la selezione delle destinazioni e delle tappe intermedie -su base continuativa” (SAE International, 2016). La guida automatica è distinta su cinque livelli che variano dal livello 0, in cui il DDT è eseguito interamente dal pilota, al livello 5, dove si ha una totale automazione; da quest'ultimo, in particolare, ci si aspetta una riduzione gli incidenti e le morti su strada, il che sarà possibile grazie alla combinazione di diverse tecnologie ed algoritmi che permetteranno il controllo del veicolo in ogni tipo di situazione e condizione. In passato, il concetto di guida automatizzata è stato incoraggiato soprattutto dalle iniziative del colosso

¹⁸ Intervista a Oliver Blume, CEO di Porsche.

http://www.ansa.it/canale_motori/notizie/industria/2019/09/04/porsche-ceo-blum-nostri-clienti-potranno-sempre-scegliere_201ee02e-f0ae-45a3-b08c-e4a172b893c2.html

¹⁹ Si veda, ad esempio: McKinsey&Co., *Race 2050-a vision for the European automotive industry*, 2019.

americano Google, il quale ha permesso che tale politica entrasse saldamente nelle pianificazioni industriali e strategiche dei costruttori. Oggi, secondo Elon Musk, presidente e CEO di Tesla, la guida autonoma “sta per diventare la normalità. Come un ascensore. [...] Nessuno ha bisogno di manovrare un ascensore. L’auto sarà esattamente così.”

Uno dei vantaggi dell’esistenza di veicoli a guida autonoma è quello di dare la possibilità a tutti i passeggeri di riposarsi durante il viaggio. Inoltre, sarebbe possibile realizzare un trasporto pubblico completamente automatizzato, costituito da taxi e minibus. C’è da notare che alcune forme di assistenza al pilota sono già presenti sul mercato. Ad esempio, nel 2016, l’*autopilot* di Tesla Model X ha fatto notizia per aver portato un uomo colto da un malore in ospedale²⁰. Tuttavia, in seguito, si sono anche verificati incidenti fatali che hanno coinvolto sia pedoni, come nel caso di Uber²¹, che passeggeri, come nel caso di Tesla²². Gli eventi citati hanno scosso non poco gli umori della popolazione, che, attualmente, non è più convinta della automazione del pilota. Secondo un sondaggio dell’AAA²³, il 71% di persone, attualmente, ha paura di viaggiare su veicoli completamente autonomi, mentre prima degli incidenti, durante i test, questa percentuale era leggermente più bassa (63%). Un altro sondaggio svolto da Capgemini²⁴ arriva a risultati simili: entro un anno solo il 25% dei consumatori preferirebbe un’auto a guida autonoma, rispetto ad una con conducente. La maggior parte di questi si trova in Cina (il 34%), mentre la minore è in Svezia (15%). Tuttavia, gli esiti cambiano radicalmente se si considerano le preferenze in dieci anni, sintomo della futura fiducia di cui godrà il DDT: infatti, il 64% degli intervistati afferma che sceglierebbe la guida autonoma oltre questo lasso di tempo.

²⁰ <https://www.alvolante.it/news/sta-male-autopilot-tesla-porta-all-ospedale-347943>

²¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Death_of_Elaine_Herzberg

²² https://www.engadget.com/2019/05/01/tesla-autopilot-lawsuit-model-x/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAJc9ejIgf-L1Mc9eKLLpPO5cAqXQIbkCC9bXOSi0D13f51ORnadX4-DQLuBcSn70uhUIPCMEw6XCOC4m6F6TBOWZontnLgHt6p9J-M9rqhO6j6FJALqkE8xITfTC9k2r1ofA75AN3hAoPll7KWZe0W3VK6MZMtE_BPZ2cKBAyxHo

²³ <https://newsroom.aaa.com/tag/autonomous-vehicles/>

²⁴ <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2019/05/30min-%E2%80%93-Report.pdf>

2.1.2. Connettività

In media, un cittadino europeo spende 40 minuti della sua giornata in auto. 100 milioni di persone in macchina equivalgono a circa 65 milioni di ore. Assumendo che la metà di quest'intervallo possa essere usato per un lavoro redditizio, il risparmio di tempo avrebbe un impatto macroeconomico di 890 milioni di euro al giorno. L'uso di tecnologie di connettività consente ai veicoli di comunicare sia tra di loro, che con le infrastrutture stradali (come, ad esempio, i semafori). In questo modo, le auto possono scambiarsi informazioni riguardo ad eventuali pericoli e alle condizioni di traffico nelle strade, cosicché si pianifichino i tragitti a scorrimento più rapido, per un notevole risparmio di tempo ed energia. La connettività abilita il concetto di *Cooperative Intelligent Transport Systems* (C-ITS) ed è strettamente collegata con l'automazione, in particolare per la gestione efficiente degli AV nel traffico.

"Connettività, cooperazione e automazione sono tecnologie complementari che si rafforzano a vicenda e nel tempo si fonderanno completamente" (Commissione europea, 2016a). Il termine "veicolo connesso e automatizzato" (CAV) comprende connettività e automazione. Questa tecnologia permetterà di ottimizzare costi e durata dei tragitti degli spostamenti in auto. È molto probabile che entro il 2022 tutte le auto di nuova immatricolazione saranno in grado di comunicare tra loro, perché collegate. Si è orientato in questa direzione anche il governo cinese che dal 2025 consentirà solo la registrazione di automobili in grado di inviare e ricevere informazioni (tra i veicoli e l'ambiente in cui si spostano). Il tutto in uno scenario in cui le *smart cities* prenderanno il posto di quelle tradizionali, cosicché sarà possibile viaggiare rendendo le app di bordo capaci di soddisfare le esigenze più diverse, essendo parte integrante di un sistema in cui le auto possono comunicare con, ad esempio, le attività commerciali, infrastrutture e altri utenti della strada. In futuro, i produttori beneficeranno della crescente generazione di valore automobilistica relativa a quest'area, mentre è probabile che l'assemblaggio di veicoli sarà sempre meno redditizio. Da alcuni anni, l'industria IT (in particolare le società globali della Silicon Valley, ma anche le società IT cinesi) ha attraversato i confini del settore con nuove idee di guida e di utilizzo delle automobili, basati sulla rete digitale. Inoltre, sono attualmente presenti alcune aziende con un alto capitale di rischio, come Lyft, Didi Chuxing o Uber. Infine, è importante ricordare che in quest'arena competitiva si stanno preparando ad entrare nuove società IT e tecnologiche cinesi, come il gruppo di società LeEco, la società di motori di ricerca Baidu, Tencent, o la piattaforma di

trading Alibaba. Attualmente, tutti gli attori stanno concentrando le proprie risorse nel collegare i dati degli utenti online, dato che la protezione individuale dei dati in Cina è soggetta a normative stabilite dallo stato che garantiscono un facile accesso ai dati personali dei cittadini.

In questo scenario, le minacce per gli *incumbents* sono molteplici, il mercato si sta muovendo molto velocemente e gli esiti futuri sono altamente incerti.

2.1.3. Mobilità condivisa (*Mobility-as-service*)

La terza tendenza è frutto dell'erosione della cultura di proprietà automobilistica. In questi anni, si sta assistendo ad una continua ascesa della condivisione di corse pubbliche e private, scopriamo che i veicoli sono diventati un elemento di condivisione. La mobilità come servizio (MaaS) si traduce in grandi risparmi per il cliente. Ingenti spese di diverso tipo non sono più a carico degli utenti: a partire dal costo iniziale per l'acquisto di un veicolo, fino alla manutenzione, le licenze e la registrazione. Storicamente, il *car-sharing*, ovvero il *pay-per-use* anziché *pay-and-use*, era motivato da ragioni ecologiche e morali. Oggi, al contrario, possiamo osservare un mix molto razionale di analisi sui costi, soprattutto da parte giovani partecipanti al mercato caratterizzati da budget limitati, insieme a motivi di sostenibilità e pragmatismo funzionale (Deloitte 2017). Inoltre, un numero crescente di questi, in particolare quelli residenti in aree urbane, è sempre meno attratto dalla proprietà di automobili non eleganti, ecologicamente inefficienti ed economicamente irrazionali. La condivisione, invece, è "una strategia di trasporto innovativa che consente agli utenti di accedere in tempi breve alle diverse modalità di trasporto", secondo necessità, "e comprende" varie tipologie, come il *car-sharing*, *bike-sharing*, *ride-sharing* (*car-pooling* e *van-pooling*) e servizi di corse su richiesta" (Shaheen, et al. 2015). Questi servizi sono già popolari in diverse aree urbane in tutto il mondo. Ad esempio, le società di *ride-sourcing* hanno investito miliardi di dollari nello sviluppo di tecnologie e servizi di successo incentrati sugli utenti (Arbib e Seba, 2017). Collettivamente, queste aziende hanno trasportato 500.000 passeggeri al giorno a New York City nel 2016 (Schaller, 2017), triplicando il numero di passeggeri rispetto all'anno precedente. Allo stesso modo, nel continente americano, le società di car sharing hanno

quadruplicato la loro base di clienti nel periodo dal 2009 al 2014 (Shaheen e Cohen, 2014). Le startup come Uber e Lyft stanno distruggendo l'attuale equilibrio dell'industria automobilistico, rendendosi protagoniste del passaggio dalle auto di proprietà privata e alle forme di transito orientate ai servizi. Tuttavia, nonostante i progressi compiuti, questo settore ha difficoltà nel diventare redditizio, il che pone una domanda sulla sostenibilità finanziaria e sulla sua sopravvivenza futura.

2.1.4. Decarbonizzazione

A partire dalla prima rivoluzione industriale, combustibili fossili hanno avuto un ruolo fondamentale nella crescita e nello sviluppo globale; purtroppo, il loro utilizzo per generare energia produce emissioni di CO₂, considerata uno dei principali responsabili dei cambiamenti climatici. Secondo l'Agenzia europea per l'ambiente (EEA, 2019), "I trasporti sono responsabili di circa un terzo del consumo finale complessivo di energia nei paesi membri dell'AEA e di più di un quinto delle emissioni di gas serra, nonché di una parte considerevole dell'inquinamento atmosferico e acustico urbano". Il tragitto verso *net-zero* 2050²⁵ impone una radicale modifica dell'industria automobilistica: i motori a combustione interna, che hanno accompagnato persone e merci a partire dalla fine dell'Ottocento, saranno destinati a far spazio a nuove tecnologie pulite, non alimentate da derivati del petrolio. La decarbonizzazione riguarda l'uso di carburanti alternativi come elettricità, idrogeno, biocarburanti e gas naturale. Tra questi, l'elettrificazione è ampiamente considerata come una strategia praticabile per ridurre la dipendenza dal petrolio e gli impatti ambientali del trasporto su strada. I veicoli elettrici (EV), compresi i veicoli elettrici a batteria (BEV), i veicoli elettrici ibridi plug-in (PHEV) e i veicoli elettrici ibridi (HEV) stanno sicuramente aumentando la loro penetrazione nel mercato. Nel prossimo futuro, è prevista una riduzione del costo dei principali componenti EV, in particolare delle batterie, che può accelerare ulteriormente la loro adozione. Tuttavia, anche i veicoli elettrici a celle a combustibile (FCEV) potrebbero avere un ruolo fondamentale nel medio/lungo-periodo. Biocarburanti ("carburanti liquidi o

²⁵ <https://europeanclimate.org/net-zero-2050/>

gassosi per il trasporto come biodiesel e bioetanolo ottenuti da biomassa") sono anche un'importante alternativa rinnovabile ai combustibili fossili, così come anche il gas naturale non genera emissioni in fase di utilizzo.

Nel prossimo paragrafo analizzeremo le strategie di policy attuate dall'EU, volte a favorire una più rapida transizione verso i veicoli a minori emissioni di CO₂.

2.2. L'introduzione degli standard europei per la riduzione delle emissioni delle automobili

A partire dal 2009, la legislazione dell'UE ha introdotto gli obiettivi obbligatori di riduzione delle emissioni per le nuove auto. Al fine di correggere le esternalità negative generate dalle emissioni di CO₂, la scelta di *policy* è ricaduta su una norma del tipo *command-and-control*, in particolare con l'imposizione di uno standard di performance²⁶. I vantaggi di questa scelta riguardano soprattutto la relativa economicità nel monitoraggio²⁷ dei risultati e la libertà di sviluppo tecnologico. Per contro, come visto precedentemente, non c'è totale efficienza di costo, il che comporta il fatto che i produttori siano relativamente poco incentivati a ridurre le proprie emissioni una volta rientrati negli standard imposti. Per ovviare a tali difetti, la Commissione Europea ha sia introdotto uno standard dinamico, sia degli incentivi per l'innovazione, quali crediti per le eco-innovazioni e supercrediti.

²⁶ Si veda il capitolo 1.

²⁷ Per il calcolo delle emissioni sono utilizzati i parametri NEDC, che saranno sostituiti da quelli WLTP. Per informazioni sulle differenze pratiche delle due modalità di misurazione, si veda, ad esempio <https://www.delpriore.it/wltp-vs-nedc-cosa-cambia-nuovi-standard/>

2.2.1. Gli obiettivi di emissione

Il 17 dicembre 2018, i rappresentanti della Commissione europea, del Parlamento europeo e del Consiglio europeo hanno raggiunto un compromesso per il regolamento dell'Unione europea (UE) che stabilisce obiettivi vincolanti di emissione di biossido di carbonio (CO₂) per le nuove autovetture, per il 2025 e il 2030. La volontà espressa è quella di ridurre le emissioni medie di CO₂ delle nuove autovetture del 15% nel 2025 e del 37,5% nel 2030, considerando come anno base il 2021.

La prima introduzione di un valore obiettivo per le emissioni di CO₂²⁸ nel settore automobilistico vi è stato per il periodo 2012-2015. In questo lasso di tempo, i produttori di auto hanno dovuto mantenere le emissioni medie di auto di nuova immatricolazione sotto il valore di 130 g CO₂ / km²⁹, tuttavia il parco auto dell'UE lo aveva già raggiunto nel 2013, due anni prima del previsto.

A partire dal 2021 emissioni medie dell'UE per le auto di nuova immatricolazione dovrà essere di 95 g CO₂ / km³⁰; per un'introduzione più graduale, nel 2020 tale valore sarà calcolato solo sul 95% delle auto meno inquinanti; mentre, a partire dal 2021, comprenderà tutto i modelli venduti.

Esistono, poi, degli obiettivi di emissione specifici, calcolati utilizzando una curva del valore limite, vincolanti per ogni produttore e sono fissati sulla base della massa media dei suoi veicoli. Ciò significa che ai costruttori di auto più pesanti sono consentite emissioni più elevate rispetto a quelli di auto più leggere. Fino al 2024, verrà utilizzato un fattore di 0,0333, ovvero per ogni 100 chilogrammi (kg) di peso medio superiore alla media delle auto europee, saranno consentite emissioni di CO₂ superiori di 3,33 g / km. La curva è impostata in modo tale da raggiungere gli obiettivi per le emissioni medie in tutta la flotta dell'UE³¹. Inoltre, per determinare la riduzione da applicare per il calcolo degli obiettivi annuali dei costruttori dal

²⁸ Calcolato in grammi di CO₂ per chilometro.

²⁹ Che corrispondono a un consumo di carburante di circa 5,6 litri per 100 km (l / 100 km) di benzina o 4,9 l / 100 km di gasolio.

³⁰ Il livello di emissione di 95g CO₂/km corrisponde a un consumo di carburante di circa 4,1 l / 100 km di benzina o 3,6 l / 100 km di gasolio.

³¹ Per maggiori informazioni sulla modalità di calcolo, si veda l'allegato I del REGOLAMENTO (CE) 443/2009 DEL PARLAMENTO E DEL CONSIGLIO.

2025 in poi, la Commissione europea effettuerà un adattamento dei minimi quadrati attraverso i dati di CO₂ rispetto alla massa di tutti i veicoli immatricolati nell'anno 2021.

Per individuare le emissioni specifiche medie di CO₂/km di ogni costruttore, si tiene conto delle seguenti percentuali di autovetture nuove più efficienti immatricolate durante l'anno in questione:

- 65 % nel 2012,
- 75 % nel 2013,
- 80 % nel 2014,
- 100 % dal 2015 al 2019,
- 95 % nel 2020,
- 100 % dalla fine del 2020 in poi.

2.2.2. Penalità per eccesso di emissioni

Se le emissioni medie di CO₂/km del parco auto di un costruttore superano l'obiettivo in un determinato anno, questi dovrà pagare un sovrapprezzo per l'eccesso, in relazione ad ogni singola auto immatricolata. Tale calcolo è effettuato in maniera diversa nei periodi 2012-2018 e dal 2019 in poi.

Nel primo periodo, ovvero dal 2012 al 2018, le multe sono state calcolate con una progressività a scaglioni, cioè fino ad uno sfioramento inferiore ai 3 g CO₂/km, la penalità da pagare (per ogni auto venduta) per ogni unità di emissione eccedente il limite è stata, per fasce, inferiore a quella successiva. In particolare, nello scaglione del primo grammo su chilometro in eccesso il costo è stato di 5 euro, nel secondo di 15 euro e nel terzo di 25 euro. Oltre il terzo, l'ammenda da pagare per ogni grammo è stata di 95 euro.

In formule, il calcolo avviene come segue:

i) dove le emissioni specifiche medie di CO₂ del costruttore superino l'obiettivo per le emissioni specifiche di più di 3 g CO₂/km:

$$[(\text{emissioni in eccesso} - 3 \text{ g CO}_2/\text{km}) \times 95 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 25 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 15 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 5 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km}] \times \text{numero di autovetture nuove};$$

ii) dove le emissioni specifiche medie di CO₂ del costruttore superino l'obiettivo per le emissioni specifiche di più di 2 g CO₂/km ma non oltre 3 g CO₂/km:

$$[(\text{emissioni in eccesso} - 2 \text{ g CO}_2/\text{km}) \times 25 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 15 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 5 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km}] \times \text{numero di autovetture nuove};$$

iii) dove le emissioni specifiche medie di CO₂ del costruttore superino l'obiettivo per le emissioni specifiche di più di 1 ma non oltre 2 g CO₂/km:

$$[(\text{emissioni in eccesso} - 1 \text{ g CO}_2/\text{km}) \times 15 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 5 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km}] \times \text{numero di autovetture nuove};$$

iv) dove le emissioni specifiche medie di CO₂ del costruttore superino l'obiettivo per le emissioni specifiche di non oltre 1 g CO₂/km:

$$(\text{emissioni in eccesso} \times 5 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km}) \times \text{numero di autovetture nuove}.$$

Invece, nel secondo periodo, a partire dal 2019, invece, gli scaglioni sono sostituiti da un'aliquota *flat*. Ogni g/km in eccesso costerà ai produttori 95 euro, per ogni auto venduta:

$$(\text{emissioni in eccesso} \times 95 \text{ EUR/g CO}_2/\text{km}) \times \text{numero di autovetture nuove}.$$

Per dare una scala dell'impatto di tale misura, consideriamo l'esempio pratico di un caso specifico.

Nel 2017, Volkswagen è stato il *brand* con il maggior numero di vendite in Europa; infatti ha venduto 1.685.053 veicoli, cioè il 10,88%³² dello share totale. Nello stesso anno le emissioni medie del suo parco auto sono state di 120,391³³ (Eur-Lex, 2019). Svolgendo un calcolo puramente semplicistico, per dare solo un'idea delle possibili proporzioni del fenomeno, ipotizziamo che la normativa del 2021 fosse entrata in vigore nel 2017 e utilizziamo l'ultima formula per calcolare un'eventuale ammenda, sapendo che l'obiettivo specifico di VW è di 97,7 g CO₂/km.

(emissioni in eccesso × 95 EUR/g CO₂/km) × numero di autovetture nuove =

[(120,391-97,7) × 95 euro] × 1.685.053 = 3.632.376.074,19 euro

Nonostante l'operazione, senza dubbio, distorca il risultato finale³⁴, è chiaro che la *do not option* non può essere una scelta da tenere in considerazione nelle strategie aziendali dei costruttori. L'ipotetica multa, infatti, sarebbe stata pari a circa il 30% degli utili totali³⁵ dell'intero gruppo Volkswagen (che comprende ben 12 marchi diversi³⁶ -tra cui altri che si occupano di produzione di auto e che, a tre anni dall'introduzione, sono stati ben oltre i 95 g CO₂/km-) nello stesso anno.

³² <http://carsalesbase.com/european-car-sales-data/volkswagen/>

³³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-IT/TXT/?uri=CELEX:32019D0583&from=EN>

³⁴ Si è supposto che il livello di emissioni medie rimanga invariato, non sono stati presi in considerazione crediti ed eco-innovazioni, il risultato è solo a scopo esemplificativo.

³⁵ Pari a circa 11,4 mld di euro.

³⁶ Il gruppo comprende dodici marchi da sette diversi paesi europei: per le automobili Volkswagen, Audi, SEAT, Škoda Auto, Bentley, Bugatti, Lamborghini e Porsche, per le moto Ducati e per i veicoli commerciali Volkswagen Commercial Vehicles, Scania AB e MAN.

2.2.3. Eco-innovazioni

Al fine di correggere uno dei limiti della regolazione di tipo *command-and-control*, la Commissione ha deciso di incoraggiare l'eco-innovazione tramite l'emissione di crediti. “Su richiesta di un fornitore o un costruttore, si tiene conto dei risparmi di CO₂ realizzati attraverso l'uso di tecnologie innovative o una combinazione di tecnologie innovative («pacchetti tecnologici innovativi»). Le eco-innovazioni riguardano dunque tutte quelle migliorie, che forniscano un contributo comprovato alla riduzione di CO₂, per le quali non è possibile dimostrare gli effetti di riduzione della CO₂ durante la procedura di test utilizzata per l'omologazione del tipo di veicolo.

Tali tecnologie devono essere prese in considerazione solo nel caso in cui la metodologia con cui sono valutate è in grado di fornire risultati verificabili, ripetibili e comparabili.

Il contributo totale di tali sgravi, intesi a ridurre l'obiettivo per le emissioni specifiche di un produttore, può raggiungere a un massimo di 7 g CO₂/km.”³⁷

Fino ad ora, le eco-innovazioni hanno avuto solo un effetto secondario sui valori di CO₂ della flotta dei produttori di auto. Nel 2017, BMW ha beneficiato maggiormente di questa disposizione (0,205 g / km). Tuttavia, per i singoli veicoli, queste hanno ridotto significativamente i valori delle emissioni di CO₂, fino a 4 g / km. (T&E, 2018)

³⁷ Art. 12 comma 1, REGOLAMENTO (CE) n. 443/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO.

Table 3.4 Performance of the manufacturers that registered eco-innovation in 2017 including and excluding eco-innovation adjustments

Manufacturer	Average CO ₂ specific emissions Including eco-innovation (gCO ₂ /km)	Average CO ₂ specific emissions excluding eco-innovation (gCO ₂ /km)	Difference with or without eco-innovation (gCO ₂ /km)
Bayerische Motoren Werke AG	120 794	120 967	0.173
BMW M GmbH	160 703	160 908	0.205
Daimler AG (*)	126 672	126 759	0.087
Honda Motor Co Ltd	119 922	119 984	0.062
Honda Türkiye AS	138 168	138 342	0.174
Honda of the UK Manufacturing Ltd	135 935	135 938	0.003
Mazda Motor Corporation	130 745	130 771	0.026
Opel Automobile GmbH	123 572	123 578	0.006
Porsche AG	175 925	176 045	0.120
Skoda Auto AS	115 948	115 971	0.023

Note: (*) Following verification by the European Commission pursuant to Article 12 of Regulation (EU) No 725/2011, the CO₂ savings from eco-innovation code e8 reported for Daimler AG's vehicles have been withdrawn from the calculation of the average specific emissions of that manufacturer.

(Fonte: EEA, 2018)

2.2.4. Supercrediti

I supercrediti nascono da una *ratio* simile a quella delle eco-innovazioni: incentivare i produttori a sviluppare veicoli a zero, o bassissime, emissioni. Grazie ai supercrediti, infatti, tali veicoli avranno una ponderazione diversa ai fini del calcolo delle emissioni medie. Nelle due fasi analizzate (2012-2015 e 2019-), nel computo delle emissioni medie di CO₂, ogni nuova autovettura con emissioni specifiche di CO₂ inferiori a 50 g CO₂/km conta³⁸ come:

Per la prima fase:

- 3,5 autovetture nel 2012,
- 3,5 autovetture nel 2013,
- 2,5 autovetture nel 2014,
- 1,5 autovetture nel 2015,

³⁸ Art. 5, REGOLAMENTO (CE) n. 443/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO.

— 1 autovettura dal 2016.

Per la seconda fase:

— 2 autovetture nel 2020,

— 1,67 autovetture nel 2021,

— 1,33 autovetture nel 2022,

— 1 autovettura dal 2023,

per l'anno in cui è immatricolata nel periodo compreso tra il 2020 e il 2022, fatto salvo un limite massimo di 7,5 g CO₂/km su quel periodo per ciascun costruttore.

La possibilità di detenere supercrediti è stata aspramente criticata in quanto si configura come un *pollo di Trilussa* nel mercato dell'auto. Analizziamo il caso dell'anno 2012, in cui l'obiettivo era fissato in direzione dei 130 g CO₂/km. Con la vendita di una sola autovettura elettrica, un costruttore poteva immatricolarne un'altra che emettesse fino a 585 g CO₂/km pur restando nel target stabilito per legge. Per questo e altri motivi³⁹, T&E e Greenpeace si opposero fermamente a qualsiasi tipo di supercredito incluso nel regolamento, poiché questi ne diminuiscono i vantaggi. Inoltre, secondo la loro analisi le case automobilistiche non ne avrebbero bisogno per raggiungere gli standard fissati per il 2020, dunque porterebbe solo ad una distorsione inutile.

2.2.5. Pool di produttori

Al fine di compensare gli squilibri fra i parametri europei e sfioramento di emissioni di CO₂, i produttori possono decidere di raggrupparsi e agire congiuntamente per raggiungere i loro

³⁹ Per ulteriori informazioni: <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/Briefing-Effect%20of%20supercredits2.pdf>

obiettivi. La creazione di un pool può riguardare uno o più anni civili, a patto che ciascun accordo non superi i cinque anni civili. Ferma restando l'applicabilità generale a tali raggruppamenti delle regole comunitarie in materia di concorrenza, tutti i membri assicurano, in particolare, che nell'ambito dell'accordo non vi sia condivisione di dati né scambio di informazioni, ad eccezione delle seguenti informazioni:

- a) emissioni medie specifiche di CO₂;
- b) obiettivo per le emissioni specifiche;
- c) numero totale di veicoli immatricolati.

Di fatto, il vantaggio dei produttori consiste nell'abbassare la media delle emissioni, o modificare l'obiettivo specifico di gruppo per evitare di essere messi all'indice. Finora, tale operazione è stata effettuata sia da brand che appartengono al medesimo gruppo industriale, come Peugeot con Citroen e Opel, o Volkswagen con Audi, Seat e Skoda, sia da aziende o gruppi differenti, come FCA con Tesla, o Mazda e Toyota.

2.2.6. Deroghe ed esenzioni

I costruttori responsabili di meno di 300000 autovetture di nuova immatricolazione nell'UE in un determinato anno possono beneficiare di esenzioni o deroghe.

Più specificamente:

- I produttori responsabili tra le 10 000 e le 300 000 auto immatricolate all'anno (produttori di “nicchia”) possono richiedere un obiettivo di deroga per gli anni 2012-2019 pari a una

riduzione del 25% rispetto alle loro emissioni medie del 2007 e un obiettivo di deroga dal 2020 su una riduzione del 45% rispetto al livello del 2007.

- I produttori responsabili tra le 1 000 e le 10 000 auto immatricolate ogni anno (produttori di “piccoli volumi”) possono proporre il proprio obiettivo di deroga, che deve essere approvato dalla Commissione sulla base dei criteri stabiliti nel regolamento.
- I produttori responsabili di meno di 1 000 auto immatricolate all'anno sono esonerati dal raggiungimento di un obiettivo di emissioni specifico, a meno che non si applichino volontariamente un obiettivo di deroga.

Tali deroghe sono proposte principalmente per non addossare costi eccessivi in capo ai piccoli produttori, potenzialmente portatori di tecnologie innovative.

Tuttavia, per completezza, presentiamo anche un secondo caso estremo. La casa costruttrice Bugatti -che si trova in un segmento di lusso- effettua un numero di vendite molto ridotto (22 auto vendute in Europa nel 2018). Recentemente, il brand ha fermato la produzione della Chiron a 500 esemplari, che ci si aspetta, troveranno tutte un acquirente. Questa particolare vettura alla velocità massima emette circa 4,5 kg/km di CO₂⁴⁰, il che equivale a dire che, potenzialmente, una sola automobile è pari a circa 50 (47,4) auto con un’emissione pari al limite imposto per il 2021 (95g CO₂/kg), mentre se considerassimo l’intera produzione arriveremmo a ben 23700.

Ovviamente, le emissioni espresse si intendono alla massima velocità, quindi difficilmente toccheranno quei livelli, inoltre l’uso di una utilitaria è senza dubbio più intensivo rispetto a quello di una supercar.

Tale deroga sarà rimossa a partire dal 2028.

⁴⁰ <https://www.sicurauto.it/news/auto-elettriche-ibride/le-auto-elettriche-e-ibride-che-valgono-piu-crediti-co2-in-europa-al-2021/>

2.3. Altri incentivi dei singoli stati per l'acquisto di automobili a basse emissioni

Oltre alla regolamentazione europea appena analizzata, i singoli stati hanno implementato un sistema di tassazione e sussidi basato sulla CO₂ emessa dai veicoli. Queste possono colpire sia i costruttori, sia i consumatori, in momento di acquisto o per il possesso⁴¹. L'effetto desiderato è il progressivo efficientamento del parco auto nazionale. La modalità più diffusa consiste nel concedere *bonus* o *malus* nell'atto di acquisto. Tale sistema è implementato in 20 dei 28 Stati membri.

Nel caso dell'Italia è previsto un sistema *bonus / malus* basato sulla CO₂ delle auto di nuova immatricolazione. La tassa di possesso è, invece, basata sulla potenza del motore e sugli standard euro. Le case produttrici, infine, non sono esposte ad imposte basate sulle emissioni.

Gli incentivi italiani sono caratterizzati, dal lato consumatori, da:

- *Bonus*: un unico importo (massimo € 6.000 per le auto emissione di 20 g CO₂ / km o meno) alla prima registrazione tra il 01/03/2019 e il 31/12/2021.
- *Malus*: fino a un massimo di € 2.500 per le auto che emettono di più di 250 g CO₂ / km

2.4. Il problema del *rebound effect*

Gli economisti del Consiglio dell'UE concordano sul fatto che esista il rischio di un effetto rimbalzo, dovuto all'aumento di efficienza dei consumi, per cui una riduzione dei costi del carburante genera un aumento dell'utilizzo dei veicoli. Questo fenomeno si chiama effetto di *rebound* e potrebbe compensare parte della riduzione delle emissioni di gas di scarico.

Tuttavia, il Consiglio stima che l'effetto non sia sostanziale e che comunque il consumo totale di energia sia ridotto dal miglioramento dell'efficienza. Bruno De Borger et al. (2016), hanno provato a stimare il possibile effetto rimbalzo nell'uso dell'automobile per le famiglie danesi:

⁴¹ Per maggiori informazioni, consulta https://www.acea.be/uploads/publications/CO2-based_motor_vehicle_taxes_EU-2019.pdf

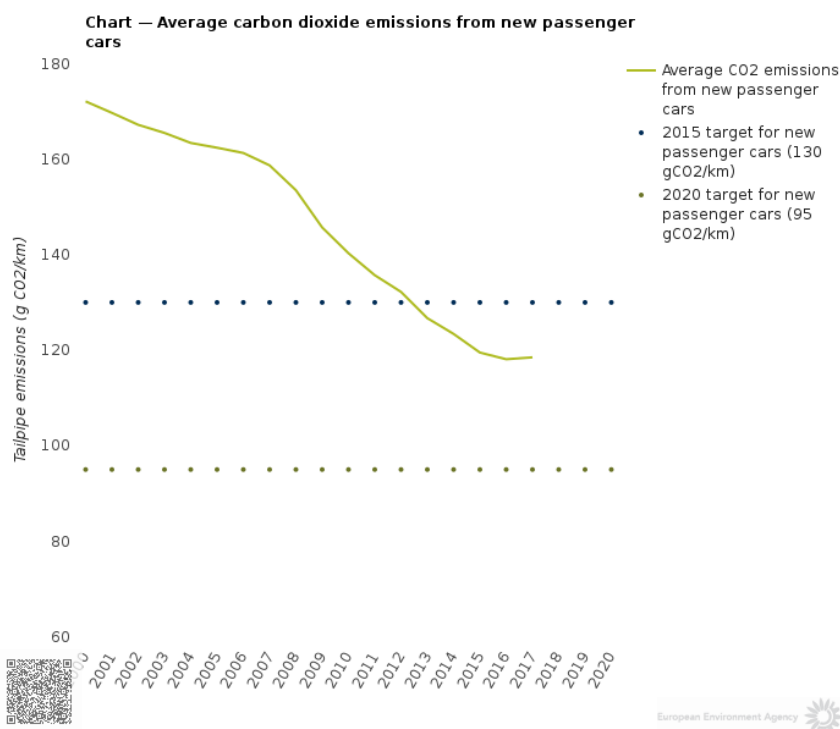
questo, secondo la sua ricerca, ammonterebbe a circa il 7,5%-10%. Tuttavia, l'analisi presenta alcuni ovvi limiti, evidenziati dagli autori stessi. Uno su tutti, il fatto che la ricerca è stata realizzata in Danimarca, in cui le tasse sulle auto relativamente alte e vi è una bassa percentuale di proprietari di auto, il che limita la possibile replicabilità su altri paesi.

Sono stati pubblicati diversi studi sul tema, in particolare sulle possibili alternative di *policy* per poter ridurre l'impatto del rimbalzo. Maxwell et al. (2011) definiscono sei percorsi: progettazione, valutazione e performance degli strumenti politici, stili di vita e comportamento dei consumatori sostenibili, sensibilizzazione e istruzione negli affari, tecnologia e innovazione, strumenti economici e nuovi modelli di business. I principali strumenti politici idealizzati sono generalmente concentrati su strumenti del tipo *market-based*, focalizzati su *carbon* ed *energy pricing* (Saunders, 2011). Alcuni autori, tuttavia, hanno identificato una serie di potenziali percorsi politici, inclusi strumenti non di mercato. Ad esempio, van den Bergh (2011) analizza cinque percorsi politici per la mitigazione del rebound effect quali: fornitura di informazioni e "suasion morale", comando e controllo, regolamentazione dei prezzi, sussidi e permessi negoziabili.

3. Il mercato europeo e *trend* di controbilanciare

l'efficientamento tecnologico

Il 24 giugno 2019, l'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) ha rilasciato alcuni dati che confermano che in Europa le emissioni di CO₂ delle nuove autovetture sono aumentate per la seconda volta consecutiva nello scorso anno, con un +1,8% rispetto al 2017 (ACEA, 2019).



(Fonte: EEA, 2019)

Nel 2018, le emissioni medie europee sono state di 120,6 g CO₂/km, una cifra ben lontana dai 95 del target introdotto per il 2020/2021.

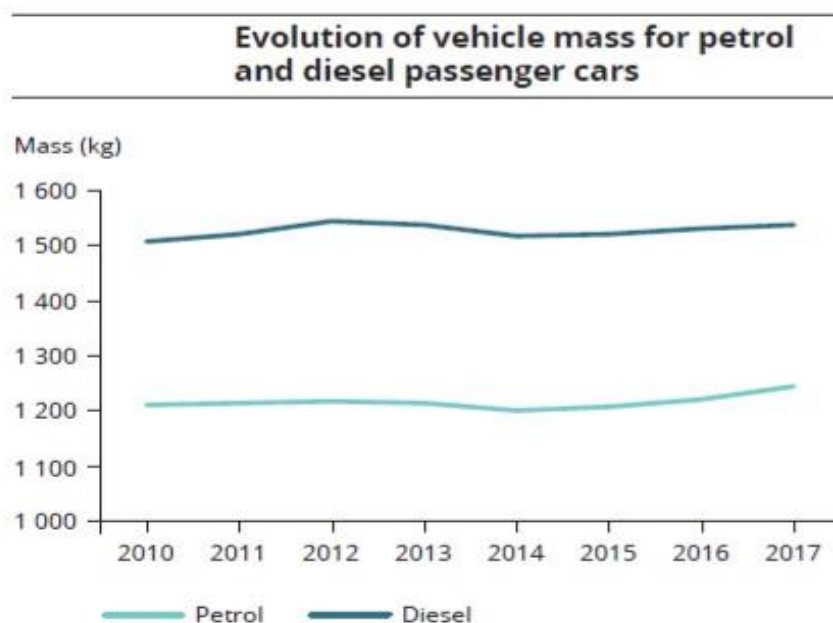
Nei prossimi paragrafi analizzeremo alcuni dei motivi che hanno portato ad un aumento delle emissioni medie per le auto di nuova immatricolazione.

3.1. Maggiori dimensioni e maggior peso

Secondo le statistiche pubblicate dall'ICCT (2017), negli ultimi 15 anni la massa (kg) delle auto vendute in Europa è cresciuta in media del 10%, passando da 1268kg a 1392kg. Si stima

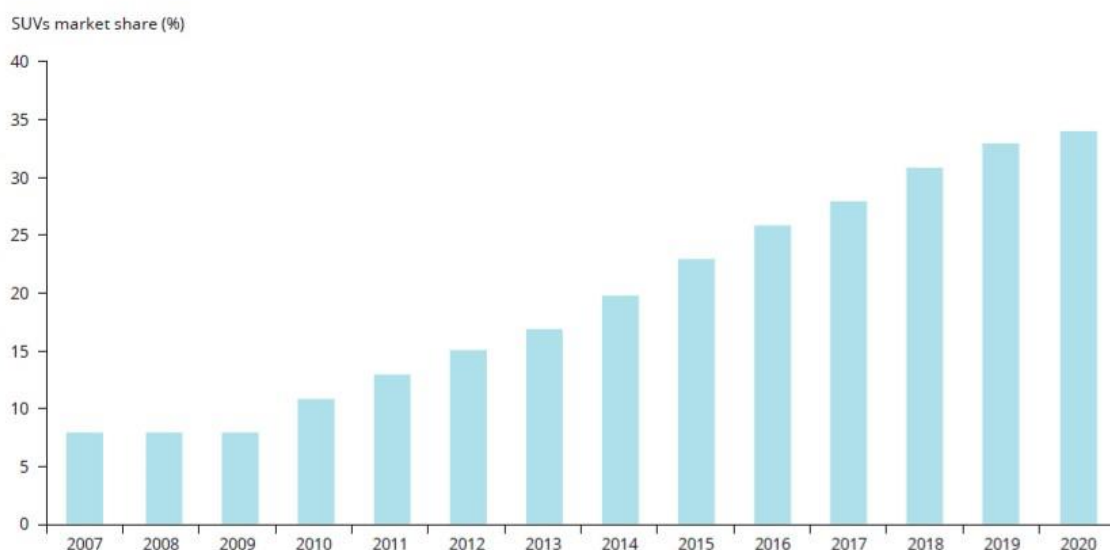
che tale incremento abbia contribuito complessivamente ad aumentare le emissioni di circa 8,5g CO₂/km. I modelli di oggi sono molto più pesanti dei loro predecessori. La Fiat 500 oggi, per esempio, pesa il doppio rispetto allo stesso modello venduto negli anni '60 e '70. Tra le ragioni, c'è da includere il fatto che i veicoli moderni sono più sicuri, ma anche che sono dotati di maggiore intrattenimento a bordo. Ugualmente, la dimensione dei modelli è aumentata nel tempo, anche se in misura inferiore rispetto al peso. Il picco è stato raggiunto nel 2012 e, dopo una leggera flessione, nel 2016 ha ripreso a salire. L'European Aluminium, un'associazione industriale europea, ha stimato che una riduzione per 100kg di massa possa portare ad un risparmio di emissioni tra i 5,4g e i 6,9g CO₂/km. I veicoli più pesanti sono realizzati produttori di fascia alta: Audi, BMW, Mercedes-Benz e Volvo. Fiat e Dacia producono le auto più leggere, ma il peso è, attualmente, in rapida crescita (rispettivamente del 21% e del 14%) ed entrambi si stanno avvicinando alla media europea. Per contrasto, Citroën ha visto la massa media di auto vendute leggermente diminuita rispetto al 2001 (-2%). Oltre ai motivi accennati in precedenza, stiamo anche assistendo ad una variazione nelle preferenze dei consumatori: nel mercato dell'UE, le vendite di SUV sono cresciute dal 4% nel 2001 al 36,4% nel 2018, diventando il principale segmento automobilistico sul mercato. Questa trend dovrebbe continuare e le stime prevedono che un terzo delle vendite di auto dell'UE potrebbe essere SUV entro il 2020. Tuttavia, questi, oltre ad essere meno aerodinamici, sono, in genere, fino a 250 kg più pesanti rispetto ad una convenzionale ad una berlina a due volumi.

Esistono poi altre cause legate a nuove tecnologie le cui implementazioni hanno generato un appesantimento dei veicoli, sebbene non tanto quanto il passaggio ai SUV. Riportiamo alcuni esempi esplicativi: il turbo, il cambio automatico, la doppia frizione, sensori di parcheggio e telecamere etc.



(fonte: EEA, 2018)

Figure 5.7 SUVs market share for 2007-2016 and forecast until 2020



(Fonte LMC, 2018; Munoz, 2018)

3.2. Maggior potenza e maggiori profitti

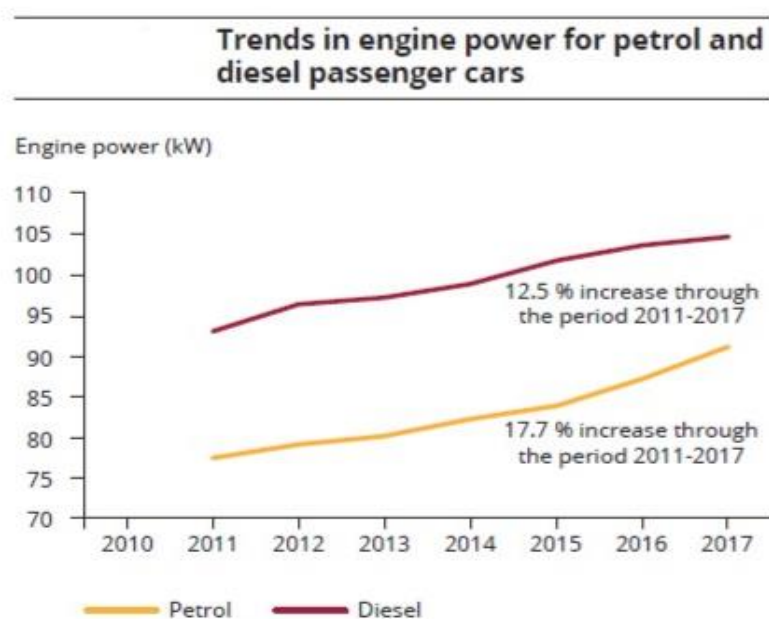
Analizzando ancora dati dell'ICCT (2017), si evince che la potenza dei motori è aumentata del 28% dal 2001 al 2016, arrivando a una media di 95 kW, il che influisce sulle emissioni di CO₂, compensando gran parte dei miglioramenti in efficienza. Questa tendenza, riscontrabile

a livello di settore, è, anche qui, guidata da ragioni commerciali: i motori di potenza più elevata generano, solitamente, maggiori profitti e rendono modelli più appetibili agli occhi dei possibili acquirenti. In ogni caso, è bene sottolineare la potenza non è necessariamente sintomo di minore efficienza, tuttavia a parità di velocità c'è un maggior consumo di carburante (quindi, maggiori emissioni). Chiaramente, se la potenza aggiuntiva viene anche utilizzata per ottenere accelerazioni più rapide, ugualmente, in questa circostanza si avranno maggiori consumi. Inoltre, le auto ad alte prestazioni devono anche essere dotate di sospensioni e freni adeguati alla potenza, il che comporta una massa superiore.

Tra i costruttori, i brand premium -Audi, BMW, Mercedes-Benz e Volvo- hanno la maggior potenza media; Skoda è quella che ha avuto un maggiore incremento (105%) a seguito della sua fusione con Volkswagen.

Toyota è l'unica azienda che ha mantenuto una potenza media del motore quasi costante (+1%) negli ultimi 15 anni, con le sue crescenti vendite di propulsori ibridi, progettati per favorire l'efficienza, rispetto alla potenza.

Confrontando le variazioni di potenza per segmenti, utilizzando il 2001 come anno base, le autovetture medio-piccole sono cresciute del 25%; quelle medio-grandi del 29%; furgoni e monovolume di 33%; auto di lusso del 37% e quasi 50% per le auto sportive.

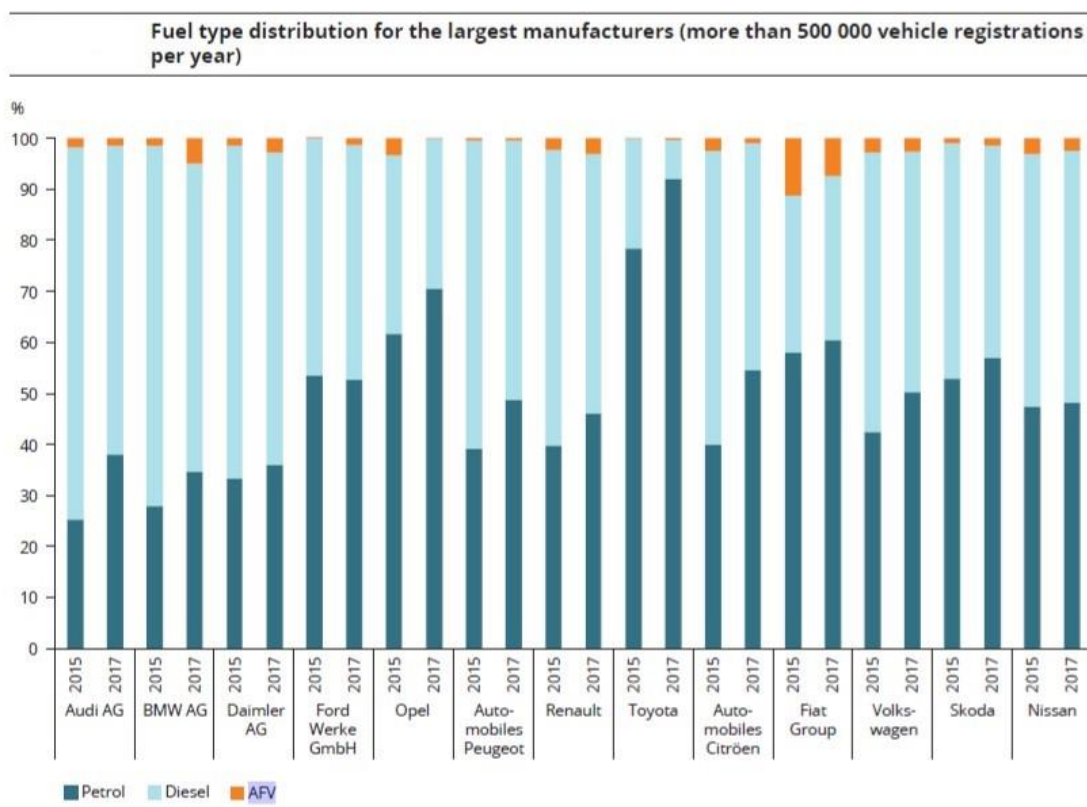


(Fonte: EEA, 2018)

3.3. Quanto influisce il declino del diesel?

In passato, la principale strategia dell'industria automobilistica europea, al fine di ridurre le emissioni di CO₂, consisteva nell'efficientamento e nella diffusione di veicoli alimentati a diesel⁴². La quota di veicoli a diesel è, infatti, cresciuta dal 36% nel 2001, fino a un picco del 55% del 2011. Dal 2013 in poi, è stata osservata una leggera, ma costante, flessione, accelerata fortemente a seguito dello scandalo *Dieseldgate*, costato, tra l'altro, a Volkswagen miliardi di dollari in sanzioni e processi. Nel 2018, i motori a benzina sono saliti dal 50,3% al 56,7% (ACEA, 2019), mentre la percentuale di nuove auto a diesel è scesa dal 44% al 35,9%. Tra i costruttori con una quota di mercato globale superiore al 5%, Toyota rappresenta un caso virtuoso in questo senso, infatti, dal 1° gennaio 2018, ha eliminato la sua gamma di auto a diesel dal mercato puntando forte sulla tecnologia ibrida.

⁴² Rispetto alla benzina, il diesel ha un minore impatto in termini di CO₂, tuttavia produce maggiori emissioni di particolato.



(Fonte: EEA, 2018)

Nonostante tali premesse, il trend del gasolio, anche se in discesa, vive periodi altalenanti. Lo scorso anno, Mercedes affermava che negli USA il diesel era di fatto morto⁴³; tuttavia, nel 2019 la sua quota è cresciuta nuovamente (Alan Baum, Baum & Associates, 2019), il motivo è da ricercarsi nella maggior economicità per il possesso di SUV di grosse dimensioni e pick-up (Schaeffer, 2019). BMW e Volkswagen, inoltre, sostenendo di produrre tecnologie a diesel molto pulite, per incentivarne l'acquisto, hanno creato una politica di *buy-back* che prevede un riacquisto delle vetture in caso di eventuali provvedimenti a sfavore del turbodiesel entro tre anni dall'immatricolazione.

Anche l'Italia appare in controtendenza. Nella penisola il diesel conta ancora per il 56% del mercato dell'auto. "Ciò perché il governo italiano non ha ancora assunto una posizione chiara contro il diesel e perché l'Italia è il terzo Paese europeo dove la benzina costa di più", ha spiegato al Financial Times un analista di Jato Dynamics, Felipe Munoz. Inoltre, Fiat, il

⁴³ <http://www.thedetroitbureau.com/2018/01/mercedes-benz-doesnt-believe-us-is-good-market-for-diesel/>

principale costruttore nazionale, ha costruito gran parte della sua fortuna degli ultimi 20 anni grazie alla tecnologia *multijet*. Ad ogni modo, gli obiettivi del 2050 di ampia decarbonizzazione per la protezione del clima saranno realizzabili, nel settore dei trasporti, solo se i motori a combustione non saranno più ammessi dal 2035 in poi (Öko-Institut 2016). Tuttavia, considerando il presente, le auto a benzina emettono più CO₂ delle auto diesel equivalenti. "Sebbene il divario tra le emissioni medie di CO₂ delle autovetture diesel e benzina si stia riducendo, è ancora significativo, soprattutto perché lo scorso anno sono state vendute quasi 1 milione in più di nuove auto a benzina rispetto al 2017", ha dichiarato Erik Jonnaert (2019), segretario generale dell'ACEA. Anche il presidente dell'ACI, Angelo Sticchi Damiani (2019) invita a “non demonizzare i nuovi diesel”, pur sostenendo l’obiettivo di elettrificazione.

L’obiettivo di 95 g CO₂/km entrerà in vigore il prossimo anno, seppur solo per il 95% delle vendite più ecologiche, e i costruttori dovranno affrontare la loro più grande sfida per poter ridurre le proprie emissioni medie. Secondo Evercore ISI, per soddisfare i nuovi limiti Renault e il gruppo PSA subiranno costi aggiuntivi vicini al 40% dei loro profitti operativi (Evercore ISI, 2019), mentre Volkswagen dovrà spendere più di ogni altro costruttore (4,013 miliardi di euro).

Per quanto riguarda il gap tra le emissioni del 2018 e il target 2020/21, è maggiore del 20% per ben 5 costruttori europei, in ordine: Dacia, Opel, FCA, Seat e Skoda.

Nelle pagine seguenti di questo capitolo analizzeremo due modalità utilizzate dai produttori per diminuire la media di emissioni di CO₂: la manipolazione dei test e l’elettrificazione⁴⁴.

⁴⁴ Altre possono essere, ad esempio, l’utilizzo l’efficientamento delle attuali tecnologie, utilizzo di biocarburanti, indirizzamento di marketing verso modelli più efficienti etc.

3.4. Il problema della flessibilità dei test NEDC

Lo scandalo *Dieseldgate* che ha coinvolto Volkswagen è stata solo la punta di un iceberg di una pratica fortemente diffusa tra tutti i produttori. Si stima che la differenza tra emissioni dichiarate e quelle reali superi, per alcuni modelli, anche il 50%, tanto che *Transport&Environment* e altri esperti non sono in grado di spiegarsi come sia possibile riuscire a ottenere risultati così bassi durante i test⁴⁵. Anche se le prove di laboratorio non sono in grado di riprodurre perfettamente le emissioni di CO₂ delle auto, il divario tra l'utilizzo di carburante misurato e quello effettivo, rilevato da un conducente medio della stessa vettura, si stanno allargando a un tasso sbalorditivo. Il motivo principale è che le case automobilistiche hanno preferito adattare la tecnologia per migliorare l'efficienza dell'auto durante i test, piuttosto che su strada (T&E, 2016). Infatti, il crescente gap non può essere spiegato dai cambiamenti, rispetto al passato, nello stile di guida; né dall'aggiunta di equipaggiamento aggiuntivo (come sedili riscaldati) montato sull'auto, sebbene dia un piccolo contributo; né, ancora, da un'anomalia statistica generata da un significativo miglioramento in efficienza delle auto; né, infine, difetti di un test che, per quanto obsoleto, non giustifica tali risultati (ICCT, 2016).

Nel gennaio 2019, ICCT ha stimato che il gap medio tra le emissioni dichiarate e quelle reali è passato dall'8% ad una percentuale che varia tra il 29% e il 48% nel 2017, in base alle fonti di dati raccolti. All'inizio degli anni 2000, veicoli a diesel avevano una differenza di prestazioni su strada più grandi di quelli a benzina. Questa situazione si è capovolta nel 2005, per poi ripetersi e affermarsi dopo 2010: da allora i diesel sono stati protagonisti un maggior incremento della distorsione (6%) rispetto alle auto a benzina. Nel 2015, si è attestata una differenza del 36% per i motori a benzina e del 42% per il diesel. Questo è interessante, dato che sulle nuove auto il presunto vantaggio CO₂ del diesel, misurato nei risultati dei test, si è ridotto: in media 119 g / km per il diesel, contro 123 g / km per la benzina (2015). Tuttavia, se si computano le distorsioni da laboratorio appena discusse, le emissioni di CO₂ su strada dei modelli diesel venduti nel 2015 sarebbero state di 170 g / km, mentre quelli a benzina di soli

⁴⁵ Qui è possibile trovare alcuni metodi utilizzati per abbassare le emissioni in laboratorio:
https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/CarTestingLoopholes_ENG.pdf

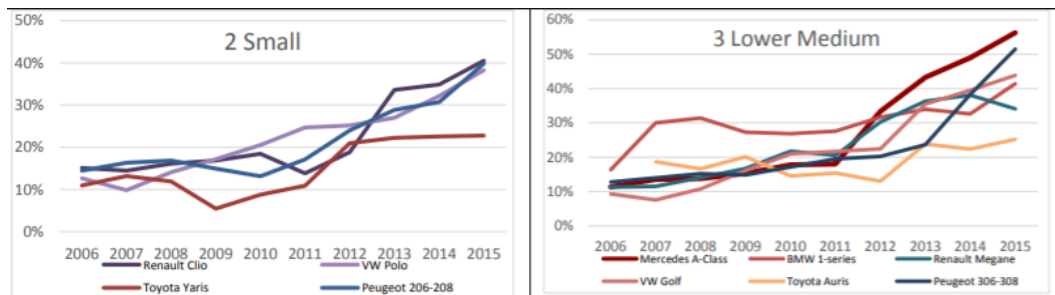
167 g / km (una differenza di oltre 2 g / km a favore della benzina). Tuttavia, le nuove tecnologie diesel euro 6d e 6d-TEMP, lanciate recentemente sul mercato, sono considerate molto pulite. Nel 2019, ADAC (2018) ha confermato i minori consumi e le minori emissioni di CO₂ rispetto alle auto a benzina; inoltre, anche in termini di Nox, si è stimato che questi inquinino l'85% in meno rispetto ai modelli Euro 5.

3.4.1. Il test NEDC e i modelli in commercio

L'analisi specifica della distorsione tra prestazioni nei test, in confronto a quella reale, per una gamma di modelli ad alta diffusione (dati Spritmonitor DE, 2016), mostra ampie disparità come illustrato nelle Figure. L'attuale test NEDC non fornisce una solida base per il confronto tra modelli, come sostiene anche la stessa l'industria automobilistica.

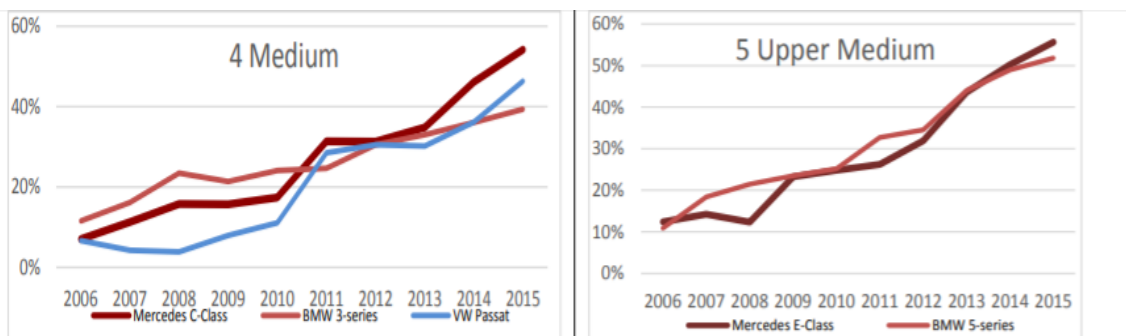
Per Mercedes il divario è superiore al 50% per tutti i modelli. Un focus più dettagliato, che esamina i modelli più popolari di ogni segmento, mette in risalto questi punti:

- Le utilitarie di piccole dimensioni più popolari, che includono la Renault Clio, la Volkswagen Polo, la Toyota Yaris e la serie Peugeot 200, a metà degli anni 2000 presentavano divari abbastanza bassi tra test ed emissioni reali, del 10-15% circa. Successivamente, Renault, Volkswagen e Peugeot sono passate tutte da una percentuale inferiore al 20% nel 2010, a circa il 40% nel 2015. L'unica eccezione è stata la Toyota, rimasta abbastanza stabile intorno al 20%.
- Per le berline compatte, vengono confrontati sei modelli: la Mercedes Classe A, la BMW Serie 1, la Renault Megane, la Volkswagen Golf, la Toyota Auris e la serie Peugeot 300. Nel 2006, il gap si registrava in un range compreso tra il 10% e il 15%. La BMW lo ha incrementato rapidamente, in soli due anni, fino al 30%, quando è stata lanciata la gamma *Efficient Dynamics*, mentre per la maggior parte degli altri la crescita è stata più costante, fino ad attestarsi fra il 40% e il 50%, nel 2015. L'unica eccezione è stata la Mercedes che ha superato il 55%.



(fonte: Transport&Environment. *Mind the Gap*, 2016)

- I modelli selezionati per il segmento medio-grande sono: la Mercedes Classe C, la BMW Serie 3 e la Volkswagen Passat. Ancora una volta, nel 2006 si registra un divario del 10%. Tuttavia, la Mercedes e la BMW già nel 2013 avevano raggiunto oltre il 30%. Come nel caso precedente, è la prima delle due a essere la protagonista: infatti, nel 2015 ha ampiamente superato la soglia del 50%.
- Infine, il segmento di berline premium è composto dalle sole Mercedes Classe E e BMW Serie 5. Allo stesso modo, nel 2006 la distorsione era vicina al 10%, per poi superare il 50% nel 2015.



(fonte: Transport&Environment. *Mind the Gap*, 2016)

3.4.2. Implicazioni per gli stakeholders

Gli standard europei sono serviti, almeno sulla carta, a ridurre le emissioni di CO2. Tuttavia, il fenomeno della manipolazione dei test mina la reale efficacia di queste misure. Infatti, il

maggior consumo di petrolio svantaggia più parti. Ad esempio, considerando l'economia Europea in generale, si stima che per ogni 10 euro spesi alla pompa di benzina, 3,20 euro escano dall'Unione per pagare l'importazione di petrolio.

Analizzando le diverse prospettive dei vari *stakeholders*, un aumento di emissioni genera:

- Per i governi: inefficacia nel sistema di tassazione dei veicoli, che, come è stato presentato in precedenza, in diversi paesi è basata sulle emissioni di CO₂. Nel 2018 Runkel & Mahler hanno quantificato il totale di gettito perso e il risultato nel 2016 è stato di circa 10 miliardi di euro per solo 11 paesi europei. Imbrogliando, inoltre, gli incentivi fiscali per i veicoli a basse emissioni di carbonio sarebbero caratterizzati da un'allocazione inefficiente e ciò rallenta il processo di decarbonizzazione del trasporto su strada.
- Per i consumatori: la conoscenza del reale livello di emissioni può influenzare la loro scelta. Assumendo il prezzo del carburante pari a 1,30 euro al litro e un utilizzo di 15000 km all'anno. L'ipotetico proprietario di una nuova auto affronterà costi aggiuntivi di rifornimento per circa 400 euro ogni anno, considerando la media di scostamento vista in precedenza. Inoltre, con l'introduzione del nuovo e più preciso sistema di misurazione delle emissioni, il ciclo WLTP (di cui parleremo nel prossimo paragrafo), si potrebbero generare maggiori costi di possesso legati alla tassazione delle auto basate sul CO₂, qualora quest'ultima non venga allineata ai vecchi test NEDC.
- Per i produttori: le specifiche tecniche dichiarate, se troppo distanti dalla realtà, possono minare la fiducia della clientela nei confronti del brand (come successo nelle prime battute del caso *Dieseldgate*). Inoltre, se i costruttori basano la propria strategia di emissione solamente sulla manipolazione dei test, potrebbero essere meno incentivati a sviluppare nuove tecnologie, sviluppando una sorta di miopia di marketing, che potrebbe erodere la loro leadership di mercato a favore di industrie maggiormente innovative.
- Infine, dal punto di vista sociale: il gap di emissioni rende inefficaci le politiche di mitigazione climatica, a scapito di tutti. Utilizzando i dati di Sprintmotor.de, si stima che le emissioni medie delle auto siano calate del 10% dal 2001, due terzi in meno di quanto è stato dichiarato ufficialmente.

3.5. L'introduzione del WLTP

A partire dall'autunno 2019, sarà introdotto un nuovo sistema di test per tutte le vetture, il *World Light Duty Test Cycle and Procedures* (WLTC/P), che è composto da un ciclo di prove che lo rendono più affidabile e preciso rispetto al suo predecessore, il NEDC. Tuttavia, è ancora quest'ultimo il parametro per il target 2020/2021; nonostante ciò, si è deciso di convertire il test NEDC al WLTP, tramite un'applicazione simulativa a computer. Dal 2020, tutte le nuove auto immatricolate dovranno esporre entrambi i valori, in modo che sia possibile confrontare il valore WLTP misurato e quello simulato, così che si potranno calcolare le emissioni medie per ogni produttore. Sarà anche possibile desumere un obiettivo equivalente a quello del 2020 calcolato direttamente con il WLTP come unità di misura, tramite una stima della media, simulata a partire del corrispondente valore di NEDC. Secondo ICCT e *Transport&Environment*, i due metodi di misurazioni porterebbero a una differenza di circa +10 g CO₂/km in favore del ciclo WLTP. Tuttavia, la stima finale che considera anche alcuni abusi svolti durante il NEDC, arriva quasi a raddoppiare la precedente correlazione (+18 g CO₂/km). In ogni caso, il beneficio legato all'introduzione del test WLTP non potrà esservi fino a quando non verrà fissato un nuovo obiettivo post 2020 basato sul WLTP stesso (T&E, 2019), cioè quello del 2025 che prevede una riduzione del 15% delle emissioni rispetto al 2021⁴⁶.

3.6. L'elettrificazione

L'automobile elettrica rappresenta un caso interessante dal punto di vista dell'economia industriale, della storia dei trasporti e dell'energia. Questo tipo di propulsione è stato già sperimentato alla fine dell'Ottocento, per poi essere superata dai motori termici. È tornata *in*

⁴⁶ https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en

auge intorno agli anni '80 (è celebre, anche in Italia, il modello Elettra della Fiat Panda, prodotto a partire dal 1990), per poi sparire misteriosamente e tornare ancora con forza, circa un decennio fa.

Basandoci su le attuali tecnologie, il motore elettrico sembrerebbe la risposta più valida nel breve e medio periodo per ridurre le esternalità negative generate dalla CO₂ (anche del rumore) emessa dal trasporto su strada. Allo stesso modo, anche la propulsione a gas può essere considerata un'importante tecnologia di transizione; tuttavia l'attuale politica spinge verso una autonomia energetica e ciò implica una riduzione della dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili; ciò ha aperto la strada all'elettrico. Si sta assistendo ad un'elettrificazione dei veicoli nei principali mercati automobilistici europei e asiatici. Nonostante ciò, finora i principali produttori europei hanno avuto un ruolo marginale in tale segmento, poiché hanno preferito proseguire la loro strategia consolidata, che prevede la vendita di automobili a combustione interna per uso privato.

Nel prossimo paragrafo forniremo una panoramica sulle varie tipologie di motori elettrici, per poi analizzare le strategie di produzione di alcuni brand per centrare l'obiettivo 2020/2021.

3.6.1. L'automobile elettrica

L'AE è un'automobile che utilizza come fonte di energia primaria l'energia chimica, immagazzinata in una o più batterie ricaricabili, rilasciata sottoforma di elettricità. Rispetto alle auto tradizionali, le principali barriere che ne hanno limitato la diffusione di state la ridotta autonomia e i maggiori tempi di rifornimento. In più, vi è una più scarsa presenza di infrastrutture in grado di supportare la mobilità elettrica. Questi (e altri) motivi hanno indirizzato le EV anche verso forme più blande che hanno unito due sistemi di propulsione. Le auto ibride montano, ad esempio, un motore elettrico ed uno termico: il motore a combustione interna trasforma l'energia chimica del combustibile (di notevole densità energetica e facilmente approvvigionabile dalla rete di rifornimento) con una efficienza accettabile. Il motore elettrico invece converte con una maggiore efficienza e versatilità l'energia disponibile, in minori quantità, nelle batterie. In più, quasi tutti i modelli montano un sistema di frenata

rigenerativa, che permette di catturare l'energia cinetica nelle batterie: questa infatti, in condizioni normali, si disperderebbe dopo essersi trasformata in calore. La prima auto di questo tipo ad essere commercializzata sul mercato di massa è stata, nel 1997, la Toyota Prius, che è stata la capostipite di molti altri modelli di successo del brand, che tutt'ora può vantare la leadership con la sua gamma *hybrid*.

In generale, esistono 4 tipi di ibridazione:

- Le auto “micro-ibride”: la parte elettrica consiste nella normale batteria da 12 Volt al piombo e in un motorino di avviamento da 2-3 kW, che consente la funzione *Stop&Start* del propulsore termico. L'alternatore fornisce una ricarica parziale della batteria, sfruttando la fase di decelerazione, e il motore si spegne quando il veicolo è fermo (ad esempio, durante l'attesa al semaforo), per poi riaccendersi automaticamente in ripartenza. Il risparmio di carburante è di circa il 5%, ma può risultare maggiore in cicli urbani. La micro-ibridazione è ormai presente su quasi tutti i nuovi modelli, ma non consente un vantaggio significativo rispetto agli altri tipi. Per questo motivo, quando si parlerà di ibrido, non si terrà considerazione di questa tecnologia.
- Le “*mild-hybrid*”: l'impianto elettrico è composto da un motore elettrico da 10-15 kW alimentato da batterie NiMH o al Litio da 42 a 150 Volt. Oltre alla funzione di *Stop&Start*, il propulsore termico è coadiuvato da quello elettrico in fase di accelerazione. Il risparmio di CO₂ oscilla tra il 10% e il 20%. Le auto ibride di casa Toyota o Honda sono esempi di questa tecnologia.
- Le “*full-hybrid*” (HEV): sono le uniche, finora, in grado di viaggiare, per brevi tragitti, in modalità *full-electric*, grazie a motori elettrici e batterie più potenti. Questa caratteristica può essere sfruttata principalmente in città, ed è proprio per questo motivo che le auto ibride godono spesso di un sistema di incentivi statali. Inoltre, possono circolare liberamente anche in molti luoghi in cui vigono limitazioni al traffico. La riduzione media di CO₂ è tra il 20% e il 40%.
- Le “*full-hybrid plug-in*” (PHEV): hanno le stesse peculiarità dell'HEV, con il grande vantaggio di essere dotate della possibilità di essere ricaricate direttamente alla presa elettrica di casa o presso le apposite colonnine. Avendo a disposizione questa opzione, per viaggiare in elettrico non è più necessario attendere che il motore termico provveda

a recuperare l'energia durante la marcia, dato che la ricarica delle batterie può avvenire in via diretta. Tutto ciò permette un risparmio di emissioni che varia fra il 50% e il 75%. Appartengono a questa tipologia di auto ibride i modelli Toyota Prius plug-in, Audi A3 e-tron, Volkswagen Golf e Passat GTE, Volvo V60 Plug-in, Ford Mondeo Plug-in.

Lo step successivo al PHEV è caratterizzato dai veicoli *full-electric*, individuati dalla sigla EV (*Electric Vehicle*) o BEV (*Battery Electric Vehicle*). Le BEV non hanno motore termico e sono trainate esclusivamente da un'unità elettrica alimentata da batterie ricaricabili, generalmente basate sul litio (litio-ione, Li-ion polimero o litio-ferro-fosfato). In questo modo, per muoversi non emettono CO₂ (tuttavia, occorre considerare l'intero ciclo di produzione di energia che alimenta gli EV, spesso caratterizzato dall'uso di combustibili fossili). I motori elettrici hanno complessivamente una maggiore efficienza energetica rispetto a quelli a combustione interna. Potenzialmente, i primi hanno, in media, un rendimento del 90%, contro il 28% della benzina e il 40% del diesel. Tuttavia, qualora si considerassero gli idrocarburi come unica fonte primaria di produzione, la propulsione elettrica avrebbe un'efficienza complessiva compresa tra il 15 e il 30%. Allo stesso modo, calcolando la raffinazione e il trasporto su gomma dei carburanti, i rendimenti complessivi benzina e diesel si attestano comunque inferiori: rispettivamente al 14% e al 20%. Tra i modelli *full-electric* più celebri troviamo senz'altro tutte le vetture Tesla, la Nissan Leaf e la Renault Zoe.

Una nicchia di auto elettriche si è, poi, in parte declinata in versioni *Range-Extended*, che prevedono un piccolo motore termico che ha la funzione di un generatore. Questo, infatti, può essere attivato esclusivamente per caricare le batterie dell'auto e non per alimentare direttamente la trazione della stessa. Il vantaggio è che le *Extendend Range* hanno un'autonomia leggermente maggiore, però di contro possono emettere CO₂, seppur in misura ridotta.

Esempi sul mercato sono l'Opel Ampera e l'apposita versione della BMW i3.

Ancora, si deve menzionare l'auto a idrogeno, divisa in due tipologie, entrambe considerate *zero-emission vehicle* (ZEV). I veicoli a celle combustibili (*fuel-cell*) convertono l'energia chimica dell'idrogeno in meccanica, facendolo reagire con l'ossigeno in una pila a combustibile, attraverso un processo chimico contrario all'elettrolisi che produce l'energia

elettrica che muove il veicolo. A partire dal 2014, la casa automobilistica giapponese Toyota ha messo in commercio la Toyota Mirai.

Infine, per completezza, seppur non classificabili come auto elettriche, tra le vetture ZEV ci sono le HICEV (*Hydrogen Internal Combustion Engine Vehicle*): A differenza delle *fuel-cell* che devono passare per lo stato elettrico per convertire la sua energia chimica in meccanica, tale tecnologia prevede l'alimentazione diretta del motore tramite la combustione dell'idrogeno. Il vantaggio degli HICEV rispetto al *fuel-cell* è, senz'altro, l'assenza della batteria. Un esempio di auto a combustione interna di idrogeno è la BMW Hydrogen 7. È il primo modello HICEV messo in circolazione in una serie limitata di poche centinaia di veicoli nelle flotte di aziende pubbliche per poterle testare.

4. Verso una mobilità a zero emissioni: a che punto è l'Europa?

Nel 2018, le auto alimentate con un'energia alternativa al petrolio ha coperto una quota del 7,4% del totale delle vendite nell'UE (ACEA, 2019). I veicoli ricaricabili elettricamente (BEV e HCEV) hanno avuto una copertura del 2%, gli ibridi (*mild* e *full hybrid*) del 3,8%, mentre il gas naturale (CNG), il gas di petrolio liquefatti (LPG) e la miscela di etanolo (E85) hanno rappresentato, complessivamente, l'1,5%. Per i motivi di autonomia energetica spiegati precedentemente, non terremo conto di queste ultime, anche se è importante sottolineare che, grazie all'uso massiccio di gas naturale, le emissioni di CO₂ degli USA sono diventate le più basse dal 1985.

Nel 2018 il mercato delle auto a carica elettrica (ECV) ha assistito all'immatricolazione di 301.501 veicoli, con una crescita dell'1,4% rispetto al 2014. I paesi in cui c'è stato un maggior numero di vendite in termini assoluti è stato la Germania con 67.504 unità vendute nello scorso anno (2% del totale), seguono UK (59.991) e Francia (45.587). In termini percentuali, solo in quattro paesi dell'UE i veicoli ECV hanno una quota di mercato oltre il 2,5%. Questi sono Svezia (8%), Olanda (6,7%) e Finlandia (4,7%) e Portogallo (3,4%), mentre per la metà di tutti gli Stati membri dell'UE il *market share* degli ECV è inferiore all'1%. In Croazia, Cipro, Lussemburgo e Malta la percentuale di vendite è stata addirittura dello 0%.

Per favorire la diffusione di ECV, 12 dei 28 governi dell'UE offrono incentivi per l'acquisto ai consumatori. In sei paesi, tra cui l'Italia, i bonus possono arrivare fino ad un tetto massimo superiore ai 5000 euro. Tra questi, troviamo prima per distacco la Romania (fino a 11.500 euro), seguita dalla Slovenia (fino a 7500 euro). È interessante notare che, attualmente, la stessa Romania è la quint'ultima nazione europea per presenza di punti di ricarica, con solamente 125 colonnine, ovvero l'0,1% del totale dell'UE. Infatti, è difficile pensare che ognuno abbia un garage privato dove poter rifornire il veicolo. Detto questo, nel novembre 2018 EnelX⁴⁷ ha dichiarato l'obiettivo di installare 2500 colonnine entro il 2023, tuttavia bisognerebbe

⁴⁷ <https://www.enelx.com/it/en/news-media/notizie/2018/11/installation-charging-stations-electric-vehicles-romania>

interrogarsi sull'effettiva sostenibilità un aumento della flotta di veicoli elettrici ricaricabili, senza prima disporre di adeguate infrastrutture di supporto alla tecnologia.

Nello stesso anno, la quota di mercato delle auto elettriche ibride (HEV) è stato quasi due volte maggiore di quella degli ECV, rappresentando oltre la metà di tutte le vendite di auto a propulsione alternativa nell'UE. I principali mercati europei di HEV, in termini di quantità, sono stati Germania (98.816), Francia (91.815) e Italia (81.892); mentre, per quota sul totale ci sono ai primi posti Finlandia (9,8%), Lituania (7,2%) ed Estonia (6,2%).

Al contrario delle ECV, le auto HEV non necessitano di infrastrutture diverse da quelle proprie dei veicoli a combustione interna.

Infine, le auto *fuel-cell* hanno debuttato recentemente nel mercato, motivo per cui hanno ancora una rilevanza del tutto marginale sia in termini di vendite, sia in termini di infrastrutture. Il mercato delle auto a idrogeno non arriva a coprire lo 0,1% in nessuno Stato membro. Gli unici paesi con più di 10 esemplari venduti sono stati Germania (154), UK (36), Francia (36) e Olanda (13). Il primo dei 47 punti di rifornimento europei è nato appena nel 2014 e, attualmente, quasi il 60% del totale sono divisi tra tre sole nazioni: Germania (13), Inghilterra (8) e Danimarca (7).

Sebbene tali numeri possano apparire irrilevanti, sono molte le case automobilistiche che credono in questa tecnologia. Il direttore del reparto di sviluppo di BMW, Klaus Frölich, sostiene che non ci sia richiesta di BEV sul mercato europeo e che dal 2030, l'idrogeno sarà la soluzione a traino della decarbonizzazione dei trasporti. Una visione simile è condivisa anche da Felix Gress, capo delle comunicazioni aziendali e degli affari pubblici di Continental⁴⁸. Al contrario, Elon Musk è fortemente critico circa l'accanimento sulle "*fool-cell*"⁴⁹.

Il futuro è chiaramente incerto e non è scontato che una sola tecnologia avrà il sopravvento sulle altre (McKinsey, 2019).

⁴⁸ <https://www.teslarati.com/tesla-evs-will-be-killed-by-hydrogen-cars-continental-executive/>

⁴⁹ <https://www.msn.com/en-us/money/companies/toyota-paccar-team-up-on-clean-hydrogen-tech-that-elon-musk-and-others-dismiss-as-fool-cells/ar-BBSte6E>

4.1. Quali strategie stanno adottando le imprese in vista del target 2020/21?

Attualmente, quasi tutti i produttori sono concentrati sull'aumento del loro portafoglio di veicoli a basse emissioni, tuttavia ognuno sta adottando approcci e strategie diverse. Tuttavia, troviamo tre modalità prevalenti per avvicinarsi all'obiettivo definito: focalizzarsi sul marketing, in modo da indirizzare i consumatori su modelli più efficienti che abbassino la media delle vendite, migliorare la propria efficienza su tutto il parco auto, oppure utilizzare meccanismi di flessibilità (eco-innovazioni o supercrediti).

Di seguito, analizziamo le scelte industriali specifiche dei cinque principali gruppi automobilistici (per volumi di vendite nel 2018) in Europa:

- Volkswagen Group è il più grande gruppo automobilistico del mondo e ingloba otto marchi in Europa (Volkswagen, Audi, Škoda, Seat, Porsche, Bugatti, Bentley e Lamborghini). Il marchio tedesco si sta concentrando sulla realizzazione di 16 impianti di fabbricazione per veicoli elettrici, che dovranno essere messi in funzione entro il 2022. Lancerà 80 nuovi modelli elettrificati, di cui 50 EV e 30 PHEV, ed ha come obiettivo quello di riuscire a vendere 3 milioni di auto *full-electric*, in tutto il mondo, entro il 2025.

Per realizzare ciò, nel dicembre 2018 VW ha dichiarato di aver pianificato di spendere 34 miliardi di dollari per la mobilità elettrica e 57 miliardi di dollari esclusivamente per l'acquisto di batterie. Del totale (\$91 mld), la metà (\$45,5 mld) sarà indirizzata alla Cina, in particolare VW investirà 17 miliardi di dollari entro il 2022 con i partner cinesi SAIC, FAW e JAC per realizzare veicoli elettrici ed è in trattativa con Geely per realizzare Smart EV in Cina.

- PSA Group è il secondo maggior gruppo di produttori europei. Sotto il gruppo francese ci sono quattro diversi marchi: Peugeot, Citroen, DS, Opel / Vauxhall. La sfida per la

riduzione delle emissioni di CO2 è aumentata a seguito dell'acquisizione di General Motors Europe, la cui flotta di auto è il 30% meno efficiente rispetto a categorie equivalenti di PSA e, inoltre, non dispone di un piano anti-CO2⁵⁰. La priorità è, quindi, quella di estendere la tecnologia propulsiva di PSA a GM, e ciò dovrebbe avvenire entro il 2024. Inoltre, PSA prevede sviluppare una gamma ibrida tramite nuove piattaforme modulari per integrare propulsori elettrificati a quelli termici. Entro il 2025, il gruppo avrà 40 modelli elettrificati, di cui 4 BEV (il primo di questi è atteso nel 2020). Gli investimenti pianificati ammontano a 0,77 miliardi di dollari, di cui 520 milioni di dollari per una *join venture* con Changan per costruire veicoli elettrici in Cina e 250 milioni di dollari per realizzare motori per veicoli elettrici.

- La Renault-Nissan è attualmente il più grande produttore di veicoli elettrici in tutto il mondo. Nel 2017, ha venduto più di mezzo milione un milione di auto elettriche a livello globale. Nel Mercato europeo, è presente sia con marchi *low-cost* (Dacia), sia tradizionali (Renault, Nissan e Mitsubishi), sia *premium* (Infiniti). L'alleanza Renault-Nissan ha un budget sessennale in ricerca e sviluppo di 20 miliardi di dollari fino al 2022. L'obiettivo è quello di rimanere il gruppo leader nella vendita di EV nel mercato di massa, investendo un miliardo in Francia tra il 2018 e il 2020. Entro il 2022, inoltre, mira a realizzare 17 veicoli *full-electric*, di cui nove con il marchio Renault, su impianti costruttivi comuni per il gruppo. Infine, Renault ha una joint venture da 220 milioni di dollari con Brilliance per costruire veicoli commerciali elettrici in Cina.
- Il BMW Group è il quarto gruppo automobilistico per vendite in Europa e gestisce tre marchi di fascia *premium*: BMW, Mini e Rolls-Royce.

⁵⁰ Per questo motivo, la multinazionale francese avrebbe chiesto il risarcimento per una cifra tra i 600 e gli 800 milioni di dollari. <https://www.ilfattoquotidiano.it/2017/11/30/psa-chiesto-risarcimento-a-gm-per-opel-manca-un-piano-anti-co2-se-e-vero-non-lo-sapeva-prima/4010793/>

BMW prevede di introdurre 12 nuovi veicoli elettrici a batteria (BEV) e 13 ibridi plug-in (PHEV). Il totale degli investimenti in elettrificazione ammonta a 6,5 miliardi di dollari, di cui 340 milioni da destinare ad un impianto EV di Lipsia e 225 milioni in uno di batterie di Monaco. Congiuntamente, il gruppo tedesco sta investendo 770 milioni di dollari in Cina per la realizzazione di mini-veicoli elettrici con il partner Great Wall.

- Fiat Chrysler Automobili (FCA) nasce dalla fusione tra Fiat e Chrysler del 2014. I suoi marchi principali in Europa sono: Fiat / Abarth, Alfa-Romeo, Jeep e Maserati.

Attualmente, la principale strategia del gruppo è quella di trasformare rapidamente la struttura delle vendite per raggiungere gli obiettivi di emissione. L'unico modo per non farsi trovare totalmente spiazzato è, infatti, quello di rendere più attrattivi i modelli di piccole dimensioni con basse emissioni. Successivamente, entro il 2022, FCA intende investire 10 miliardi di euro in elettrico ed eliminare dal mercato tutti i modelli a diesel. In tal modo, tutti i suoi marchi saranno, almeno parzialmente, elettrificati. Fiat ridurrà drasticamente il suo portafoglio prodotti per concentrarsi esclusivamente su piccole auto e *city-cars*, ovvero i modelli 500 e Panda, a benzina o EV. Il marchio Jeep offrirà 10 ibridi *plug-in* e quattro modelli di veicoli completamente elettrici. Maserati lancerà otto PHEV e quattro versioni BEV entro il 2022. Alfa Romeo ha bisogno di elettrificare l'intera gamma, con un massimo di sette ibridi *plug-in*.

Nel breve periodo, l'analisi di FCA ci suggerisce il fatto che, per i produttori tecnologicamente più arretrati in termini di riduzioni di CO₂, è necessario focalizzare la propria attenzione soprattutto su *marketing* e *pricing*. Solo aumentando i volumi di auto meno inquinanti sarà possibile avvicinarsi al target 2020/21 e ridurre le ammende. Tuttavia, c'è da considerare anche la questione del prezzo. I costi sostenuti dai produttori per la realizzazione di veicoli elettrici sono maggiori rispetto a quelli a combustione interna. Secondo le stime della Commissione Europea, si dovrà aspettare fino al 2025 questi abbiano lo stesso prezzo, mentre per *PA consulting* addirittura fino al 2028. Così i produttori potrebbero essere costretti fornire prezzi più bassi per incentivare l'acquisto di veicoli a basse emissioni, così da ridurre le loro emissioni

medie. Così facendo, l'industria automobilistica entra in un "deserto del profitto" (Alix Partners, 2019).

Inoltre, secondo la stima di *Reuters* (2019), nei prossimi dieci anni l'industria automobilistica mondiale ha pianificato di investire circa 300 miliardi di dollari sulla tecnologia EV. Metà della cifra è destinata ad investimenti in batterie e auto elettriche in Cina, che ha sviluppato un importante *know-how* sui vantaggi e gli svantaggi delle tecnologie delle batterie, grazie alla sua esperienza nel campo dell'elettronica di consumo e degli scooter elettrici. Le batterie, infatti, rappresentano la principale fonte di costo delle auto elettriche. Attualmente, la maggior parte della produzione di batterie è in Asia, ed è molto probabile che questa componente chiave potrà essere utilizzata in UE soprattutto tramite l'importazione (Deutsche Bank, 2016). Alla fine del 2017, il prezzo delle batterie agli ioni di litio è stato di 209 dollari / kWh. Nello stesso anno in Europa, i costi economici relativi alle importazioni di batterie per la fabbricazione di 217.465 veicoli elettrici è sono stimati a circa 900 milioni di euro. La European Battery Alliance crede che il valore di tale mercato, a partire dal 2025, sarà di 250 miliardi di euro all'anno. Per questo motivo, l'Unione Europea, che ha l'obiettivo di recuperare il terreno perduto, punta a soddisfare internamente il 30% del totale della domanda globale di celle per gli EV tramite investimenti di diversi *shareholders*. A tale proposito, nell'ottobre 2017 è stata creata la *European Battery Alliance*.

4.2. Proiezioni e conformità con i target 2020/21

In questo paragrafo analizzeremo le stime di conformità con l'obiettivo 2020/2021 per i cinque gruppi selezionati nel paragrafo precedente. A tal proposito, confronteremo le proiezioni realizzate da *Transport&Environment* e *PA consulting*. Le due fonti utilizzano due metodologie diverse. La prima considera quattro diversi scenari, in base all'utilizzo di altrettanti livelli di flessibilità nelle emissioni: nessuna, minima (3,5 CO₂ g/km), moderata (7 CO₂ g/km) e massima (14,5 CO₂ g/km).

La seconda tiene conto di tre proiezioni, che rappresentano altrettanti gradi di intensità nella riduzione delle emissioni: una standard, una conservativa e una aggressiva. Per semplicità, terremo conto solamente del primo scenario di entrambi (nessuna flessibilità e scenario standard), che ci forniranno una stima delle emissioni nel 2021 (PA) e l'anno in cui l'obiettivo sarà centrato (T&E).

CASA AUTOMOBILISTICA	EMISSIONI NEL 2016	EMISSIONI NEL 2017	OBIETTIVO PER IL 2021	PROIEZIONE PER IL 2021	DIFFERENZA (g CO2/km)
VOLKSWAGEN GRP.	120,4	122	97,7	101,5	3,8
PSA	110,4	112	93	95,6	2,6
RENAULT-NISSAN	111,2	112	94,8	92,1	-2,7
BMW	122,9	122	102,4	104,4	2
FCA	120	120	91,8	98,5	6,7

(Tabella elaborata a partire dai dati raccolti da PA Consulting)

BRAND	RAGG. TARGET 2021
VOLKSWAGEN GRP	2022
PEUGEOT	2020
CITROEN / DS	2020
OPEL-VAUXALL	2027
RENAULT	2021
NISSAN-INFINITI	2020
MITSUBISHI	2018
BMW	2023
FIAT-CHRYSLER	2030

(tabella elaborata a partire dai dati di T&E)

I punti chiave sono:

Per il gruppo Volkswagen:

- PA: il livello di emissioni scenderà da 122g a 101,5g nel 2021, mancando il suo obiettivo di 97,7 g con un margine significativo.

- T&E: sostiene che questo verrà raggiunto solo nel 2022.

Per PSA:

- PA: la CO₂ media crollerà da 112g di oggi al 95.6g nel 2021, ma non sarà sufficiente per raggiungere i 93g stabiliti dal target.
- T&E: Peugeot e Citroen/DS lo centreranno nel 2020, mentre Opel-Vauxhall nel 2027.

Per Renault-Nissan:

- PA: è previsto che le emissioni di CO₂ diminuiranno dai 112g di oggi ai 92.1g nel 2021, rientrando nei suoi 94.8g.
- T&E: Nissan-infiniti precederà di un anno Renault, che arriverà nel 2021.

Per BMW:

- PA: le sue emissioni di CO₂ diminuiranno dai 122g di oggi ai 104,4g nel 2021, avvicinandosi al raggiungimento del suo obiettivo di 102,4 g, che non sarà centrato.
- T&E: prevede che ci sarà conformità a partire dal 2023.

Per FCA:

- PA: la CO₂ scenderà da 120g a 98,5g nel 2021, tuttavia ciò non sarà sufficiente per l'obiettivo specifico di 91,8g.
- T&E: crede che i 91,8g non saranno raggiunti prima del 2030.

5. Conclusioni: l'impatto della regolamentazione europea sull'industria automobilistica

Nei capitoli precedenti abbiamo analizzato il problema delle esternalità e delle sue possibili correzioni. Ci siamo poi focalizzati sul settore automobilistico e sul regolamento (CE) n.443/2009 sugli standard di emissione per i veicoli di nuova immatricolazione. Infine, abbiamo esaminato i piani futuri dei 5 maggiori gruppi automobilistici europei.

Finora, la principale strategia dell'UE è stata quella di stabilire limiti quantitativi sull'importo ammissibile di emissioni di CO₂ per autovettura, come media ponderata della flotta di ogni produttore (si veda il Capitolo 2). Questo tipo di norma si configura come un'imposizione di *standard* con logiche *command-and-control*. Il principale vantaggio dell'imposizione di *standard* è quello di non avere un impatto sostanziale sulla finanza pubblica. Tuttavia, in genere tale regolamentazione non è efficiente in termini di costo e non incoraggia chi inquina a ridurre il proprio livello oltre i parametri minimi obbligatori. Per correggere almeno in parte questo difetto, l'UE ha dichiarato vari obiettivi di emissioni sempre più restrittivi, così da incentivare maggiormente i produttori a limitare il proprio impatto ambientale. Infatti, avere una traiettoria di *standard* che sia prevedibile a priori dà la possibilità ai costruttori di pianificare in maniera efficiente gli investimenti di lungo periodo. Tuttavia, c'è chi sostiene che la prevedibilità e l'efficacia dell'attuale regolamento potrebbero essere ulteriormente migliorati escludendo la concessione di supercrediti e introducendo un sistema di flessibilità basato sulle dimensioni della flotta di veicoli, anziché sul peso. (Mock, 2013)

Inoltre, secondo van der Vooren e Brouillat (2015) solo obiettivi molto ambiziosi (tradotti in alti *standard*) generano riduzioni rilevanti di emissioni rispetto ad uno scenario non regolato. Nella loro analisi basata su diversi agenti e un *mix* di *policies*, si arriva alla conclusione che la diminuzione di CO₂ osservata può essere spiegata soprattutto da una maggiore pressione sul mercato per migliorare le tecnologie esistenti.

Il 17 dicembre 2018, i rappresentanti della Commissione europea, del Parlamento europeo e del Consiglio europeo hanno raggiunto un compromesso per il regolamento dell'Unione europea (UE) che stabilisce nuovi obiettivi vincolanti di emissione di CO₂ per le nuove autovetture. La volontà espressa è quella di ridurre le emissioni medie di CO₂ delle nuove

autovetture rispetto al 2021, del 15% nel 2025 e del 37,5% nel 2030. L'associazione dell'industria automobilistica tedesca VDA ha affermato nel corso di una dichiarazione pubblica che gli obiettivi di emissione proposti erano "estremamente impegnativi", "ignorando la realtà tecnica" e che metterebbero le case automobilistiche in una posizione di svantaggio nei mercati globali. Inoltre, l'introduzione della regolamentazione non è stata accompagnata da massicci investimenti per favorire lo sviluppo di autovetture a zero emissioni. Per esempio, ad oggi solo tre Stati membri forniscono incentivi per la realizzazione di punti di ricarica per ECV. Questi ultimi sono solo 100.000 in tutta l'UE e il 76% è concentrato in soli quattro Stati membri⁵¹. (ACEA, 2019)

In aggiunta, le preferenze dei consumatori europei sono ancora fortemente indirizzate verso le auto a diesel o a benzina (tutt'ora la loro quota copre oltre il 90% delle vendite UE), mentre gli EV sono meno diffusi per motivi di accessibilità economica e limiti tecnologici (es. autonomia, di ricarica, carenza di infrastrutture).

Tutti questi presupposti hanno spinto le case automobilistiche europee a investire ingenti capitali in ricerca e sviluppo per migliorare al massimo possibile le performance dei loro veicoli a combustione.

Successivamente, *lock-in* tecnologici, obiettivi di regolamentazione troppo ambiziosi e mancate politiche di supporto all'elettrificazione hanno incentivato i produttori ad assumere condotte scorrette. Si è infatti assistito ad un divario crescente tra le emissioni registrate in laboratorio e quelle reali, anche a causa della flessibilità nei test NEDC.

(Transport&Environment, 2016)

Da ciò è scaturito lo scandalo *Dieseldgate*, che ha comportato, tra l'altro, pesanti multe a molti costruttori e l'arresto di più responsabili.

I risultati di questa ricerca portano a diverse considerazioni.

⁵¹ la metà sono concentrati in Olanda (28%) e Germania (22%).

I produttori che avevano già adottato delle scelte di conversione tecnologica prima dello scandalo *Dieseldgate* non avevano una quota di vendite notevole all'interno UE, quindi è poco probabile che il regolamento abbia influito su di loro in misura rilevante.

A prova di ciò, Toyota (che nel 2015 contava il 3,95% dello share europeo) ha iniziato a sviluppare l'ibrido già a partire dal 1997, con l'introduzione della Prius, e non avrà problemi a raggiungere il proprio *target*. Tesla, che è nata nel 2003 con l'intento di produrre una sua gamma composta da soli BEV, ha acquisito un importante *know-how* nel campo dell'elettrico e ha guadagnato oltre 1 miliardo di dollari negli ultimi tre anni, grazie alla vendita di crediti di emissione.

Nel frattempo, le imprese *leader* europee hanno indirizzato gli ingenti capitali investiti in ricerca e sviluppo prevalentemente all'efficientamento di tecnologie basate sui combustibili fossili, senza prendere troppo in considerazione le possibili alternative. Tuttavia, *Dieseldgate* e la decisione di introdurre un nuovo metodo di misurazione più preciso, il ciclo WLTP, hanno fatto da spartiacque nelle scelte strategiche delle case automobilistiche. I produttori tedeschi sono stati costretti ad una rapida conversione verso l'elettrico -seppur con qualche incertezza riguardante la scarsa domanda di BEV all'interno dell'Unione Europea (es. dichiarazioni di BMW) - per evitare le pesanti sanzioni in caso di mancato raggiungimento dell'obiettivo 2021. Per accelerare tale transizione, iniziata con un forte ritardo, molti costruttori hanno deciso di investire parte delle proprie risorse sul territorio cinese, sfruttandone il *know-how*. Contemporaneamente, quelli più indietro con l'obiettivo (ad es. FCA) hanno focalizzato la loro attenzione sull'area vendite, concentrando i propri sforzi di *marketing* sui modelli con minori emissioni di CO₂, così da abbassare la media complessiva delle auto di nuova immatricolazione.

Alla luce di questi fatti, è possibile affermare che la regolamentazione europea ha avuto uno scarso impatto nella conversione all'elettrico, almeno fino al 2015. Prima di allora, i produttori europei sono stati indotti, per i motivi analizzati, a conservare le loro strategie consolidate, consistenti prevalentemente nella vendita di veicoli a combustione interna (perlopiù a diesel).

Successivamente, la prospettiva di una maggiore rigidità dei *targets* e il graduale mutamento delle preferenze dei consumatori hanno fatto sì che avvenisse una trasformazione sostanziale

nelle tattiche di breve-medio periodo, adesso caratterizzate da una importante transizione all'elettrico. Tale cambiamento è avvenuto in maniera più o meno graduale. La differenza di tempismo ha comportato, prevalentemente, due strategie: chi ha spalmato il proprio processo in un arco temporale più ampio ha avuto maggior modo di investire in Europa senza generare sostanziali distorsioni strutturali; viceversa, quelli con maggior fretta di risultati sono stati costretti a investire buona parte del proprio budget in Cina, mettendo a rischio molti posti di lavoro per i cittadini europei. Nonostante ciò, la Commissione Europea è ottimista, perché prevede che in futuro l'occupazione persa nella filiera delle macchine diesel e a benzina sarà recuperata nei comparti legati a quella che la sostituirà (es. produzione di batterie, componentistica tecnologica o infrastrutture di ricarica). Al contrario, il centro studi Ifo ipotizza che i posti a rischio in Europa siano addirittura 1,8 milioni. In particolare, se le auto a combustione dovessero essere vietate entro il 2030 oltre 600.000 individui perderebbero il proprio lavoro solo in Germania. In particolar modo, potrebbero essere sopraffatti molti fornitori, attualmente responsabili della maggior parte della creazione di valore, data la maggior semplicità dei BEV. Per fare un esempio, la trazione di un'auto convenzionale conta circa 2.000 componenti, contro le 20 di quella di un BEV.

Inoltre, nell'industria automobilistica europea vi è una quasi totale assenza di fabbricazione di batterie per EV, nonostante queste rappresentino fino al 40 % del valore totale di un'auto.

L'attuale tecnologia di produzione delle *lithium-ion batteries* prevede l'utilizzo principale di due materie prime, litio e cobalto. Se non ci saranno cambiamenti sostanziali nel mercato, la società di consulenza *McKinsey* prevede che una crescente adozione di veicoli elettrici sarà accompagnata dalla necessità sempre maggiore di batterie con densità di energia sempre più elevate. La domanda di litio potrà aumentare di oltre tre volte tra il 2017 e il 2025, mentre quella del cobalto crescerà del 60 per cento nello stesso periodo. Secondo l'analisi, data la dispersione geografica globale del litio non dovrebbero esserci problemi di offerta. Al contrario, sebbene il cobalto non sia di per sé un metallo particolarmente raro in natura - è il 32esimo elemento per abbondanza (Cobalt Institute, 2019) - la sua produzione è fortemente influenzata da due variabili. In primo luogo, meno del 10% dell'approvvigionamento di cobalto è estratto come prodotto primario. La maggior parte deriva come sottoprodotto, principalmente di rame (46%) e nichel (39%); ciò implica che gran parte della domanda è

fortemente condizionata da quella degli altri metalli. In secondo luogo, la concentrazione di cobalto in natura è per oltre il 65%⁵² nella Repubblica Democratica del Congo, un paese molto instabile e con ampi limiti di trasparenza nella catena del valore, caratterizzata da sfruttamento minorile e corruzione (McKinsey, 2019). Attualmente, la Cina ha acquistato 8 delle 14 maggiori miniere congolese, garantendosi un'ampia fornitura di una materia prima destinata ad essere fondamentale nel prossimo futuro (Bloomberg, 2019). Inoltre, è globalmente ancora più dominante nella produzione di sostanze chimiche al cobalto necessarie alla produzione di batterie. Infatti, secondo i dati di Darton Commodities Ltd., il paese asiatico rappresenta oltre l'80% della produzione mondiale di prodotti chimici al cobalto.

Tutto ciò ha fatto sì che gli impianti di batterie commissionati alla Cina entro il 2021 abbiano una capacità di quasi nove volte superiore a quelli europei. Infatti, delle 70 *Gigafactories* annunciate nel mondo, ben 46 saranno edificate in territorio cinese.

Tornando al discorso sull'*automotive*, è possibile quindi affermare che la regolamentazione Europea sta mettendo a frutto i suoi risultati di riduzione delle emissioni e che il settore automobilistico europeo si è orientato in maniera decisa verso veicoli a basse emissioni. Tuttavia, ciò porterà a una sostanziale perdita di competitività delle imprese europee, almeno nel breve periodo, a favore di quelle asiatiche. La maggior parte del valore degli EV risiede nelle batterie e, attualmente, non esiste una produzione interna che sia in grado di soddisfare la domanda dell'industria. Attualmente, le celle agli ioni di litio per i veicoli elettrici e per lo stoccaggio di energia sono prodotte principalmente nei paesi asiatici (circa l'85% della capacità produttiva globale), con un limitato numero in UE (circa il 2%) (BNEF, 2018). Per quanto riguarda il cobalto, nel 2015 la domanda dell'industria automobilistica europea è stata di circa 11.000 tonnellate, mentre la produzione interna è stata stimata a 2.300 tonnellate nel

⁵²Le stime sono variabili: generalmente, oscillano tra il 55% e il 75%. Ad esempio, secondo *Bloomberg*, è il 68%, secondo JRC il 55%.

2016 (WMD, 2018), tutti provenienti dalla Finlandia (che rappresenta circa l'1,8% della fornitura di cobalto primario globale).

Secondo la Commissione Europea, le innovazioni orientate verso un utilizzo sempre minore di cobalto nelle batterie di BEV, le nuove esplorazioni di miniere e il riciclaggio possono migliorare la stabilità dell'offerta. Tuttavia, la fornitura comunitaria dipenderà sempre più dalle importazioni da paesi terzi, il che evidenzia la necessità di implementare un'iniziativa importante sulle materie prime e sui *framework* di Battery Alliance. (JRC, 2018)

A questo punto è chiaro che l'impatto economico-sociale in UE potrebbe essere molto rilevante e sarà quindi necessario gestirlo con molta cautela.

Inoltre, secondo studio dell'European Environment Agency (EEA) del settembre 2016, la quota di auto elettriche potrebbe raggiungere una percentuale compresa tra il 50% e l'80% entro il 2050. Una notevole conseguenza sarebbe l'aumento tra il 3% e il 25% della domanda di energia elettrica associata. Allora non si potrà prescindere da una radicale trasformazione del sistema energetico, che si dovrà necessariamente adattare alle sostanziali modifiche della tipologia di produzione, stoccaggio e distribuzione di energia elettrica. A tale proposito, alcune case automobilistiche, seguendo l'esempio di Tesla, hanno deciso di aprire divisioni interamente dedicate all'offerta di elettricità, al fine di fornire un servizio più efficiente e completo, oltre che garantirsi maggiori profitti. In assenza di una modifica strutturale delle fonti energetiche, ancora caratterizzate da un massiccio uso di combustibili fossili (intorno al 45% in Europa), si riducono i benefici (in termini di emissioni) generati dall'elettrificazione della mobilità. Secondo le stime, ad esempio, una Nissan Leaf, se utilizzata in una città come Roma (con la sua attuale composizione energetica) emette circa 112 g CO₂/km⁵³, cioè più del *target standard per il 2021* (tuttavia, considerando che un nuovo veicolo medio produce 255 g CO₂/km, tale numero resta comunque basso).

⁵³ I calcoli sono effettuati in miglia. Per coerenza con le misurazioni precedenti sono stati convertiti in km. Per maggiori informazioni sulle modalità di calcolo:
<https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?zipCode=00199&year=2019&vehicleId=40812&action=bt3>

Per questi motivi, la transizione ad una mobilità elettrica dovrà necessariamente essere accompagnata da ingenti investimenti in infrastrutture, ricerca e strumenti di riqualificazione della forza lavoro.

Bibliografia

AAA Newsroom. 2019. *Three in Four Americans Remain Afraid of Fully Self-Driving Vehicles*. AAA.

ACEA Report. 2019. *CO2 from new cars up for second consecutive year, raising auto industry concerns*. ACEA.

ACEA. 2018. *Share of Diesel in New Passenger Cars*. ACEA.

ACEA. 2019. CO2-BASED MOTOR VEHICLE TAXES IN THE EU. <https://www.acea.be/>

ACEA. 2019. *MAKING THE TRANSITION TO ZERO-EMISSION MOBILITY. Addressing The Barriers to the Uptake of Electrically-Chargeable Cars in the EU*. <https://www.acea.be/>

ACEA. 2019. *MAKING THE TRANSITION TO ZERO-EMISSION MOBILITY*. Progress report. <https://www.acea.be/>

ACEA. 2019. *Tax Guide 2019*. <https://www.acea.be/publications/article/acea-tax-guide>

Achtnicht M., Von Graevenitz K., Koesler S., Loschel A., Schoeman B., Reanos M. A. T. 2015. *Including road transport in the EU-ETS: An alternative for the future?* Econstore.

ADAC e.V. 2018. *ADAC Ecotest: Moderne Diesel sind sehr sauber*. Adac.de.

Alves Dias P., Blagoeva D., Pavel C. and Arvanitidis N. 2018. *Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility*. Publications Office of the European Union.

Annicchiarico A. 2019. *Dieselgate, Fca: manager arrestato a Detroit. «Ha mentito sulle emissioni»*. Il Sole 24 Ore.

Annicchiarico A. 2019. *Dieselgate, vertici sotto accusa in Germania. Maxi multa per Daimler*. Il Sole 24 Ore.

ANSA. 2019. *Porsche: Ceo Blume, nostri clienti potranno sempre scegliere*. Ansa.

Archer G. 2013. *Supercredits in the EU CO2 emission standard for passenger cars Policy briefing, April 2013*. Transport&Environment.

Azevedo M., Campagnol N., Hagenbruch T., Hoffman K., Lala A., and Ramsbottom O. 2018. *Lithium and cobalt: A tale of two commodities*. McKinsey&Company

Bannon E. 2017. *Electric vehicle life cycle analysis and raw material availability*. Transport&Environment.

Bannon E. 2019. *CO2 EMISSIONS FROM CARS: the facts*. Transport & Environment.

Bersanti A. 2016. *Ha un malore in autostrada, l'Autopilot della sua Tesla lo "accompagna" in ospedale*. La Stampa.

Blenkinsop P. 2018. *EU fails to decide on new CO2 emission limits*. Reuters.

Bloomberg data. 2018. *New Energy Finance*. Bloomberg.

Böhme H. 2019. *How Volkswagen wants to drive e-mobility revolution*. DW.

Brand C., Anable J. 2019. *'Disruption' and 'continuity' in transport energy systems: the case of the ban on new conventional fossil fuel vehicles*. The University of Leeds.

Bricco P. 2019. *Alberto Bombassei: «Con l'auto elettrica è a rischio un milione di occupati in Europa»*. Il Sole 24 Ore.

Camecon. 2018. *Fuelling Europe's Future, How the transition from oil strengthens the economy*. European Climate Foundation.

Campbell P., McGee P. 2019. *Europe car groups face huge profit hit to cut CO2*. Financial Times.

Canali C. 2018. *Rivoluzione in casa Toyota: stop alle vendite delle auto diesel*. Il Sole 24 Ore.

Capgemini. 2019. *The autonomous car: A consumer perspective*. Capgemini Research Institute.

Carsalebase. Carsalebase.com

CE Delft. 2015. *Calculation of additional profits of sectors and firms from the EU ETS 2008-2015*. cedelft.eu

- CE Delft. 2019. *Handbook on the external costs of transport Version 2019*. ec.europa.eu
- CE Delft. 2019. *Sustainable transport infrastructure charging and internalisation of transport externalities*. ec.europa.eu
- CE Delft. 2019. *Transport taxes and charges in Europe*. 2019. ec.europa.eu
- Coase R. H. 1960. *The problem of social cost*. Journal of Law and Economics, Vol. 3 pp. 1-44.
- Cobalt Institute. www.cobaltinstitute.org/production-and-supply.html
- Danielis R. 2016. *La diffusione dell'auto elettrica: uno sguardo a livello mondiale*. DEAMS, Università di Trieste.
- Colarizzi A. Artico. 2019. *Usa critici su mire espansionistiche della Cina. Nuove rotte marittime, gas e petrolio: tutti gli interessi di Pechino*. Il Fatto Quotidiano.
- Cornet A., Deubener H., Moller T., Schaufuss P. and Tschiesner A. 2019. *RACE 2050: A Vision for the European Automotive Industry*. McKinsey&Company.
- Damert M., Rudolph F. 2018. *Policy options for a decarbonisation of passenger cars in the EU: Recommendations based on a literature review*. Econstor.
- Damiani S. 2019. *Basta demonizzare i nuovi diesel*. ACI.
- De Borger B., Mulalic I, Rouwendal J. 2016. *Measuring the rebound effect with micro data: A first difference approach*. Journal of Environmental Economics and Management v.79 pp. 1-17.
- Del Corno M. 2019. *Auto elettriche, a rischio i lavoratori meno qualificati. Ma per la Ue i posti creati nella nuova filiera saranno più di quelli persi*. Il Fatto Quotidiano.
- Del Vescovo P. 2019. *Diesel ancora in discesa e decollano le ibride*. Il Sole 24 Ore.
- Del Vescovo P. 2019. *Auto. le multe sulle emissioni di CO2 indeboliscono l'industria europea*. Il Sole 24 Ore.
- Deloitte. 2019. *Battery Electric Vehicles*. <https://www2.deloitte.com>
- Dieselforum. <https://www.dieselforum.org/vehiclesales>
- Centenari L. 2019. *Stop ai diesel? Volkswagen promette il buy-back in Germania*. Motorbox.

Droes M. I., Koster G. R. A. 2016. *Renewable energy and negative externalities: The effect of wind turbines on house prices*. *Jornal of Urban Economics* v. 96 pp. 121-141.

EC. ec.europa.eu. European Commission

EEA. eea.europa.eu European Environment Agency

EEA Report No 15/2018. 2018. *Monitoring CO2 emissions from new passenger cars and vans in 2017*. eea.europa.eu

EEX. eex.com. European Energy Exchange AG website

Ehsani M., Gao Y., Longo S., Ebrahimi K. 2018. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. Boca Raton.

Engel H, Hensley R., Knupfer S., Sahdev S. 2018. *The potential impact of electric vehicles on global energy systems*. McKinsey.com.

Ervine K. 2018. *Carbon*. Polity.

European Commission. 2009. *REGOLAMENTO (CE) n. 443/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO*. Gazzetta Ufficiale Dell'Unione europea.

European Commission. 2019. *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2019/583*. Official Journal of the European Union.

European Commission. 2019. *EU transport in figures, statistical pocketbook 2019*. ec.europa.eu

European Commission. 2019. *Relazione relativa all'attuazione del piano d'azione strategico sulle batterie: creare una catena del valore strategica delle batterie in Europa*. ec.europa.eu

European Environment Agency. 2018. *Monitoring of CO2 emissions from passenger cars – Regulation (EC) No 443/2009 [Data]*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-cars-emission-14>

European Environment Agency. 2018. *Recent trends and projections in EU greenhouse gas emissions*. ec.europa.eu

Eurostat Statistics. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics>

Farchy J. and Warren A. 2018. *China Has a Secret Weapon in the Race to Dominate Electric Cars*. Bloomberg.

Filos L. 2018. *Batterie auto elettriche: il prezzo pagato dai bambini del cobalto*. Osservatorio Diritti.

FTI Intelligence. 2018. *Impact of Electrically Chargeable Vehicles on Jobs and Growth in the EU. Focus on the EU automotive manufacturing and value chain*. ftp.zew.de

Fuel economy. <https://www.fueleconomy.gov>

Guerriero G. 2018. *Dialogo di una cicala, una formica e un grillo sopra i massimi problemi del pianeta*. youcanprint.

Grasso R. 2018. *Auto a idrogeno: nuovo impulso da Volkswagen e Università di Stanford*. HW Upgrade.

Graupner H. 2019. *Germany hopes to mine lithium, the white gold of e-mobility*. DW.

Helmers E., Leitao J., Tietge U. and Butler T. 2019. *CO₂-equivalent emissions from European passenger vehicles in the years 1995–2015 based on real-world use: Assessing the climate benefit of the European “diesel boom”*. Atmospheric Environment Volume 198, 1 February 2019, Pages 122-132.

Heplen L. 2017. *From Tesla to Mercedes-Benz, automakers become energy companies*. Greenbiz.

Hill G., Heidrich O., Creutzig F., Blythe P. 2019. *The role of electric vehicles in near-term mitigation pathways and achieving the UK’s carbon budget*. Applied Energy.

Joint Research Centre (JRC). 2017. *Quantifying the factors influencing people’s car type choices in Europe*. European Union.

Joint Research Centre (JRC). 2019. *The Future of Road Transport -Implications of Automated, Connected, Low-Carbon and Shared Mobility*. European Union.

Kane M. 2019. *Electric Car Range, Price & More Compared for US*. Insideevs.

Kok, R. 2011. *The effects of CO2-differentiated vehicle tax systems on car choice, CO2 emissions and tax revenues*. Aetransport.

Lamerle M., Benz A. 2019. *New Car Emission Regulations in Europe: A Perfect Storm for Car Manufacturers?* Economic Research.

Lanari C. 2018. *Il futuro del mercato dell'auto elettrica: quali effetti sulla occupazione e chi potrebbe perderci*. Investireoggi.

Lawler R. 2019. *Tesla sued over fatal 2018 Model X crash with Autopilot engaged*. Endgaget.

Lienert P. Chan C. 2019. *CHARGED*. Reuters.

Lienert P., Shirouzu N., Taylor E. 2019. *Exclusive: VW, China spearhead \$300 billion global drive to electrify cars*. Reuters.

Lozza E., Carrera S, Bosio C. 2010. *Perceptions and outcomes of a fiscal bonus: Framing effects on evaluations and usage intentions*. Journal of Economic Psychology v.31 pp. 421-441.

Melita L. 2019. *FCA evita le sanzioni sui limiti delle emissioni di CO2 grazie a Tesla*. Hdmotori.

Messagie M. 2016. *Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles*. Transport&Environment.

Migliozzi A. E. 2019. *Auto elettriche: il futuro incerto di 120 stabilimenti in Europa*. Sicurauto.

Mock P. 2013. *Reducing CO2 and fuel consumption from new cars: Assessing the near-term technology potential in the EU*. Berlin: ICCT.

Mock P. 2017. *European vehicle market statistics, 2017/2018*. The ICCT.

Munoz F. 2018. *Brands with average CO2 emissions between 110-130 g/km counted for 73% of European car regs in 2017*. Jato.

Munoz F. 2019. *2021 CO2 targets would generate €34 billion euros in penalty payments within Europe*. Jato.

Murgida R. 2018. *Gruppo Volkswagen, Raddoppiano gli utili nel 2017: 11,4 miliardi di euro*. Quattroruote.

Muzi N. 2016 *Mind the Gap*.

Muzi N. 2018. *Electric Vehicles: The Truth*. Transport&Environment.

Muzi N. 2018. *European carmakers invest seven times more in EV production in China than at home*. Transport&Environment.

Newman D. 2017. *Top 6 Digital Transformation Trends in The Automotive Industry*. Forbes.

Nordhaus W. 2005. *Question of Balance*. Yale University Press.

Nussbaum A. 2019. *Renault's Dacia budget brand braces for costly emissions rules*. Bloomberg.

PA Consulting. 2019. *Drive into a low emission future, looking beyond 2021*. www2.paconsulting.com

Pigou A. C. 1920. *The Economics of Welfare*. Palgrave Macmillan.

René Bormann, Philipp Fink, Helmut Holzapfel, Rammler S., Sauter-Servaes T., Tiemann H., Waschke T., Weirauch B. (2018) *THE FUTURE OF THE GERMAN AUTOMOTIVE INDUSTRY Transformation by disaster or by design?* WISO.

Rosen H. S. 2002. *Scienze delle Finanze*. McGraw-Hill.

Runkel, M., & Mahler, A. 2018. *Loss of revenues in passenger car taxation due to incorrect CO2 values in 11 EU states*. Green Budget Germany. Foes.

Scognamiglio Pasini C. 2006. *Economia industriale*. Luiss University Press.

Shaheen Susan, Chan N., Bansal A., Cohen A. 2015. *Shared Mobility, A Sustainability & Technologies*. Workshop.

Shih, W. 2018. *Don't Underestimate Chinese Automakers*. Forbes.

Sigal P. 2019. *Automakers risk massive fines for CO2 target miss, analysts say*. Automotive News Europe.

Szczesny J. 2018. *Mercedes-Benz Doesn't Believe US is Good Market for Diesel*. The Detroit Bureau.

The ICCT. 2019. *CO2 EMISSION STANDARDS FOR PASSENGER CARS AND LIGHT-COMMERCIAL VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION*. theicct.org

Thibodeau Ian. 2019. *Shift to electric vehicles will radically change auto factories*. The Detroit News.

Thiele L. P. 2016. *Sustainability*. Polity.

Tietge U., Diaz S., Mock P. Bandlvadekar A., Dornoff J. and Lingterink N. 2019. *From Laboratory to Road*. The ICCT.

van der Vooren, A. Brouillat, E. 2015. *Evaluating CO2 reduction policy mixes in the automotive sector*. Environmental Innovation and Societal Transitions v. 14 pp. 60–83.

VDA Press Release. 2017. *Banning Combustion Engines Is the Wrong Line to Take*. VDA.

Wakabayanshi D. 2018. *Self-Driving Uber Car Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam*. NY Times.

Zhou X., Kuosmanen T. 2019. *What Drives Decarbonization of New Passenger Cars?* Reserchgate.

Zimmermann N. 2018. *Will Europe make its own e-car battery cells?* DW.