

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale
«Analisi e confronto delle emissioni dei
veicoli a seconda dell'alimentazione»

Tutor universitario: Prof. Giorgio Pavesi

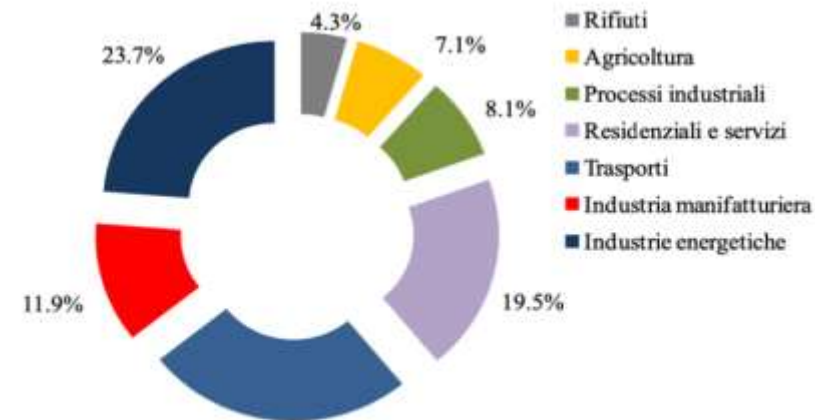
Laureando: *Maria Tonello*

Matricola: 1195303

Padova, 22/09/2022

Lo scopo di quest'elaborato è quello di portare maggior consapevolezza dell'impatto che le nostre scelte hanno a livello ambientale :

- ❖ **Energy Roadmap** afferma che entro il 2050 le emissioni di gas serra dovranno ridursi del 85-90% rispetto ai valori del 1990
- ❖ **Decarbonizzazione** del settore dei trasporti, il quale rappresenta circa il 25% delle emissioni totali nel territorio nazionale
- ❖ **Confronto** tra le auto con motore a combustione interna (ICEV) e quelle elettriche (BEV)
- ❖ **Scelta** più consapevole da parte dell'utente



Il confronto delle emissioni di CO_2 delle auto tradizionali con quelle elettriche deve essere operato attraverso un approccio di *Life Cycle Assessment*

È fondamentale quindi considerare la CO_2 emessa durante l'intero ciclo di vita dell'automobile:

- ❖ nelle fasi di **estrazione e distribuzione dei combustibili** per l'alimentazione delle ICEV o per la produzione e trasmissione di energia elettrica
- ❖ durante la **produzione**, assemblaggio e smaltimento delle componenti dei veicoli
- ❖ nel periodo di **utilizzo** del veicolo



Ciò che è di nostro interesse è l'impatto che i veicoli hanno durante l'intero ciclo di vita **nell'effetto serra** e **nell'inquinamento**

Affinché la trattazione sia quanto più esaustiva possibile il confronto verrà svolto su automobili di cui esistono la versione a benzina, a diesel ed elettrica

I modelli considerati sono :

- Smart Fortwo
- Chevrolet Spark
- Fiat 500
- Volkswagen Golf
- Ford Focus
- Kia Soul



Aspetti da considerare per analizzare il processo produttivo dei veicoli:

- ❖ **Peso relativo** tra sistema di propulsione e glider
 - Elettrico: 91% Glider e 9% propulsione
 - Benzina: 74% Glider e 26% propulsione
 - Diesel: 70% Glider e 30% propulsione
- ❖ **Paese di produzione del veicolo**, ad esso è strettamente connesso il *mix energetico* che dipende dalle materie prime presenti nel territorio
- ❖ **Durata del veicolo**, una maggior vita dell'automobile è sinonimo di minor emissioni
- ❖ **Durata della batteria** per semplicità assunta pari a quella del veicolo



AUTO	BENZINA	DIESEL	ELETTRICO
Smart Fortwo	150000 km	200000 km	1750000 km
Chevrolet Spark, Fiat 500	180000 km	210000 km	2000000 km
Golf, Ford Focus	210000 km	240000 km	2300000 km
Kia Soul	210000 km	240000 km	2300000 km

Sulla base delle informazioni discusse precedentemente può essere costruita una tabella con lo scopo di quantificare le **emissioni medie di CO_2** durante le fasi di produzione e smaltimento dei veicoli.

Le automobili sono raggruppate a seconda della loro alimentazione, sono inoltre riportati i processi principali che avvengono durante la costruzione e lo smaltimento degli stessi

	AUTO DIESEL	AUTO BENZINA	AUTO ELETTRICHE
Veicolo di base	34,0	34,0	34,0
Motore	4,0	4,0	2,7
Batteria	0,6	0,6	31,0
Smaltimento	3,4	3,4	4,7
TOTALE	42	42	72,4

I risultati sono riportati in termini di **grammi di CO_2 equivalente**, unità di misura che permette di pesare insieme emissioni di gas serra diversi con differenti effetti climalteranti

Emissioni CO_2 legate al carburante

I dati riguardanti le emissioni dirette nel territorio nazionale sono invece nel documento pubblicato dal Ministero dello Sviluppo Economico, della Transizione Ecologica, delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile.

Nella sottostante tabella sono riportati i valori medi delle emissioni di CO_2 in grammi per ogni chilometro percorso dei veicoli presi in esame .

	BENZINA	DIESEL	ELETTRICO
Smart Fortwo	93 g/km	88 g/km	0 g/km
Chevrolet Spark	119 g/km	-	0 g/km
Fiat 500	94 g/km	99 g/km	0 g/km
Volkswagen Golf	116 g/km	101 g/km	0 g/km
Ford Focus	125 g/km	115 g/km	0 g/km
Kia Soul	153 g/km	128 g/km	0 g/km

Possiamo inoltre fare una media di quelle che sono le emissioni a seconda dell'alimentazione per i veicoli da noi considerati:

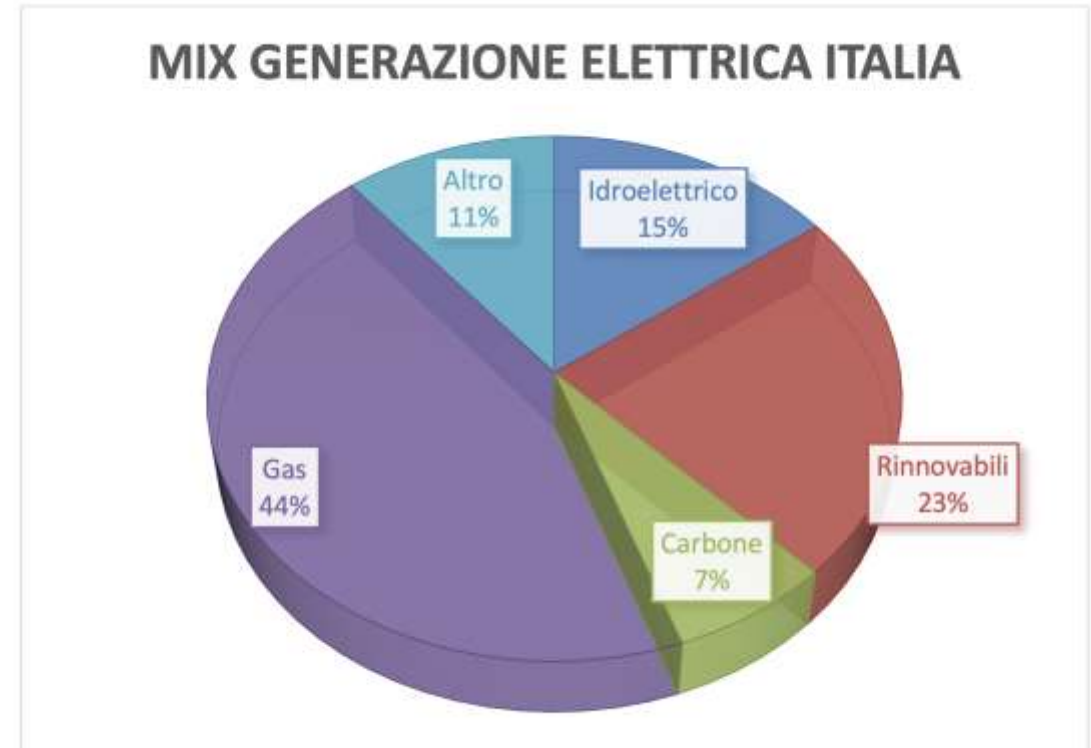
- ICEV-benzina: 117 g/km
- ICEV-diesel: 106 g/km
- Auto elettriche: 0 g /km

Emissioni CO_2 legate alla ricarica della batteria delle auto elettriche

Le emissioni prodotte dalle auto elettriche durante l'utilizzo dipendono esclusivamente dal mix energetico utilizzato durante la ricarica della batteria.

Per una stima precisa delle emissioni della auto elettriche sono necessarie due informazioni:

1. Il consumo medio di elettricità per km percorso dei veicoli da noi considerati
2. Le emissioni di CO_2 necessarie per produrre e distribuire un'unità di energia elettrica



Consumi medi di elettricità

Per quanto riguarda il primo punto possiamo far riferimento al documento pubblicato nel 2021 dal Ministero dello Sviluppo Economico, della Transizione Ecologica, delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile e alle schede tecniche dei singoli veicoli.

I vari consumi di elettricità sono espressi in wattora su chilometro (Wh/km) e sono riportati nella seguente tabella :

VEICOLO	CONSUMI IN Wh/km
Smart Fortwo	151
Chevrolet Spark	176
Fiat 500	159
Volkswagen Golf	167
Ford Focus	165
Kia Soul	159

La media del consumo di elettricità per il campione di veicoli dai noi considerati per la percorrenza di un chilometro è dunque di **162 Wh** .

Fattore di emissione di CO_2 al contatore

Per quanto riguarda l'anno 2020 dai dati pubblicati dall'Enel risulta che per ogni kilowattora consumato al contatore domestico vengono emessi circa **214 g CO_2** .

Moltiplicando questo valore per 0,162 kWh le emissioni di CO_2 un'auto elettrica risultano in media di **35 g/Km**.

Confronto effettivo fase di utilizzo

È riportata nella tabella sottostante la stima completa delle emissioni di CO_2 inerenti alla vita utile delle automobili

ALIMENTAZIONE	EMISSIONI DI CO_2 [g/Km]
<i>Benzina</i>	117
<i>Diesel</i>	106
<i>Elettrica</i>	35

Sommando le emissioni ottenute durante le varie fasi si ottiene la seguente tabella:

	AUTO DIESEL	AUTO BENZINA	AUTO ELETTRICHE
Veicolo di base	34,0	34,0	34,0
Motore	4,0	4,0	2,7
Batteria	0,6	0,6	31,0
Smaltimento	3,4	3,4	4,7
Utilizzo	117	106	35
TOTALE	159	148	107,4

Il risultato principale è che le **auto elettriche** emettono complessivamente meno CO_2 delle auto con motore a combustione interna: **il 32% in meno di quelle a benzina e il 27% in meno dei veicoli a diesel**

Precisazioni:

- ❖ **Aree di incertezza nelle emissioni** per la produzione della batteria e per l'estrazione, il trasporto e la raffinazione della benzina e del diesel
- ❖ Auto elettriche considerate **riadattamento di modelli già esistente** e quindi non ottimizzate
- ❖ **Mix energetico** utilizzato per la ricarica delle batteria strettamente connesso all'innovazione tecnologica, alle scelte degli agenti economici e alle politiche pubbliche, tutti fattori che determinano i parametri usati nell'analisi

Con buona prospettiva futura il **peso delle rinnovabili** nel mix energetico nazionale continuerà a **crescere** e con esso anche il **vantaggio** della scelta di **un'auto elettrica** rispetto ad una tradizionale.



1. European Commission. *Energy roadmap 2050*.
2. Romano, D. *L'andamento delle emissioni nazionali di gas serra L'andamento delle emissioni nazionali di gas serra ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*
3. del Duce, A., Gauch, M. & Althaus, H. J. Electric passenger car transport and passenger car life cycle inventories in ecoinvent version 3. *International Journal of Life Cycle Assessment* **21**, 1314–1326 (2016).
4. Friesen, A. *et al.* Long Term Aging of Automotive Type Lithium-Ion Cells. *ECS Trans* **69**, 89–99 (2015).
5. Saxena, S., le Floch, C., Macdonald, J. & Moura, S. Quantifying EV battery end-of-life through analysis of travel needs with vehicle powertrain models. *J Power Sources* **282**, 265–276 (2015).
6. Hawkins, T. R., Gausen, O. M. & Strømman, A. H. Environmental impacts of hybrid and electric vehicles- a review. *International Journal of Life Cycle Assessment* vol. 17 997–1014 Preprint at <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0440-9> (2012).
7. **SOMMARIO INTRODUZIONE 1. IL METODO DI RILEVAZIONE DEI CONSUMI E DELLE EMISSIONI DI CO2 1 I CICLI DI GUIDA PER LA PROVA Figura 1: Ciclo NEDC Figura 2: Ciclo WLTP 2. OBIETTIVI DELLA GUIDA SUL RISPARMIO DI CARBURANTE E SULLE 4 EMISSIONI DI CO2.**
8. Tabella Mix Energetico Enel Energia
9. *Inventario GHG 2020*. www.enel.com/it/investitori/sostenibilita.