

Da Euro 3 all'elettrico: cosa dicono i dati

La GREENBOX: l'uso della telematica per un nuovo paradigma di sostenibilità

Sergio Matteo Savaresi, Silvia Strada - Politecnico di Milano

Parlamento Europeo, 5 dicembre 2023

Abstract

Il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano, ha sviluppato - a partire dal 2022 - un progetto di ricerca, basato su un'enorme quantità di dati telematici messi a disposizione dal player UnipolTech, che persegue due diversi obiettivi:

- 1) **Definire** un indicatore originale di misurazione **dell'elettrificabilità** della flotta di automobili ad uso privato in Italia: ***l'E-Private Mobility Index***.
- 2) **Definire** e classificare **l'impatto ambientale di ciascun veicolo** utilizzando la tecnologia messa a disposizione dalle c.d. scatole nere ovvero, dispositivi elettronici, dotati di GNSS nonché altri sensori a seconda delle tipologie e associate indissolubilmente al singolo veicolo, nati originariamente come fornitura di un servizio ancillare al prodotto assicurativo.

La ricerca sull'*E-Private Mobility Index* è stata presentata lo scorso giugno a Milano, nel contesto dell'Urban Mobility Forum. **Nel primo paragrafo se ne dà una breve sintesi.**

Nella tavola rotonda che si svolgerà presso il Parlamento europeo il 5 dicembre verrà presentata la seconda parte della ricerca ovvero, un **nuovo paradigma per la misurazione delle emissioni di CO2 delle auto private**. L'idea è quella di passare dal concetto di black box a quello di **green box** ovvero, uno strumento volto a definire e classificare l'impatto ambientale di ciascun veicolo, superando il tradizionale concetto di appartenenza alla classe Euro. Considerando inclusività ed equità, i risultati di questa seconda parte della ricerca sono rivolti al legislatore, ai decisori politici, amministratori e consumatori così da rendere possibili scelte informate riguardo alla transizione verso città più ecologiche. Il tema verrà sviluppato nel **secondo paragrafo "GREENBOX: l'uso della telematica per un nuovo paradigma di sostenibilità"**.

Il terzo paragrafo è dedicato alle conclusioni.

1) E-Private Mobility Index

Abbiamo definito **E-Private Mobility Index**, l'indice rappresentativo della percentuale di veicoli a motore endotermico immediatamente elettrificabili ovvero, che possono essere sostituiti da veicoli completamente elettrici nell'immediato.

L'indice misura la **compatibilità delle percorrenze** prendendo in considerazione due variabili: le lunghezze dei viaggi effettuati dal singolo veicolo e l'esistenza di un punto di ricarica domestica a basso costo in prossimità della sosta del veicolo stesso.

In particolare, per misurare l'*E-Private Mobility Index*, lo studio valuta la compatibilità delle percorrenze di ogni viaggio di ogni auto, con la capacità di autonomia media delle batterie dei veicoli totalmente elettrici (300 Km effettivi). Sfruttando i dati telematici, valuta quindi, in modo statisticamente significativo, il potenziale di adozione dei veicoli elettrici.

La ricerca è stata svolta su tre province rappresentative delle tre macroaree del territorio nazionale: Brescia (Nord Italia), Roma (Centro Italia), Bari (Sud Italia).

Per il calcolo dell'*E-Private Mobility Index* sono stati processati circa 360 milioni di spostamenti per oltre 226.000 veicoli così suddivisi:

- per la provincia di Bari, 81.460 veicoli (il 60% delle box esistenti nella provincia) per un totale di circa 140 milioni di spostamenti;
- per la provincia di Roma 91.920 veicoli (circa il 40% delle box esistenti nella provincia) per un totale di circa 150 milioni di spostamenti;
- per la provincia di Brescia 53.410 veicoli (il 90% delle box esistenti nella provincia) per un totale di oltre 70 milioni di spostamenti.

Tutti i dati sono statisticamente significativi.

I risultati dell'analisi mettono in luce come l'elettrificabilità, ossia la possibilità di sostituire veicoli tradizionali con veicoli completamente elettrici, non è uniforme sul territorio nazionale ma varia per effetto della diversa estensione geografica, dei servizi pubblici esistenti, delle abitudini della popolazione.

In particolare, l'*E-Private Mobility Index* è risultato essere pari al **17% a Roma; al 28% a Brescia; al 42% a Bari**.

La percentuale di auto ad uso privato elettrificabile nel breve periodo è inversamente correlata ai km percorsi: l'indice di compatibilità delle percorrenze aumenta infatti al ridursi dei km percorsi dal singolo veicolo. Nella provincia di Roma, dove le distanze percorse giornalmente sono molto elevate, l'*E-Private Mobility Index* è inferiore a quello di Brescia che, a sua volta, è inferiore a quello di Bari¹.

¹ La ricerca misura, inoltre, la **sostenibilità economica** dell'auto elettrica ovvero, la fattibilità economica dell'investimento avendo come riferimento un tempo di ammortamento di 8 anni, periodo pari alla durata media di un'auto di proprietà in Italia. Per misurare tale fattibilità abbiamo tenuto conto delle seguenti variabili: prezzo di

2) Greenbox: l'uso della telematica per un nuovo paradigma di sostenibilità

L'E-Private Mobility Index Italia stima dunque che circa il 30% del parco auto italiano potrebbe essere immediatamente sostituito da auto full electric². Se a questo risultato si aggiunge l'**analisi di fattibilità economica** la percentuale di auto immediatamente elettrificabili scende al 12%³, visto soprattutto il costo medio ancora molto elevato delle auto full electric. Questi risultati sono ottenuti nell'ipotesi di mantenere l'attuale modello di proprietà/uso individuale dell'auto.

Vi è dunque una percentuale molto alta – superiore al 70% - di auto a motore endotermico che, nei prossimi 15-20 anni, non potrà essere sostituita dall'auto elettrica per diverse ragioni: autonomia di percorrenza, ricariche, costi di produzione e quindi di vendita, etc.

Questo studio cerca di rispondere alla seguente domanda: qual è il modello per gestire al meglio questo parco auto largamente termico nella transizione sostenibile della mobilità verso una più alta elettrificazione? Quale modello garantisce – anche dal punto di vista socioeconomico – la maggiore inclusività ed equità possibile?

Grazie ai dati derivanti dalla tecnologia presente nelle scatole nere (box telematiche), questo studio dimostra che il **paradigma più sostenibile**, oltre che equo ed inclusivo, **non è quello basato su dati medi** (come la classe Euro del motore) **ma un modello basato sulla rilevazione del comportamento puntuale del singolo veicolo**.

I risultati della ricerca si basano sulle analisi di emissione di un campione di 3.000 veicoli immatricolati su tutto il territorio nazionale nell'anno 2022. I veicoli sono suddivisi in tre classi identiche di 1.000 auto per ciascun motore Euro 4, Euro 5 ed Euro 6; le percorrenze analizzate sono medio-alte (>15.000km/anno), sia fuori che dentro alle zone metropolitane, in modo che l'attività di mobilità sia significativa.

acquisto, presenza o meno di incentivi, costi di manutenzione e assicurazione, spese operative, costi di ricarica, chilometraggio annuale. Dall'analisi sulle tre province emerge che, una delle variabili che incide in maniera significativa sul tempo di ammortamento è il costo di ricarica. In particolare: a **Roma**, assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.2 €/KWh (costo pre crisi energetica), il **100%** delle auto identificate dall'E-Private Mobility Index (17%) ammortizzerebbero l'investimento in non più di 8 anni; assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.36 €/KWh (costo post crisi energetica), solo il **7%** delle auto elettrificabili potrebbe pareggiare il costo economico in 8 anni. A **Brescia**, assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.2 €/KWh, il **7%** delle auto elettrificabili (sulla base dell'E-Private Mobility Index) ammortizzerebbe il costo di acquisto in non più di 8 anni; assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.36 €/KWh, il **3%** delle auto elettrificabili (sulla base dell'E-Private Mobility Index) ammortizzerebbe il costo di acquisto in 8 anni. A **Bari**, assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.2 €/KWh, il **13%** delle auto elettrificabili ammortizzerebbe il costo di acquisto in 8 anni; assumendo il costo dell'energia per la ricarica domestica pari a 0.36 €/KWh (crisi energetica), solo il **6%** delle auto elettrificabili potrebbe pareggiare il costo economico in 8 anni.

² 30% è la media derivante dalle tre percentuali provinciali di Roma (17%), Brescia (28%) e Bari (42%).

³ L'E-private mobility index è pari al 30% del parco auto italiano. Dall'indice di sostenibilità economica (si veda nota 1), si ottiene che – con un prezzo di ricarica pari a 0.2 €/KWh, il 40% di questo 30% è economicamente sostenibile. Ne deriva che - considerando anche la sostenibilità economica – solo il 12% di tutto il parco auto è immediatamente elettrificabile.

Di ogni auto, oltre che della sua classe Euro, la ricerca tiene conto di marca e modello, e grazie ai dati prodotti dalla tecnologia delle scatole nere telematiche, anche del chilometraggio percorso (totale e per tipologia di strada urbana, extraurbana, autostrada), della velocità media (per tipologia di strada urbana, extraurbana, autostrada) e dello stile di guida (accelerazioni/frenate brusche per ogni tipologia di strada).

Conseguentemente, per ogni veicolo, il modello stima le emissioni totali annue (in kg di CO₂) derivanti non solo dalle specifiche tecniche del motore ma anche dall'effettivo comportamento del veicolo (computando i km percorsi, le velocità medie, lo stile di guida).

Come breve nota metodologica evidenziamo che il lavoro si concentra sulle sole emissioni CO₂ delle auto (emissioni di gas serra) in quanto parametro di riferimento essenziale sia per la normativa europea che per quella nazionale ma anche per il suo ruolo di misurazione del cambiamento climatico. Il modello può tuttavia essere facilmente replicato computando le emissioni inquinanti come CO monossido di carbonio, NO_x ossidi di azoto, particolato tra cui PM₁₀, PM_{2,5}.

Dal campione dei 1000 veicoli Euro 4 e dei 1000 Euro 6 (la classe a priori "peggiore" e quella "migliore" di questa analisi) risulta, in maniera non sorprendente, che le emissioni medie totali effettive di CO₂ degli Euro 4 per anno (4.350kg) sono superiori di circa il 20% rispetto a quelle medie degli Euro 6 (3650 kg)⁴.

Obiettivo del lavoro è andare oltre. Ci siamo chiesti: cosa si cela dietro alla media?

Mettendo a confronto le due distribuzioni, per veicoli Euro 4 ed Euro 6, si dimostra come, oltre la media, le emissioni siano molto diversificate proprio all'interno della stessa classe Euro: in particolare, il 26% dei veicoli Euro 4 risulta avere un impatto di CO₂ inferiore rispetto al valore di emissione di CO₂ mediano (ossia centrale) degli Euro 6.

La differenza è ancora più marcata se si passa ad un confronto tra un veicolo ad "alte emissioni" Euro 6 con uno a "basse emissioni" Euro 4: lo studio evidenzia infatti che, all'interno di questo campione di veicoli analizzati, un veicolo Euro 6 con alto impatto emette fino a circa 6 volte più CO₂ di un Euro 4 a basso impatto.

L'analisi realizza inoltre un focus sulle sole percorrenze urbane del medesimo campione di auto.

Ancora una volta, se l'analisi si ferma alle emissioni medie di CO₂, allora le emissioni di CO₂ urbane medie delle auto Euro 4 (372 kg) sono superiori di circa il 30% rispetto a quelle medie delle Euro 6 (278 Kg).

⁴ Affermiamo "in maniera non sorprendente" perché se, a titolo esemplificativo, confrontiamo i valori dichiarati di emissione di un motore Euro 4 ed uno Euro 6, il secondo ha evidentemente un valore di emissioni inferiore. A titolo esemplificativo: una Fiat panda a benzina Euro 4, ha valori dichiarati di emissioni CO₂ pari ad un range 120-138 g/Km, una stessa auto Euro 6 ha valori dichiarati pari a 110-131 g/Km. I valori dichiarati per i motori euro 4 ed Euro 6 di una BMW 320D sono ancora maggiori: 128-155 g/km per un Euro 4; 114-124g/Km per un Euro 6.

E questo risultato sembra ancora più intuitivo se si guardano solo i km percorsi. Un approfondimento sulle sole percorrenze mostra infatti come le auto Euro 4 realizzano un numero di km in percorsi urbani (1.890 km medi annui⁵) superiore rispetto ai Km urbani percorsi dalle auto Euro 6 (1.740 km medi annui).

Eppure, anche nel contesto urbano, adottando il modello di misurazione delle emissioni totali annue effettive di ogni singolo veicolo, e quindi allontanandosi da una valutazione solo media, emerge che un veicolo Euro 6 ad "alte emissioni" emette su percorsi urbani fino a 10 volte di più di un veicolo Euro 4 a "basse emissioni".

Misurando i soli percorsi urbani si dimostra dunque come- oltre la classe Euro - i dati puntuali delle auto indicano che la differenza di impatto, in termini di CO2 emessa, tra un veicolo Euro 4 a basse emissioni ed un veicolo Euro 6 ad alte emissioni, diventa ancora più significativa, non solo rispetto alle specifiche tecniche del motore ma anche rispetto ai chilometraggi effettivamente percorsi, perchè il comportamento adottato durante gli spostamenti (velocità medie per tipo di strada e poi anche stile di guida) gioca un ruolo significativo.

Infatti, tra le variabili prese in considerazione dal modello – capaci di essere misurata dalle scatole nere - vi è anche la “velocità media per ogni tratto e tipo di strada”: una velocità di percorrenza troppo elevata o troppo bassa genera – a parità di altre condizioni – una crescita significativa di emissioni di CO2.

Conclusioni

La ricerca svolge un’analisi delle emissioni puntuali ed effettive di CO2 mettendo a confronto 1000 modelli di auto Euro 4 con 1000 modelli di auto Euro 6.

Non sorprende che i motori Euro 4 emettano CO2 in misura maggiore dei motori Euro 6, guardando la media di emissioni per classe.

Ma se si passa al confronto tra un veicolo ad "alte emissioni" Euro 6 con uno a "basse emissioni" Euro 4, il risultato è sorprendente: un veicolo Euro 6 con alto impatto emette fino a circa 6 volte più CO2 di un Euro 4 a basso impatto. Se questo stesso confronto si realizza in ambito esclusivamente urbano la differenza è ancora più significativa: un veicolo Euro 6 ad "alte emissioni" emette fino a 10 volte di più di un veicolo Euro 4 a "basse emissioni".

Le evidenze derivanti dai dati puntuali portano quindi a concludere che non tutte le auto Euro 4 sono da rottamare, e non tutte le Euro 6 sono virtuose. Il guidatore non è un “particolare irrilevante” nella quantità di emissioni prodotte dal veicolo: i km percorsi, le velocità medie, lo stile di guida, sono tutte variabili in grado di influenzare in modo estremamente significativo le emissioni totali dell’auto. Per catturare questa significatività occorre tuttavia passare da un modello medio-centrico ad un modello veicolo-centrico in cui l’individuo sia protagonista consapevole del suo ruolo nella emissione di CO2 alla guida.

⁵ Per semplicità narrativa quando scriviamo media intendiamo i valori mediani.

L'adozione di un siffatto modello permette inoltre di non limitare la mobilità delle persone a priori rispetto ad una classe di motore Euro ma rende possibile misurare il contributo effettivo di ciascuna autovettura per la sostenibilità ambientale del pianeta. Oggi siamo forzati a fare un upgrade della classe Euro, eppure l'impatto ambientale dipende moltissimo da come e quanto usiamo l'automobile.

La ricerca propone allora un nuovo paradigma, una transizione della mobilità che non lasci indietro nessuno, che non obblighi alla rottamazione di un'auto a ragione del suo motore ma che si basi su dati puntuali, capace di misurare l'effettivo impatto ambientale di ciascuna autovettura, ponendo al centro dell'analisi non solo il motore dell'auto ma anche il guidatore. Abbiamo infatti il riscontro scientifico, misurato attraverso la tecnologia delle scatole nere, in cui si attesta che, oltre al motore, l'emissione di CO2 dipende in modo significativo dall'entità delle percorrenze in auto, dalle velocità adottate e dallo stile di guida.

È un nuovo paradigma che passa dall'imposizione di un veicolo nuovo al coinvolgimento dell'automobilista verso una transizione a zero emissioni equa ed inclusiva, che offre la possibilità a chi non può cambiare l'auto oggi di continuare ad utilizzare la sua vecchia auto purché i km che percorre siano limitati ed il suo stile di guida sia "green". Per rendere questo modello fattibile occorre tuttavia che ogni auto sia dotata di una box dedicata, indissolubilmente legata all'auto e certificata e che l'automobilista accetti che il suo stile di guida ed i chilometri percorsi vengano misurati.