

COMPORTAMENTI DI RICARICA NEI CENTRI URBANI L'ELETTRICO HA BISOGNO DI ECOSISTEMI ENERGETICI

Il passaggio alla mobilità elettrica costituisce una trasformazione sistemica che trascende la mera evoluzione tecnologica dei veicoli, coinvolgendo la produzione distribuita di energia e la sua integrazione nelle reti intelligenti. Questo studio analizza i modelli di adozione dei veicoli elettrici (EV) e i comportamenti di ricarica tra Generazione Z e Millennial in Europa e Asia, al fine di valutare la loro propensione verso i paradigmi Vehicle-to-Grid (V2G). I risultati indicano che la realizzazione di una mobilità elettrica urbana sostenibile richiede ecosistemi energetici integrati, capaci di coniugare l'autoproduzione distribuita, la tecnologia V2G e politiche di supporto coerenti. L'indagine offre evidenze empiriche utili per la definizione di strategie e politiche pubbliche orientate allo sviluppo di sistemi energetici urbani decentralizzati, in cui i veicoli assumono il ruolo di unità mobili di accumulo e scambio energetico.

VEICOLI ELETTRICI (EV)//VEHICLE-TO-GRID (V2G)//INNOVAZIONE//ENERGIA//SOSTENIBILITÀ



ARMANDO CIRRINCIONE

è docente presso il Dipartimento di Marketing dell'Università Bocconi. La sua collaborazione con SDA Bocconi è iniziata nel 2004. Ha diretto numerosi workshop e progetti di ricerca per istituzioni pubbliche e private.

Nonostante gli ultimi anni turbolenti, dovuti alla concorrenza dei produttori cinesi e alle vicende politiche del suo fondatore, Tesla rimarrà una pietra miliare nella storia della mobilità. L'azienda ha introdotto due innovazioni sistemiche: la guida autonoma, che rivoluzionerà il modo in cui ci spostiamo su brevi, medie e lunghe distanze, e un ecosistema integrato di produzione e stoccaggio di energia elettrica per la mobilità. Tesla è stata la prima (e rimane l'unica) casa automobilistica a offrire pannelli solari e sistemi di accumulo di energia elettrica, concependo i veicoli elettrici non solo come mezzi di trasporto alimentati a energia elettrica, ma anche come delle vere e proprie "batterie su ruote".

Per comprendere le implicazioni, pensiamo alle auto parcheggiate tutto il giorno nelle strade delle

città: quei veicoli contengono ettolitri di carburante inutilizzato, energia che può essere sfruttata solo per avviare il motore. Ora, immaginiamo che tutti quei serbatoi di carburante si trasformino in batterie: migliaia di kilowatt pronti non solo per alimentare il veicolo, ma anche per innumerevoli altre applicazioni, quando collegati alla rete elettrica. A differenza del carburante, l'energia elettrica non richiede tubi per il trasferimento, ma solo un collegamento via cavo (o anche una trasmissione wireless). Migliaia di veicoli che si ricaricano quando e dove l'energia costa meno (a casa, con i pannelli solari o di notte, quando le tariffe kW diminuiscono) e che sono pronti a restituire l'energia in eccesso alla rete quando sono parcheggiati, così da soddisfare i picchi di domanda durante le attività quotidiane della città.

In questo senso, la rivoluzione della mobilità elettrica va oltre i veicoli e i trasporti, inaugurando un approccio più distribuito e pulito alla produzione di energia e all'integrazione della rete. Le stazioni di ricarica lungo le strade non sono più semplici punti di rifornimento, ma diventano *hub* di scambio tra la rete e le batterie mobili su ruote. Immaginiamo questo scenario: una proprietaria ricarica la sua batteria utilizzando l'energia dei propri pannelli solari, ne utilizza una parte per il trasporto e reimmette l'eccesso nella rete quando e dove necessario. In alternativa, può acquistare energia durante i periodi di bassa domanda (ad esempio di notte) e ritrovarsi con un surplus di energia da rivendere durante i picchi di domanda. Questo è il concetto V2G (*Vehicle to Grid*), ora disponibile sul mercato. Due importanti case automobilistiche europee hanno lanciato soluzioni V2G nel 2025: un produttore francese leader ha introdotto la prima stazione di ricarica predisposta per il V2G in primavera, mentre un famoso produttore tedesco ha lanciato a settembre il primo modello di una serie basata su una nuova piattaforma tecnologica che supporta sia il V2G che il V2H (*Vehicle to Home*).

L'ultima edizione del programma Horizon dell'Unione europea ha destinato la maggior parte delle risorse proprio ai sistemi di accumulo di energia elettrica. Le fonti rinnovabili, come l'energia solare

ed eolica, presentano infatti un'elevata variabilità legata alle condizioni atmosferiche e non possono quindi garantire una produzione costante. Senza un'adeguata infrastruttura di accumulo, tali fonti non sono in grado di rispondere in modo flessibile alle fluttuazioni della domanda energetica. I veicoli elettrici rappresentano una soluzione convincente a questa sfida, in quanto riescono a conciliare le esigenze di mobilità con i requisiti di produzione di energia pulita.

L'AUTOPRODUZIONE COME LEVA STRATEGICA

Per offrire vantaggi reali ai proprietari di veicoli elettrici, questo approccio funziona al meglio se abbinato all'autoproduzione di energia o, quantomeno, all'accesso a punti di ricarica dedicati, come wallbox domestiche o stazioni pubbliche. Chiunque possiede un veicolo elettrico sa bene che, a parità di chilometraggio e velocità moderate, i costi energetici, ai prezzi attuali del kWh nelle stazioni di ricarica pubbliche, superano i costi dei carburanti tradizionali. Attualmente, un kWh consente di percorrere circa cinque chilometri (Electric Vehicle Database, 2025), valore che può salire a sei grazie ai sistemi di recupero dell'energia. Considerando che il prezzo di un kWh nelle stazioni di ricarica pubbliche europee varia tra 0,29 e 0,89 euro, con una media di 0,5 euro (European Alternative Fuels Observatory, 2025), risulta evidente come, allo stato attuale, i veicoli con motore a combustione interna (ICE) continuino a presentare costi operativi più vantaggiosi.

A prescindere dai vari incentivi, i costi operativi dei veicoli elettrici diventano realmente competitivi solo quando l'energia è autoprodotta (o ottenuta a tariffe inferiori a quelle delle stazioni di ricarica pubbliche). In parole povere: il possesso di un veicolo elettrico incentiva gli investimenti in sistemi di produzione privati. Affrontare la mobilità elettrica senza questa prospettiva sistemica rischia di oscurare la reale portata della trasformazione in atto. Si tratta al tempo stesso di una necessità strutturale e di una grande opportunità economica, che diventerà sempre più evidente con la crescita del parco circolante

di veicoli elettrici. Secondo le stime più recenti, se tutti i veicoli oggi in circolazione nel mondo fossero alimentati a batteria, la produzione globale di elettricità dovrebbe aumentare di oltre dieci volte.

Uno scenario di questo tipo genererebbe inevitabilmente colli di bottiglia nella produzione e distribuzione di energia, con conseguenti pressioni sui prezzi del kWh e un ulteriore incentivo per i proprietari di veicoli elettrici a investire in impianti di autoproduzione, come pannelli fotovoltaici o microturbine eoliche. Alla luce delle tecnologie attuali, mobilità elettrica e produzione distribuita emergono dunque come i due pilastri complementari della mobilità urbana sostenibile. Il quadro V2G facilita tali investimenti consentendo ai proprietari di compensare i costi di sistema attraverso la vendita dell'energia immagazzinata nelle batterie. Se questa è la direzione verso cui ci stiamo muovendo, diventa cruciale comprendere la disponibilità dei consumatori ad adottare questo nuovo paradigma.

L'adozione di innovazioni radicali trae vantaggio dalla facile associazione tra tecnologie nuove e familiari (Arts et al., 2011). Quando i metodi di utilizzo delle nuove tecnologie assomigliano a quelli consolidati, la familiarizzazione e l'adozione diventano più facili. Nel caso dei veicoli elettrici, tuttavia, le modalità di utilizzo divergono in modo significativo da quelle dei veicoli con motore a combustione interna. Le differenze principali riguardano: la durata dell'operazione di ricarica, che supera di gran lunga il tempo di rifornimento di carburante; la durata della ricarica completa dell'energia, significativamente inferiore alla durata di un serbatoio pieno di carburante; e il concetto di reimmettere l'energia immagazzinata nella batteria nella rete quando il veicolo è parcheggiato, che contrasta nettamente con l'esperienza dei veicoli a combustibile fossile. Pertanto, comprendere i comportamenti attuali dei proprietari di veicoli elettrici, le loro esperienze di ricarica e le loro motivazioni nella scelta del veicolo aiuta a identificare i futuri punti di leva per l'adozione del V2G (Morissey et al., 2016; Pagani et al., 2019;

Varasipuram et al., 2021; Kamana-Williams, 2024).

Una ricerca condotta nel 2025 da Mobius Lab in cinque paesi principali (Francia, Germania, Gran Bretagna, Cina e India) fornisce informazioni preziose. Lo studio ha intervistato 5.650 soggetti residenti nei principali centri urbani, nati tra il 1980 e il 2008, ossia i Millennial e la Generazione Z, le coorti che guideranno la mobilità globale nei prossimi decenni e che rappresentano la base demografica essenziale per il successo del paradigma elettrico. La ricerca ha esaminato i comportamenti di mobilità urbana di queste generazioni per identificare modelli che offrano spunti di riflessione sull'evoluzione futura delle infrastrutture urbane. Una componente specifica della ricerca si è concentrata sui comportamenti di ricarica dei proprietari di auto elettriche, fornendo dati che confermano la fattibilità di una futura mobilità urbana integrata con sistemi decentralizzati e distribuiti di produzione e distribuzione di energia elettrica.

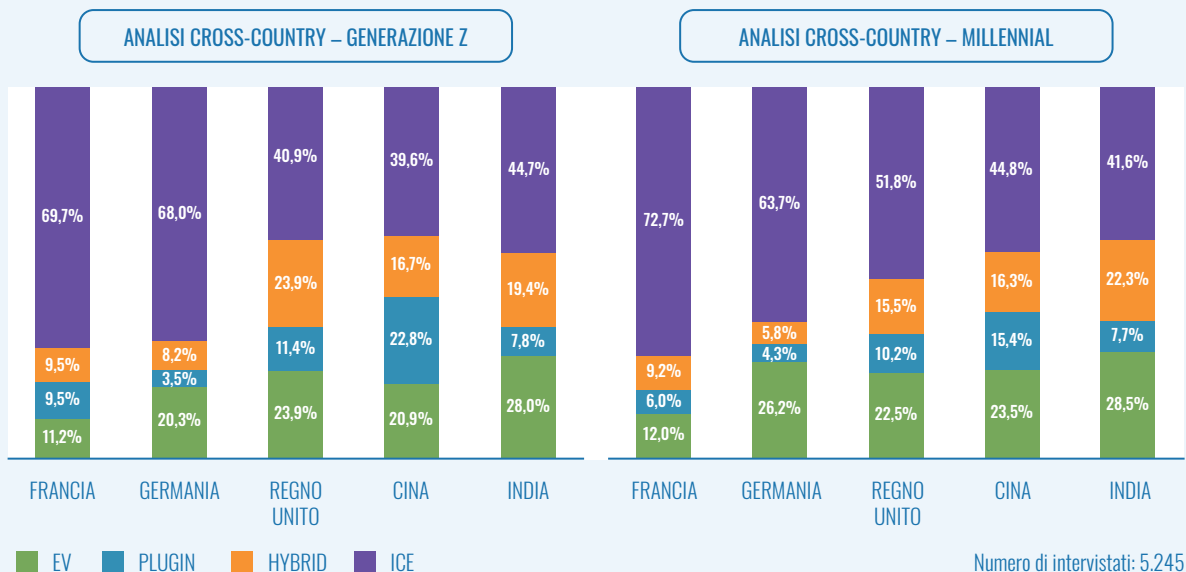
MOTIVAZIONI CHE SPINGONO LE GIOVANI GENERAZIONI A PREFERIRE I VEICOLI ELETTRICI

Nei maggiori centri urbani dei paesi osservati, le generazioni più giovani dimostrano un forte interesse per i veicoli a batteria, sia elettrici (BEV) sia ibridi plug-in (PHEV). Pur con differenze sensibili tra paesi e coorti generazionali (Figura 1)¹, questi veicoli rappresentano ormai una quota di mercato rilevante all'interno del parco auto complessivo.

Cina e India mostrano una maggiore diffusione dei veicoli a batteria: oltre un terzo dei proprietari dichiara di possedere auto elettriche o ibride plug-in. Esistono differenze significative tra i paesi per quanto riguarda i tipi di motori a batteria, oltre a variazioni generazionali. In Cina, il 43,7% della Generazione Z e il 38,9% dei Millennial possiede auto a batteria, mentre in India queste percentuali scendono rispettivamente al 35,8% e al 36,2%. La composizione del parco auto a batteria varia in modo interessante a seconda della generazione:

¹ Solo 5.245 su 5.650 possedevano un'auto.

FIGURA 1. DIFFUSIONE E PREFERENZE GENERAZIONALI NELLA SCELTA DEL TIPO DI PROPULSORE



la Generazione Z cinese preferisce le ibride plug-in, mentre i Millennial preferiscono il contrario. In India, sia la Generazione Z che i Millennial dimostrano una chiara preferenza per i veicoli elettrici puri.

I paesi europei mostrano modelli altrettanto diversi. Nel Regno Unito, circa un terzo degli intervistati dichiara di possedere un veicolo a batteria, equamente ripartito tra ibridi plug-in (PHEV) e veicoli elettrici puri (BEV), senza differenze significative tra generazioni. In Germania, la penetrazione è più contenuta, ma con una prevalenza di BEV sui PHEV: il 23,8% della Generazione Z e il 30,5% dei Millennial possiedono un'auto elettrica. In Francia, la quota complessiva si attesta intorno al 20% (20,7% Generazione Z; 18% Millennial), con una distinzione generazionale più marcata: la Generazione Z predilige gli ibridi plug-in, che rappresentano circa la metà dei veicoli a batteria, contro un terzo nel caso dei Millennial.

Nonostante le differenze tra Paesi, le giovani generazioni mostrano una propensione comune verso la mobilità elettrica, seppure con strategie d'adozione differenti. La Generazione Z tende a privilegiare le ibride plug-in, percepite come una

soluzione intermedia in grado di ridurre l'ansia da autonomia e garantire flessibilità d'uso. I veicoli elettrici puri, invece, risultano spesso secondi veicoli all'interno del nucleo familiare, mentre i più giovani generalmente possiedono un solo mezzo.

Diversi fattori spiegano l'eterogeneità della penetrazione dei veicoli a batteria nei vari paesi: differenze nei sistemi di incentivi all'acquisto e all'utilizzo (che operano a livello nazionale e locale, creando variazioni all'interno dei singoli paesi); differenze di prezzo dei veicoli (le auto a batteria cinesi sono vendute a prezzi simili a quelli delle auto con motore termico); variazioni del costo dell'elettricità; copertura dei punti di ricarica urbani (sia privati che pubblici), influenzata dal patrimonio infrastrutturale delle grandi città. In questo senso, l'espansione più recente delle metropoli asiatiche ha favorito l'implementazione di reti di ricarica avanzate e integrate, a differenza delle città europee, la cui struttura urbana risale in molti casi a oltre settant'anni fa e risulta meno adattabile a tecnologie emergenti.

Concentrandosi sui veicoli elettrici puri, emergono differenze anche nelle motivazioni di acquisto, sia tra generazioni sia tra Paesi. Le Figure

FIGURA 2. FATTORI CHE INFLUENZANO L'ACQUISTO DI VEICOLI ELETTRICI TRA LA GENERAZIONE Z, PER PAESE

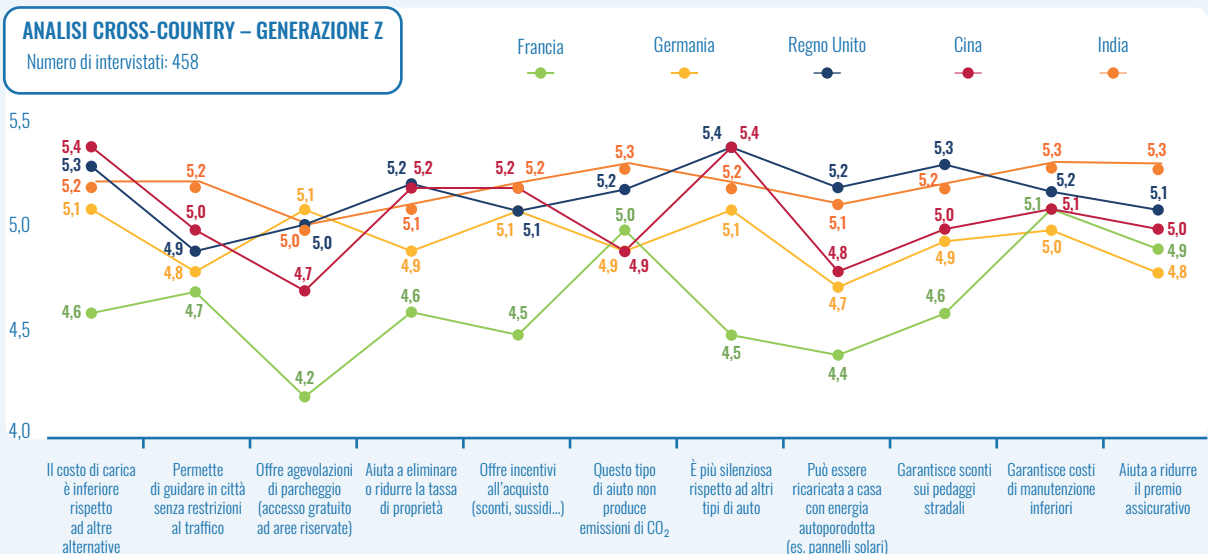
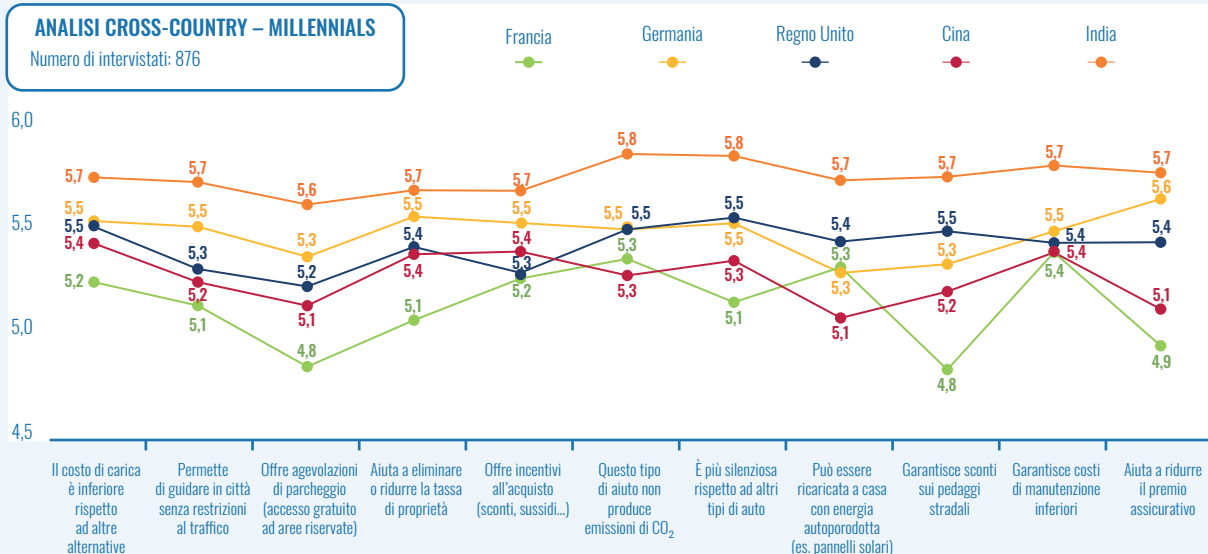


FIGURA 3. FATTORI CHE INFLUENZANO L'ACQUISTO DI VEICOLI ELETTRICI TRA I MILLENNIAL, PER PAESE



2^a e 3^a illustrano il peso attribuito ai principali fattori di scelta dei veicoli elettrici, evidenziando come le preferenze varino in funzione del contesto socioeconomico e culturale.

La Generazione Z evidenzia una maggiore eterogeneità motivazionale tra i diversi paesi, mentre le motivazioni dei Millennial risultano più omogenee e allineate. Tra i fattori di scelta, la

2 Nel campione analizzato, 458 appartenenti alla Generazione Z risultano proprietari di un veicolo elettrico.

3 Nel campione analizzato, 876 appartenenti ai Millennial risultano proprietari di un veicolo elettrico.

convenienza economica emerge come determinante chiave: costi inferiori sia per l'acquisto – grazie a incentivi pubblici – sia per l'utilizzo, inclusi sconti su pedaggi autostradali, agevolazioni assicurative e riduzioni della tassa di proprietà. In generale, con l'eccezione della Generazione Z tedesca, i vantaggi economici influenzano in misura significativa la decisione di adozione dei veicoli elettrici, mentre gli incentivi legati ai vincoli di mobilità (accesso a zone a traffico limitato, parcheggi gratuiti o scontati) appaiono di importanza secondaria. Alcuni profili nazionali si distinguono in modo marcato: la Generazione Z francese mostra una sensibilità ambientale superiore alla media, analoga a quella della Generazione Z indiana. La silenziosità di guida risulta invece un fattore rilevante per i giovani automobilisti di Cina e Regno Unito.

I Millennial, nel complesso, presentano strutture di preferenza più coerenti tra i paesi osservati e si differenziano dalla Generazione Z per una maggiore

attenzione all'impatto ambientale e alla qualità dell'esperienza di guida, in particolare la silenziosità e la fluidità del veicolo elettrico.

PUNTI DI RICARICA PRIVATI VS PUBBLICI

Sebbene i fattori economici rappresentino la motivazione dominante nella scelta dei veicoli elettrici – pur con le differenze già osservate tra paesi e generazioni – tale motivazione si rafforza significativamente quando i proprietari dispongono di un punto di ricarica privato o possono autoprodurre energia elettrica. La Figura 4 illustra le motivazioni di acquisto dei veicoli elettrici distinguendo le risposte degli intervistati in base alla disponibilità di un'infrastruttura di ricarica domestica (esclusiva, condivisa o in fase di installazione) rispetto a coloro che non dispongono di un punto di ricarica privato.

FIGURA 4. MOTIVAZIONI PER L'ACQUISTO DI VEICOLI ELETTRICI IN RELAZIONE ALLA DISPONIBILITÀ DI UN PUNTO DI RICARICA PRIVATO DOMESTICO

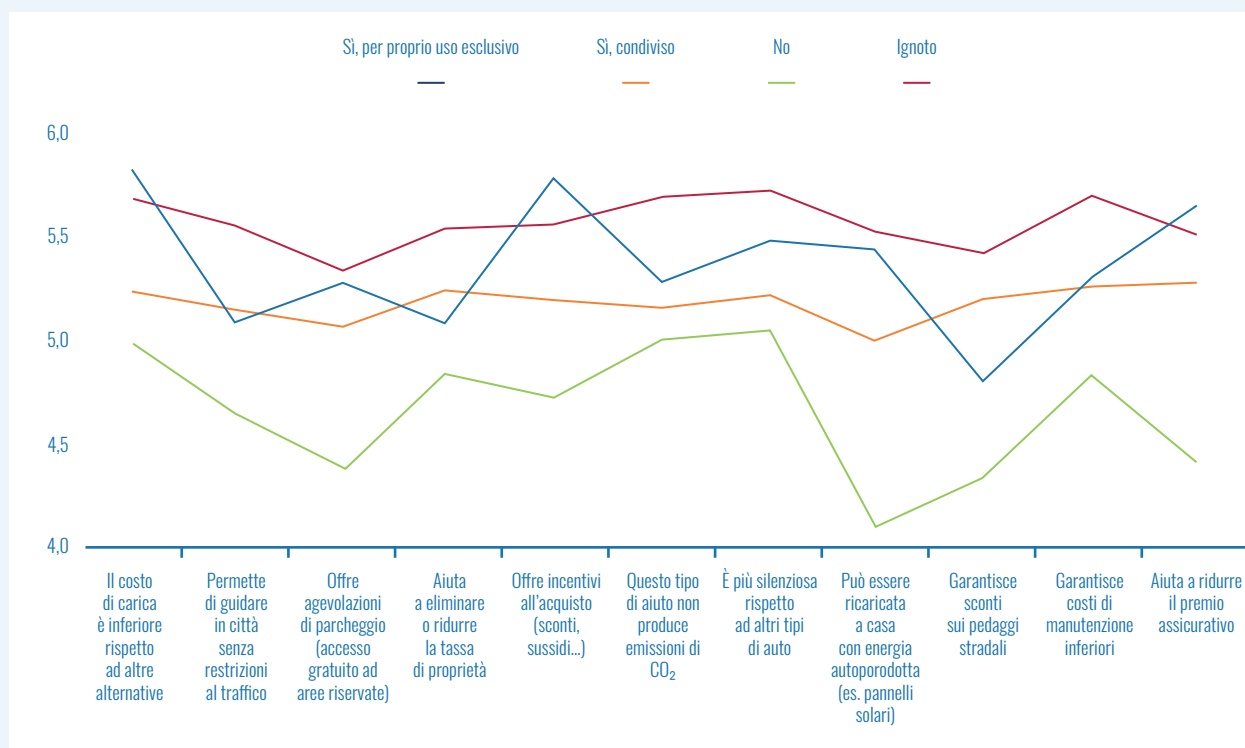
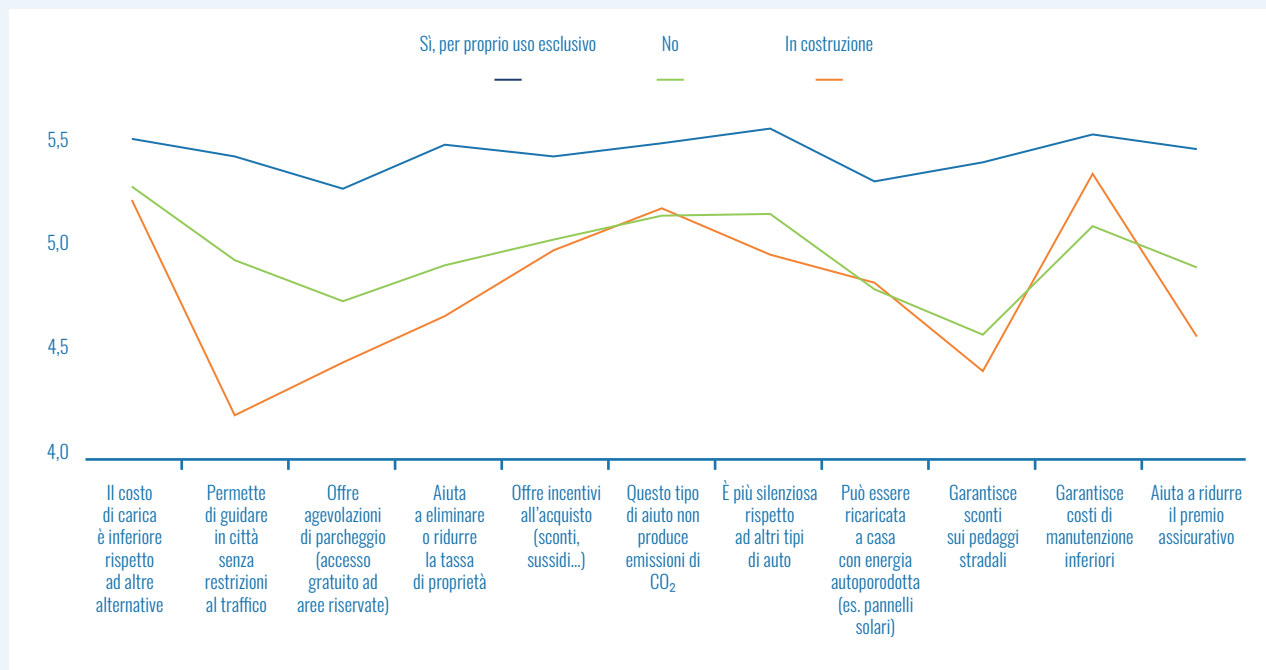


FIGURA 5. MOTIVAZIONI PER L'ACQUISTO DI VEICOLI ELETTRICI IN RELAZIONE ALLA DISPONIBILITÀ DI UN PUNTO DI RICARICA PRIVATO SUL POSTO DI LAVORO



Seguendo la stessa logica di analisi, la Figura 5 presenta i fattori che influenzano la scelta di acquisto dei veicoli elettrici, distinguendo tra gli intervistati che dispongono di punti di ricarica sul luogo di lavoro (esclusivi o condivisi) e coloro che non ne hanno accesso. Dall'analisi delle risposte emergono due profili distinti di acquirenti di veicoli elettrici puri tra le generazioni più giovani:

- consumatori orientati al risparmio, per i quali la convenienza economica rappresenta la principale motivazione di scelta, pur riconoscendo l'importanza dell'impatto ambientale e della silenziosità di guida;
- consumatori guidati da valori ambientali e di comfort, più sensibili alla riduzione delle emissioni di CO₂ e alla qualità dell'esperienza di guida, ma meno focalizzati sul risparmio economico immediato.

Nel campione della ricerca⁴, il secondo gruppo – ossia coloro privi di punti di ricarica domestici (né esclusivi, né condivisi, né in fase di realizzazione) – rappresenta il 7,6% dei proprietari di veicoli elettrici in India, con una crescita progressiva fino al 26,6% in Francia, Paese che mostra anche la minore disponibilità di punti di ricarica residenziali. L'India e la Francia si collocano inoltre agli estremi opposti per quanto riguarda l'accesso a punti di ricarica sul luogo di lavoro: rispettivamente 87,8% e 60%. Nel loro insieme, questi risultati suggeriscono due intuizioni chiave:

- una fascia limitata ma significativa di giovani consumatori è attratta dai veicoli elettrici per motivazioni che vanno oltre gli incentivi economici, riflettendo una crescente attenzione a valori ambientali, comfort e autonomia tecnologica;

⁴ Ricordiamo che si tratta di membri della Generazione Z e dei Millennial residenti nei centri urbani più grandi di ciascun paese.

- esiste una forte correlazione tra possesso di veicoli elettrici puri e disponibilità di punti di ricarica privati, che indica una tendenza verso un controllo diretto delle fonti energetiche. Tale controllo consente non solo di ridurre i costi per kWh (tramite autoproduzione o strategie di ottimizzazione della rete) ma anche di minimizzare l'incertezza legata all'accesso alle infrastrutture pubbliche di ricarica.

I punti di ricarica privati garantiscono una ricarica costante e prevedibile, in particolare per gli spostamenti quotidiani, poiché l'alimentazione dei veicoli avviene tipicamente nelle ore serali o notturne. Resta tuttavia incerta la direzionalità causale: non è sempre chiaro se la decisione di acquistare un veicolo elettrico abbia preceduto o seguito la disponibilità di un punto di ricarica domestico (spesso associato a sistemi di autoproduzione come pannelli fotovoltaici). Al contrario, le infrastrutture di ricarica sul posto di lavoro tendono a preesistere alla decisione d'acquisto, fungendo da fattore abilitante per l'adozione. Ciò suggerisce che i datori di lavoro possono svolgere un ruolo strategico nella diffusione dei veicoli elettrici puri, offrendo accesso a punti di ricarica a condizioni più vantaggiose rispetto alle tariffe pubbliche.

In definitiva, le generazioni più giovani nei grandi centri urbani sembrano già orientate verso un ecosistema energetico integrato per la mobilità, in cui la proprietà del veicolo, la produzione di energia e le infrastrutture di ricarica si configurano come componenti interdipendenti di un unico sistema sostenibile.

COMPORTAMENTI DI RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI NELLE GIOVANI GENERAZIONI

I comportamenti di ricarica osservati tra le giovani generazioni confermano le tendenze già emerse nelle analisi precedenti. Le stazioni pubbliche di ricarica vengono utilizzate principalmente per la ricarica rapida, anche all'interno delle aree urbane. Questi punti non sono percepiti come luoghi di

sosta prolungata, ma come spazi di ottimizzazione del tempo di ricarica, nonostante i costi più elevati dovuti all'aumento del prezzo per kWh con la velocità di erogazione. Una volta fermatisi, gli utenti tendono a massimizzare il tempo di ricarica, soprattutto nelle fasce orarie mattutine e pomeridiane. Le soste notturne, invece, risultano più lunghe e consentono ricariche a velocità ridotte, generalmente più convenienti dal punto di vista economico. Quando la ricarica può essere pianificata, come avviene spesso per gli spostamenti urbani locali, la scelta del punto di ricarica è guidata principalmente da due fattori: la velocità di ricarica e il prezzo per kWh.

Ciò non esclude che le stazioni di ricarica vengano talvolta utilizzate come destinazioni di sosta. È infatti diffusa la pratica di ricaricare il veicolo per sfruttare le opportunità di parcheggio, soprattutto nelle città congestionate, dove la disponibilità di posti auto è limitata. Tuttavia, questo vantaggio dei veicoli elettrici incontra limiti strutturali quando le stazioni risultano occupate da veicoli non in fase di ricarica, riducendo così la rotazione e l'efficienza complessiva del sistema. Questa dinamica evidenzia una sfida cruciale per la mobilità elettrica: la durata delle operazioni di ricarica comporta l'occupazione prolungata delle infrastrutture, attualmente almeno dieci volte superiore rispetto al tempo necessario per un rifornimento di carburante. Mentre una pompa di benzina si libera in pochi minuti, un punto di ricarica richiede in media circa 20 minuti per ricaricare l'80% della batteria. Ne consegue che ogni punto di ricarica può servire meno del 10% dei veicoli gestiti da una singola pompa di carburante. Replicare la capacità di servizio del sistema attuale richiederebbe alle utility di moltiplicare per dieci il numero dei punti di ricarica, potenziando al contempo la rete elettrica e i collegamenti di alimentazione – un investimento di portata considerevole. Le case automobilistiche stanno tuttavia compiendo progressi significativi nella riduzione dei tempi di ricarica, avvicinandosi a soglie considerate accettabili dai consumatori.

I risultati della ricerca mostrano che, quando gli utenti sono costretti a rimanere nel veicolo durante

la ricarica – ossia quando l'operazione non coincide con altre attività ma risponde a un'urgenza – il tempo massimo di attesa accettabile è di circa 30 minuti, con differenze tra paesi: 25 minuti in Germania e fino a 38 minuti in India. Le tecnologie di ricarica più avanzate operano già al di sotto di queste soglie di tolleranza, ma la disponibilità complessiva di infrastrutture resta ancora insufficiente per sostenere un parco auto completamente elettrico. La sfida, pertanto, non riguarda soltanto la produzione e disponibilità di energia elettrica, ma anche la densità e funzionalità dei punti di ricarica, specialmente in vista della necessità di gestire funzioni bidirezionali: sia di ricarica del veicolo sia di trasferimento dell'energia dalla batteria alla rete⁵.

APPROFONDIMENTI SUL FUTURO DELLA MOBILITÀ ELETTRICA URBANA

I dati presentati confermano che la mobilità elettrica urbana richiede una prospettiva sistemica. Poiché la maggior parte degli attuali proprietari di veicoli elettrici dispone di punti di ricarica privati ed è motivata dai risparmi e dai vantaggi funzionali derivanti dagli incentivi, sorgono interrogativi sugli scenari futuri in cui l'aumento del numero di veicoli elettrici renderà tali incentivi insostenibili, sia dal punto di vista economico (riduzione dell'imposta sulla proprietà, sconti sui pedaggi e sui parcheggi), sia da quello funzionale (accessibilità alle aree a traffico limitato, parcheggi in zone altrimenti non disponibili). Molti incentivi attualmente interessanti e in grado di ridurre i costi scomparirebbero quando il volume dei veicoli elettrici superasse determinate soglie. Il volume crescente metterebbe inoltre a dura prova l'infrastruttura pubblica di ricarica.

A meno che l'uso dei veicoli con motore a combustione interna non venga scoraggiato attraverso un aumento artificiale dei costi operativi (una scelta politica difficile), il mantenimento dei vantaggi economici dei veicoli elettrici e la mitigazione dei

problemi legati al numero di stazioni pubbliche richiederanno necessariamente l'incentivazione, o quantomeno la rimozione delle barriere, all'autoproduzione di energia elettrica. Tali barriere includono le normative urbanistiche, che spesso ostacolano le iniziative individuali dei cittadini negli investimenti in pannelli solari o microeolici, e la disponibilità di spazi di ricarica privati (i garage non sono molto diffusi nelle zone centrali e semicentrali delle città europee più antiche). La creazione di comunità energetiche va nella giusta direzione e potrebbe dare un impulso significativo alla diffusione dei veicoli elettrici.

Torniamo alla premessa iniziale di questo articolo: i veicoli elettrici puri richiedono un paradigma energetico diverso, basato in parte sull'autoproduzione, sia per ragioni di convenienza economica sia di volume di produzione energetica. L'evoluzione del V2G diventa una conseguenza logica, consentendo ai cittadini di utilizzare i veicoli come batterie di accumulo per monetizzare l'energia in eccesso autoprodotta, fornendo un ulteriore stimolo agli investimenti in sistemi di produzione privati su piccola scala.

Quale ruolo avranno le stazioni di ricarica pubbliche in questo contesto? Probabilmente continueranno a svolgere le funzioni attuali, in particolare le stazioni di ricarica rapida che sostituiscono le pompe di benzina. Chi viaggia su lunghe distanze continuerà ad avere bisogno di ricaricare lontano da casa. La domanda residenziale dovrebbe invece diminuire con la diffusione della ricarica domestica. Parallelamente alle stazioni di ricarica, le infrastrutture di scambio energetico cresceranno presumibilmente nell'ambito dei sistemi V2G, infrastrutture e sistemi di scambio ancora da costruire.

Questo scenario appare plausibile alla luce della tecnologia attuale. Se la produzione di energia nucleare, da fissione o da fusione, si affermerà nel prossimo futuro, i sistemi di ricarica pubblici diventeranno probabilmente il modello di distribuzione dominante, analogamente alle pompe di benzina nell'era dei combustibili fossili,

⁵ Attualmente sono in corso interessanti esperimenti con punti di ricarica distribuiti nello spazio urbano, come i pali dell'illuminazione stradale nel Regno Unito, i cordoli dei marciapiedi in Germania e altre soluzioni analoghe. Queste innovazioni confermano che il modello V2G rappresenta un potenziale reale.

poiché i costi di produzione nucleare, in particolare della fusione, potrebbero essere inferiori a quelli dell'autoproduzione con piccoli pannelli solari. Se ciò dovesse verificarsi, il numero delle stazioni di ricarica dovrà crescere in modo esponenziale, grazie a investimenti su larga scala.

La tempistica della disponibilità commerciale della tecnologia della fusione nucleare rimane poco chiara. Pertanto, la mobilità elettrica urbana rappresenta un ecosistema in evoluzione, in cui gli innovatori più dinamici sembrano essere non le utility, ma le case automobilistiche, in particolare

quelle europee, che investono in motori elettrici più efficienti, batterie con maggiore capacità, batterie a ricarica più rapida con cicli di carica-scarica più lunghi e sistemi software che gestiscono le interfacce V2G e V2H. La loro attenzione è rivolta ai sistemi di autoproduzione di energia, esattamente come indicato da Tesla vent'anni fa. Il modo in cui questo si integra con la tecnologia di guida autonoma apre affascinanti possibilità per nuovi modelli di business e approcci innovativi alla monetizzazione delle relazioni con i clienti da parte delle case automobilistiche.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Arts, J.W.C., Frambach, R.T., Bijmolt, T.H.A. (2011). Generalizations on consumer innovation adoption: A meta-analysis on drivers of intention and behavior. *International Journal of Research in Marketing*, 28(2), 134-144. Elsevier.

Electric Vehicle Database (2025). *EV Database*. ev-database.org.

European Alternative Fuels Observatory (2025). *European Alternative Fuels Observatory*. alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu.

Kamana-Williams, B., et al. (2024). "Driving change: Electric vehicle charging behavior and peak loading." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 114-132. Elsevier.

Morrissey, P., Weldon, P., O'Mahony, M. (2016). "Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behaviour." *Energy Policy*, 89, 257-270. Elsevier.

Narasipuram, N.P., Mopidevi, S. (2021). "A technological overview and design considerations for developing

electric vehicle charging stations." *Journal of Energy Storage*, 35, 102272. Elsevier.

Pagani, M., et al. (2019). "User behaviour and electric vehicle charging infrastructure: An agent-based model assessment." *Applied Energy*, 254, 113636. Elsevier.

