

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea Magistrale

Strategie di innovazione nel settore della mobilità elettrica

Relatore:

Prof. Giuseppe Scellato

Candidata:

Francesca Bruno

Anno Accademico 2019/2020

Sommario

INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1.....	6
MERCATO AD ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA.....	6
CAPITOLO 2	11
AUTO ELETTRICA	11
2.1 CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI	11
2.2 COSTO DI PROPRIETÀ	13
INFRASTRUTTURA DI RICARICA	14
2.3 CLASSIFICAZIONE.....	14
2.4 DIFFUSIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI RICARICA IN EUROPA	16
2.5 DIFFUSIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI RICARICA IN ITALIA	18
2.6 MODALITÀ DI RICARICA, TIPO DI CORRENTE E DI CONNETTORE	20
CAPITOLO 3.....	25
FILIERA INDUSTRIALE.....	25
CURVE A S DELLO SVILUPPO TECNOLOGICO	26
3.1 DIFFUSIONE.....	26
3.2 PERFORMANCE.....	27
CAPITOLO 4.....	32
SCENARI DI REGOLAZIONE	32
4.1 INTEROPERABILITÀ.....	32
4.2 PLURALISMO E CONCORRENZA NELL'OFFERTA DI RICARICA	36
4.3 EQUILIBRIO NELL'AMBITO DEL SISTEMA ELETTRICO	38

4.4 INTEGRAZIONE CON LE ENERGIE RINNOVABILI	44
CAPITOLO 5	48
POLITICHE INCENTIVANTI PER LA DIFFUSIONE DEL SERVIZIO DI RICARICA	48
5.1 ITALIA	49
5.2 NORVEGIA	51
5.3 OLANDA	52
CAPITOLO 6	54
PLAYER DI MERCATO	54
6.1 ITALIA	55
6.2 NORVEGIA	61
6.3 OLANDA	64
6.4 IL CONFRONTO	67
CAPITOLO 7	70
VEHICLE TO GRID	70
7.1 I PROGETTI PILOTA IN ITALIA	75
CONCLUSIONI	80
INDICE DELLE FIGURE	83
INDICE DELLE TABELLE	85
BIBLIOGRAFIA	86
SITOGRAFIA	87

INTRODUZIONE

La *Smart city* (città intelligente) è un insieme di strategie di pianificazione urbanistica tese all'ottimizzazione e all'innovazione dei servizi pubblici così da mettere in relazione le infrastrutture materiali delle città con il capitale umano, intellettuale e sociale di chi le abita grazie all'impiego diffuso delle nuove tecnologie di comunicazione, di mobilità, e di efficienza energetica, al fine di migliorare la qualità della vita e soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e istituzioni. La *Smart Mobility* è uno degli aspetti più importanti nella modellazione delle *Smart City*. In particolare, con l'espressione *Smart Mobility* si intende l'evoluzione del mondo della mobilità verso un modello più sostenibile da tre punti di vista: ambientale, economico e sociale. La mobilità sostenibile è un insieme di soluzioni vantaggiose per l'ambiente ma anche per le persone perché permette di ridurre l'impatto ambientale, dovuto al settore dei trasporti, ma al contempo rende gli spostamenti più veloci ed efficienti. La tecnologia, l'innovazione e il comportamento delle persone sono gli strumenti che permettono di raggiungere reali risultati nello sviluppo della mobilità sostenibile. Il concetto di *Smart Mobility* racchiude in sé la tecnologia, le infrastrutture per la mobilità (infrastrutture di ricarica, segnaletica, veicoli), le soluzioni per la mobilità e le persone. È chiaro quindi che *Smart Mobility* non significa solo forme alternative di trasporto, ma è un fenomeno più ampio e complesso che punta ad offrire una nuova esperienza di mobilità basata sui seguenti principi:

- Flessibilità. Offrire molteplici modalità di trasporto che consentono a chi si sposta di scegliere la migliore in base allo specifico contesto.
- Efficienza. Il viaggiatore deve essere in grado di arrivare a destinazione con il minimo sforzo e nel più breve tempo possibile.
- Integrazione. Il tragitto completo è pianificato senza tener conto di quali mezzi di trasporto vengono usati.
- Tecnologie *green*. Dai veicoli che causano inquinamento ci si sposta verso quelli a zero emissioni.
- Sicurezza. Il numero dei morti e dei feriti deve essere drasticamente ridotto.

- Accessibilità. Tutti devono poter avere accesso alle diverse forme di *Smart Mobility*.

I principali macro-trend (Figura 1) che stanno ridisegnando il mondo della mobilità verso la *Smart Mobility* sono:

- *Electrification*
- *Autonomous driving*
- *Sharing mobility*.

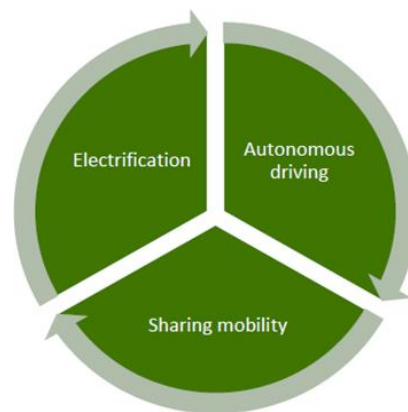


Figura 1 I macro-trend della smart mobility

Questo lavoro di tesi si focalizza esclusivamente sul macro-trend dell'*Electrification* visto il gran numero di spunti offerti da questo tema fortemente innovativo con lo scopo di identificare le principali strategie intraprese dalle *utilities* per favorire lo sviluppo della mobilità elettrica. Il termine *Electrification* indica, nel settore dei trasporti, il passaggio da un'alimentazione tradizionale, tipicamente diesel o benzina, ad una elettrica. Il tema dell'elettrificazione sta coinvolgendo diverse tipologie di veicolo: in primo luogo le autovetture ma anche il trasporto pesante, il trasporto pubblico e le soluzioni relative alla micro-mobilità come bici e monopattini. In riferimento alle autovetture esistono diverse tipologie di configurazioni elettriche:

- Ibrido plug-in parallelo
- Ibrido plug-in serie
- Elettrico.

Il passaggio ad un'alimentazione elettrica determina una riduzione dell'inquinamento e dei costi associati ai trasporti e influisce sulla qualità della vita delle persone. Ed è proprio in questa visione della mobilità inevitabilmente sempre più sostenibile che le imprese del settore *energy* e le *utilities* investono al fine di generare un proprio ritorno economico e salvaguardare la salute del pianeta. La crescente sensibilità ambientale spinge ad un cambio di paradigma della mobilità che si orienta verso soluzioni innovative e sempre più sostenibili. Questo cambio è anche imposto dagli obiettivi di Parigi sul fronte del cambiamento climatico e dai dati oggettivi che confermano che il trasporto rimane uno dei settori responsabili delle emissioni di gas serra, pericolosi per il futuro del nostro pianeta. La diffusione sempre più ampia delle fonti di energia rinnovabili e delle reti di distribuzione intelligenti, combinate agli obiettivi posti dalla sfida climatica, esprimono il ruolo cruciale della mobilità elettrica nel panorama dei trasporti del nuovo millennio.

Il presente lavoro di tesi inizia con una breve descrizione del mercato ad alimentazione alternativa in Europa e in Italia al capitolo 1, per poi approfondire al capitolo 2 il mondo dell'auto elettrica e della infrastruttura di ricarica. Lo studio della filiera industriale della mobilità elettrica e il relativo progresso tecnologico sono stati affrontati nel capitolo tre. Nel capitolo 4 sono stati descritti gli scenari di regolazione in cui sviluppare la rete infrastrutturale di ricarica. Affinché la mobilità a emissioni zero diventi un'opzione accessibile e conveniente, occorre definire un quadro di supporto che includa una fitta rete di punti di ricarica e stazioni di rifornimento in tutti i paesi dell'Unione Europea, abbinato a schemi di incentivazione anche economicamente sostenibili: a tal proposito nel capitolo 5 sono stati elencati i meccanismi incentivanti per la diffusione del servizio di ricarica in Italia, Norvegia e Olanda. Le strategie intraprese dalle diverse *utilities* in Italia, Norvegia e Olanda sono state illustrate al capitolo 6 evidenziando il confronto tra questi Paesi. Infine, la tecnologia *Vehicle to Grid* e i relativi progetti pilota sviluppati in Italia sono stati oggetto del settimo e ultimo capitolo.

CAPITOLO 1

MERCATO AD ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA

I veicoli che rientrano nella categoria ad alimentazione alternativa sono:

- le auto elettriche ovvero ad emissioni zero allo scarico
- le auto ibride che abbinano un motore elettrico a quello endotermico
- le auto che utilizzano come combustibile il metano o il gpl.

L'indagine condotta da ACEA (*European Automobile Manufacturers Association*) sul mercato delle autovetture per tipo di motorizzazione ha prodotto i risultati mostrati in Tabella 1. L'area indagata riguarda i paesi dell'Unione Europea (esclusi Bulgaria, Croazia e Malta), i Paesi dell'EFTA e il Regno Unito. Nel primo semestre 2020 sono state immatricolate 988.550 auto ad alimentazione alternativa rappresentando il 19,5% del mercato complessivo. Rispetto al 2019, l'incremento delle vendite nel primo semestre è stato pari al 20,6% ed è giustificato da una tendenza dei consumatori verso le auto elettriche, la presenza di nuovi modelli e politiche di supporto. Il mercato delle auto ad alimentazione alternativa cresce sia in volumi, a fronte di un mercato complessivo in forte calo, sia in peso percentuale. Nel primo semestre di quest'anno, il mercato delle auto ricaricabili aumenta del 61,5% e quello delle auto ibride del 15,7%, mentre le vendite di auto a gas diminuiscono del 41,4% rispetto al primo semestre del 2019. Il segmento delle auto elettriche vale il 40,4% del mercato ad alimentazione alternativa e si compone del 22,4% di auto BEV/FCe del 18% di auto PHEV/ER. Il segmento delle auto ibride vale il 52% rappresentando oltre la metà delle auto a trazione alternativa. Infine, il segmento rappresentato dalle auto a gas vale il 7,5% e registra 74.610 nuove immatricolazioni nel mercato ad alimentazione alternativa nel primo semestre.

	1S2020	%	1S2019	%	Var. %
Totale auto elettriche ECV	399.421	40,4	247.278	30,2	61,5
Auto elettriche a batteria (BEV) ¹	221.171	22,4	164.085	20,0	34,8
Auto ibride plug-in (PHEV) ²	178.250	18,0	83.193	10,2	114,3
Auto ibride (HEV)	514.519	52,0	444.784	54,3	15,7
Auto a gas ³	74.610	7,5	127.394	15,5	-41,4
Totale auto ad alimentazione alternativa	988.550	100,0	819.456	100,0	20,6

¹ include fuel cell ² include extended range ³ include gas naturale, GPL, E85

Tabella 1 Immatricolazioni veicoli ad alimentazione alternativa (ACEA, 2020)

La Figura 2 mostra i principali mercati UE/EFTA/UK ad alimentazione alternativa. In alcuni Paesi, il mix tra le tipologie di alimentazione alternativa si è modificato nel primo semestre 2020 a causa delle minori vendite, nel mese di marzo, dovute all'emergenza coronavirus. La crescita del mercato *green* ovvero a basse emissioni è determinata dalla vendita di auto elettrificate (ECV ed HEV) che nel complesso realizzano ottimi risultati in tutti i mercati. La posizione di leader nel mercato europeo a trazione alternativa, in termini di volumi, è riconosciuta alla Germania (con una quota pari al 21,1%), registrando 208.110 nuove immatricolazioni di auto nel primo semestre, di cui 109.670 sono ibride; a seguire, nel Regno Unito sono state immatricolate 141.937 auto ad alimentazione alternativa raggiungendo la quota del 14,4% e la maggior parte delle immatricolazioni sono state di auto ibride (91.472); in Francia sono state immatricolate 129.851 auto ad alimentazione alternativa (13,1%) di cui 60.509 sono state di auto ibride; al quarto posto, in Italia, raggiungendo una quota del 13%, sono state immatricolate 128.818 auto ad alimentazione alternativa di cui 62.319 sono di tipo ibride. La Norvegia è l'unico paese europeo ad avere una quota di autovetture ad alimentazione alternativa pari al 78% e rappresentare quindi la principale scelta rispetto al mercato complessivo.

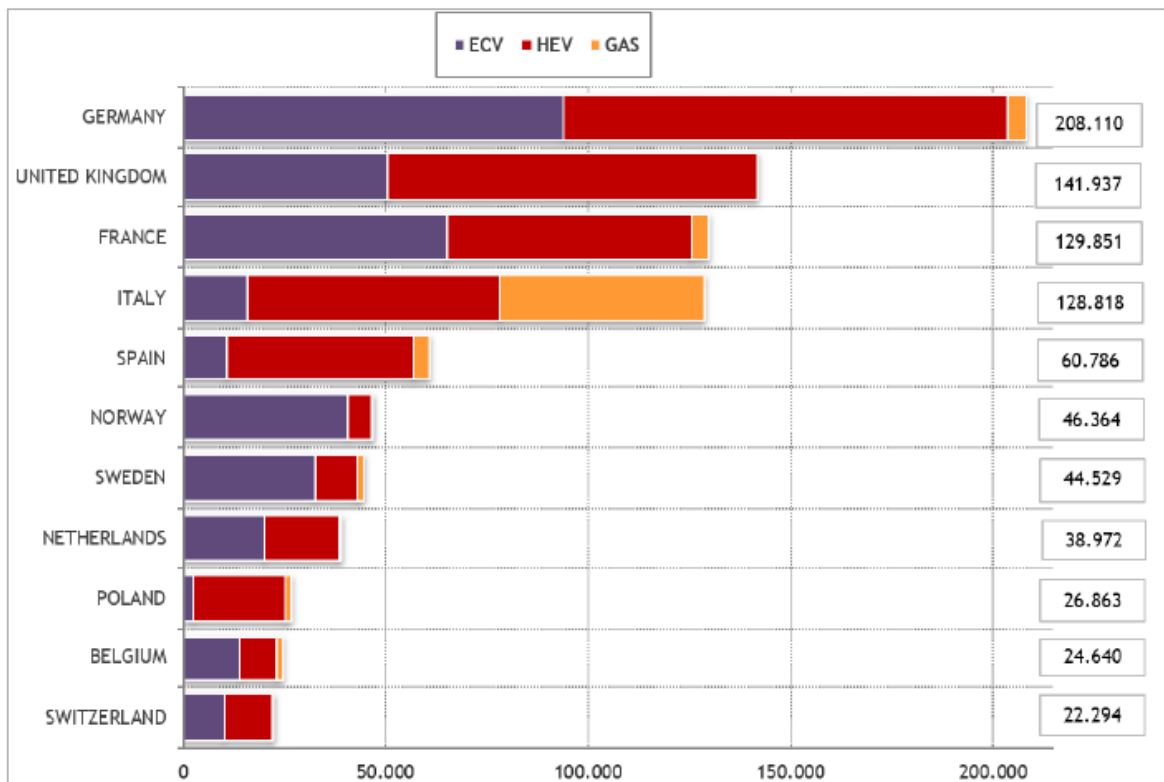


Figura 2 Principali mercati ad alimentazione alternativa (ACEA, 2020)

Questi dati mostrano che le auto ad alimentazione alternativa e in particolare quelle elettriche rappresentano una nicchia ristretta del mercato *automotive*. I fattori che entrano in gioco nella scelta di acquistare o meno un'auto elettrica sono: il tempo e il costo di ricarica, la durata delle batterie, l'autonomia, la distanza da un punto di ricarica e la tipologia del punto di ricarica.

Nel primo semestre del 2020, le vendite di auto elettriche sul territorio italiano non sono state uniformi. In termini di volumi, sono state immatricolate 15.740 auto elettriche (ECV) raggiungendo una quota del 3,9% del mercato ECV europeo e una quota dello 0,9% considerando l'intero mercato italiano. La dimensione del mercato italiano delle auto elettriche, nonostante sia sostenuto da incentivi statali e regionali e da investimenti pubblici e privati, è molto ridotta se comparata con il mercato europeo. Le regioni del nord-est e nord-ovest rappresentano il 75% del totale di auto elettriche vendute in quel periodo. Il motivo di questa disomogeneità interna è dovuta anche alla differenza di reddito tra le regioni.

A tal proposito, un'analisi effettuata da ACEA evidenzia la correlazione tra il PIL pro capite di un Paese e le vendite di auto elettriche, dovuta al prezzo elevato di quest'ultime. Dai risultati dell'analisi mostrati in Figura 3 emerge che i Paesi aventi un PIL pro capite inferiore a 30.000 € raggiungono una quota di mercato ECV inferiore all'1%: appartengono a questa categoria l'Estonia (0,29%), la Lituania (0,35%), la Slovacchia (0,36%), la Grecia (0,42%) e la Polonia (0,48%). Anche l'Italia è un altro paese che rientra in questa categoria sfiorando lo 0,9%. La maggior parte delle auto elettriche sono state vendute nei Paesi aventi livelli di PIL pro capite più elevati. Il Paese con la più alta quota di mercato ECV (68,5%) è la Norvegia con un PIL pro capite di 67.370 €, rappresentando un'eccezione in Europa senza eguali. Questa posizione di leader è stata ottenuta grazie ad una serie di politiche di supporto uniche al mondo: l'esenzione dalle tasse auto, parcheggi gratuiti per i mezzi elettrici e una diffusa rete di ricarica. I paesi al secondo e terzo posto sono rispettivamente l'Olanda e la Svezia aventi anch'essi livelli di PIL elevati ma quote di auto elettriche vendute inferiori rispetto alla Norvegia.

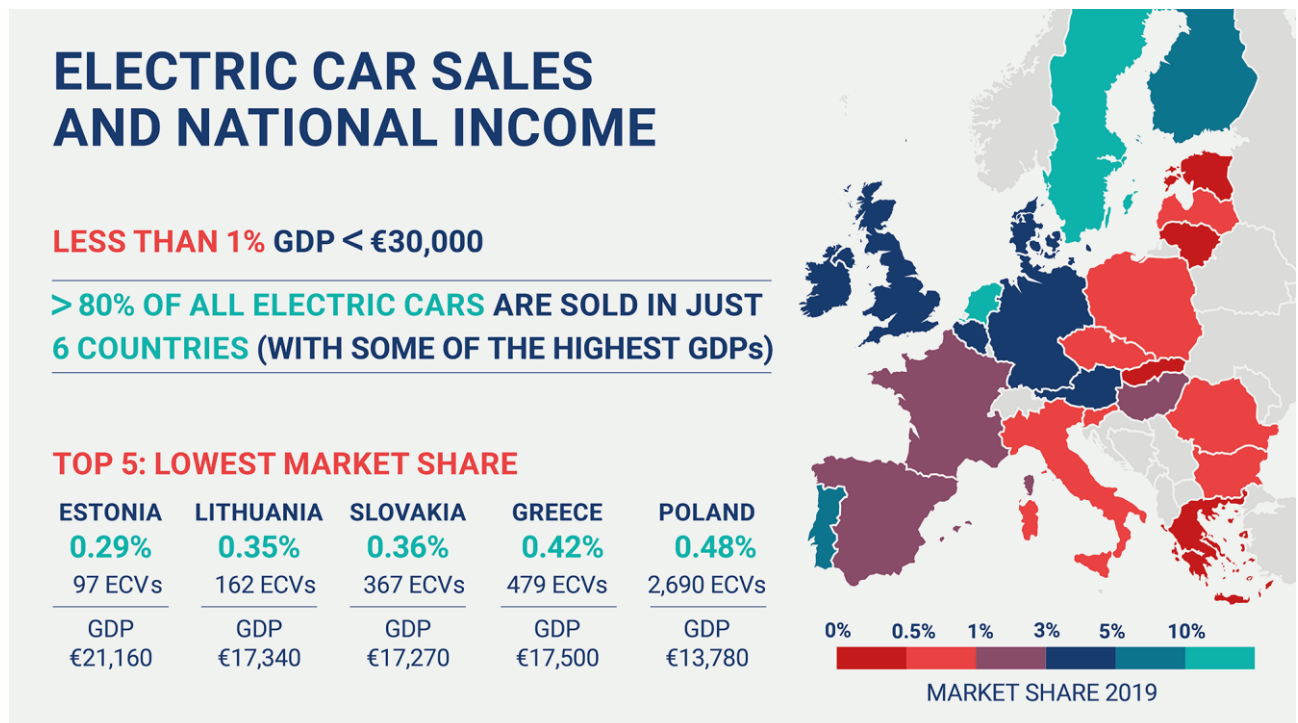


Figura 3 Risultati dell'analisi (ACEA, 2020)

Da gennaio ad agosto 2020 la domanda di autovetture ha registrato una contrazione del 32% nell'Unione Europea, del 27% nei paesi EFTA e del 40% nel Regno Unito, dovuta all'effetto della pandemia causata da Covid-19. Il 16 aprile scorso, a tal proposito, ACEA ha indicato alcuni principi guida per il rilancio dell'industria automobilistica, vitale per la più ampia ripresa economica del continente:

- 1) La definizione di una strategia coordinata per rilanciare in sicurezza la produzione di veicoli il prima possibile e l'attuazione di un riavvio coordinato di attività e di investimenti lungo la catena di approvvigionamento.
- 2) Lo sblocco delle omologazioni e le immatricolazioni dei veicoli di ultima tecnologia.
- 3) Il sostegno della domanda per tutte le categorie di veicoli di ultima generazione in grado di consentire la ripresa della produzione negli stabilimenti in tutta Europa.
- 4) L'accelerazione degli investimenti nelle infrastrutture di ricarica e di rifornimento di carburante.

CAPITOLO 2

AUTO ELETTRICA

L'auto elettrica è un'automobile dotata di un motore elettrico che utilizza come fonte di energia primaria l'energia chimica immagazzinata in una o più batterie ricaricabili. Questa energia accumulata è trasferita al motore sotto forma di energia elettrica grazie all'inverter, un dispositivo che trasforma la corrente continua dell'accumulatore in corrente alternata e la invia al motore. Le auto elettriche hanno meno componenti usurabili rispetto alle auto tradizionali ma allo stesso tempo la domanda di autoriparazione non diminuirà. Gli interventi di manutenzione e riparazione dei sensori delle auto elettriche si svolgeranno nei centri di assistenza, i quali dovranno investire in attrezzature e strumentazioni all'avanguardia oltre che su una sempre più specializzata formazione del personale.

2.1 CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI

Per quantificare le emissioni di CO_2 dei veicoli elettrici si considerano due parametri:

- il consumo di energia per chilometro (kWh/km)
- le emissioni di CO_2 dalla produzione di elettricità (g di CO_2 /kWh).

Il primo parametro dipende da fattori quali il peso e la dimensione del veicolo, l'aerodinamica, gli pneumatici e anche il peso delle batterie a bordo dei veicoli. Il tallone di Achille dei vari costruttori di auto elettriche sono proprio le batterie perché riducono l'autonomia di questa tipologia di vetture. Per i modelli dotati di batterie al litio, le case costruttrici dichiarano un'autonomia che varia da 200 a 800 km, ma ovviamente questa può variare in base allo stile di guida adottato dal conducente ma anche dalle condizioni ambientali. L'autonomia di un'auto elettrica viene aumentata utilizzando un sistema di ricarica automatica, come il sistema KERS (*Kinetic Energy Recovery System*), nelle fasi di rallentamento, discesa e frenata, recuperando circa il 15% dell'energia impiegata in un medio percorso, rendendo così un motore elettrico quasi quattro volte più efficiente di

un normale motore a combustione interna. In termini di consumi, considerata l'efficienza della batteria (kWh) e l'autonomia garantita (km), le vetture elettriche tipicamente consumano da 0,15 a 0,25 kWh/km. Più il consumo è basso, più efficiente sarà la vettura e minori saranno i costi della ricarica. Per quanto riguarda il secondo parametro, le emissioni di CO_2 derivanti dalla produzione di elettricità variano da paese a paese e dipendono dal tipo di fonte energetica primaria utilizzata (Figura 4). Le auto elettriche possono aiutare a ridurre l'emissione di gas serra se l'elettricità usata per alimentarli è prodotta con fonti rinnovabili (fotovoltaico, eolico): un singolo impianto eolico, ad esempio, può produrre energia elettrica sufficiente ad alimentare 1.000 auto elettriche. La Comunità Europea e i Governi dei singoli Stati concedono agevolazioni a privati ed imprese per incentivare l'utilizzo di fonti rinnovabili al fine di limitare le emissioni inquinanti e contribuire al risparmio energetico: dal 2021 la media complessiva delle emissioni di CO_2 prodotte dai veicoli nell'Unione Europea dovrà essere minore o uguale al 95 g/km.

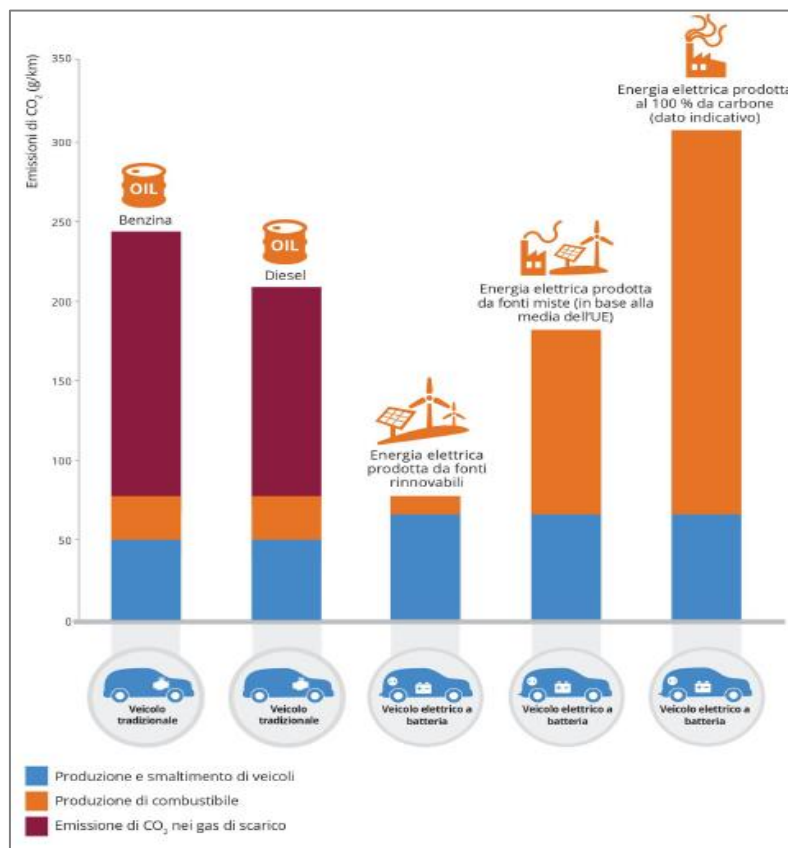


Figura 4 Emissioni di CO_2 dei vari tipi di veicoli e carburanti

2.2 COSTO DI PROPRIETÀ

Un driver della domanda di auto elettriche è rappresentato dal costo associato all'auto elettrica, che si articola nelle componenti di acquisto ed uso. Se da una parte i possessori di veicoli elettrici possono beneficiare di una riduzione dei costi del carburante, dovuta al fatto che i prezzi dell'energia elettrica sono inferiori ai prezzi del carburante in virtù della tassazione inferiore e di minori costi energetici, il costo di acquisto del veicolo è ancora sensibilmente superiore rispetto a un tradizionale veicolo a combustione interna, soprattutto a causa del costo ancora elevato delle batterie. Il prezzo medio di un'auto elettrica è di 30.000€ e la batteria influisce fino al 50% sul costo finale. Asia e USA controllano quasi il 90% del mercato globale del settore delle batterie e dei sistemi di accumulo. L'*European Battery Alliance* (EBA) è una piattaforma cooperativa lanciata ad ottobre 2017, che include la Commissione Europea, i Paesi dell'Unione Europea interessati, la Banca Europea per gli investimenti e oltre 260 portatori di interessi dell'industria e dell'innovazione. L'obiettivo è creare una catena del valore competitiva in Europa per evitare una dipendenza tecnologica dai concorrenti (Cina e USA) e sfruttare il potenziale di crescita e di investimento nella produzione di batterie. È necessario rafforzare gli altri segmenti della catena del valore delle batterie, ad esempio materiali, macchinari e processi produttivi, sistemi di gestione delle batterie, ecc., nell'ambito di un ecosistema integrato e competitivo. La Commissione Europea ha approvato ufficialmente il «Programma IPCEI Batterie 1» dedicato al settore delle batterie innovative, per un investimento complessivo pari a 3,2 miliardi di euro che produrrà materie prime, celle, moduli e sistemi di batterie su larga scala e che consentirà la riconversione, il riciclaggio e la raffinazione su scala industriale. A fine 2019, la multinazionale *Bloomberg NEF (New Energy Finance)* ha pubblicato i risultati del suo decimo *Battery Price Survey*, affermando che il prezzo delle batterie è diminuito del 13% rispetto all'anno precedente come mostra la Figura 5. Tale riduzione, nel 2019, è dovuta all'aumento degli ordini, alla crescita delle vendite di veicoli BEV e alla maggiore applicazione di materiali catodici per i sistemi di accumulo ad alta densità di energia.

Secondo le ultime previsioni della società di ricerca *Bloomberg NEF*, le stesse batterie entro il 2023 saranno più leggere, meno ingombranti e più veloci nella ricarica e il prezzo medio sarà circa 100 \$/kWh.

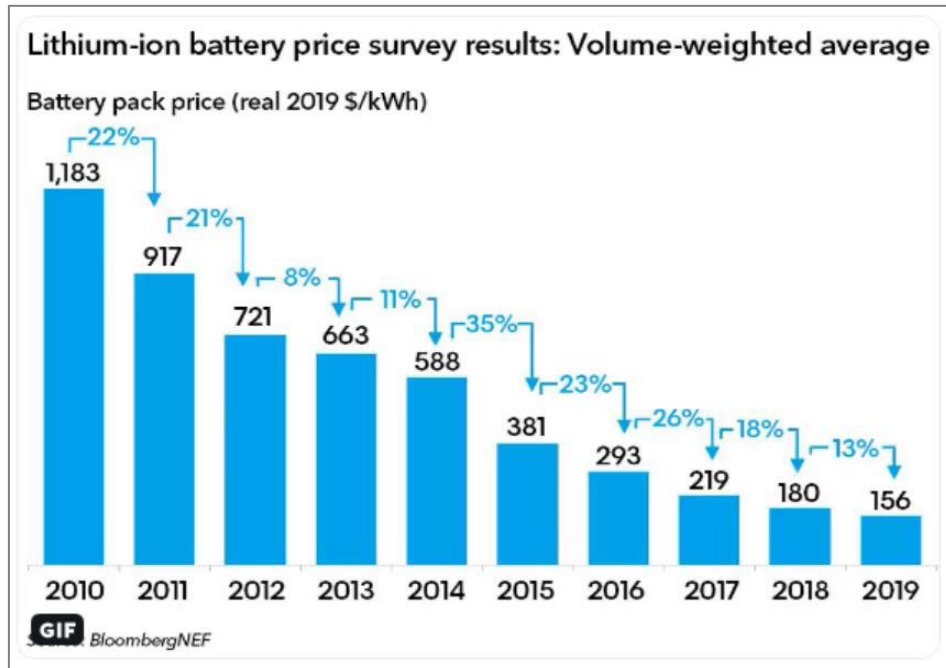


Figura 5 Risultati Battery Price Survey (Bloomberg, 2019)

INFRASTRUTTURA DI RICARICA

La diffusione dei veicoli elettrici dipende innanzitutto dall'accettazione del mercato, la quale è possibile solo attraverso la realizzazione di tutte le condizioni abilitanti allo sviluppo della mobilità elettrica: la principale condizione è la realizzazione di una rete infrastrutturale in grado di supportare il fabbisogno di ricarica elettrica.

2.3 CLASSIFICAZIONE

Un punto di ricarica è un'interfaccia in grado di caricare un veicolo elettrico alla volta. È possibile classificare un punto ricarica, in base al tipo di potenza erogata, in (Figura 6):

- *normal charge*, punto di ricarica che consente il trasferimento di elettricità a un veicolo elettrico di potenza pari o inferiore a 22 kW, esclusi i dispositivi di potenza pari o inferiore a 3,7 kW
- *fast charge*, punto di ricarica che consente il trasferimento di elettricità a un veicolo elettrico di potenza superiore a 22 kW.

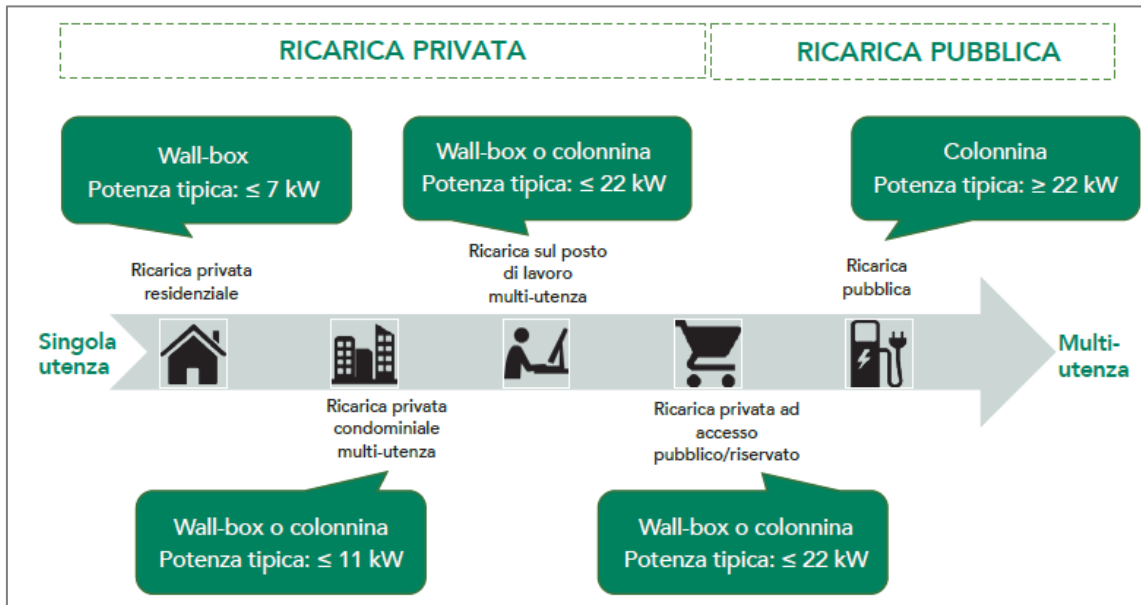


Figura 6 Classificazione dell'infrastruttura di ricarica in base alla potenza erogata

Tali definizioni sono mutuare dal quadro normativo relativo ai sistemi di ricarica a livello europeo ed italiano, con particolare riferimento alla Direttiva 2014/94/UE (cosiddetta AFID - *Alternative Fuel Infrastructure Directive*) ed alla Legge n.134 del 7/08/2012, art. 17 septies, comma 1, (cosiddetto PNIRE - Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad energia Elettrica).

L'infrastruttura di ricarica per i veicoli elettrici è classificata non solo in base al tipo di potenza erogata ma anche in base al tipo di accessibilità (Figura 7):

- pubblica, punti di ricarica installati sul suolo pubblico e ad accesso libero
- privata ad uso pubblico, punti di ricarica installati sul suolo privato ma ad accesso libero (ad esempio in centri commerciali od altri punti di interesse)

- privata, punti di ricarica installati tipicamente sul suolo privato e ad accesso privato.

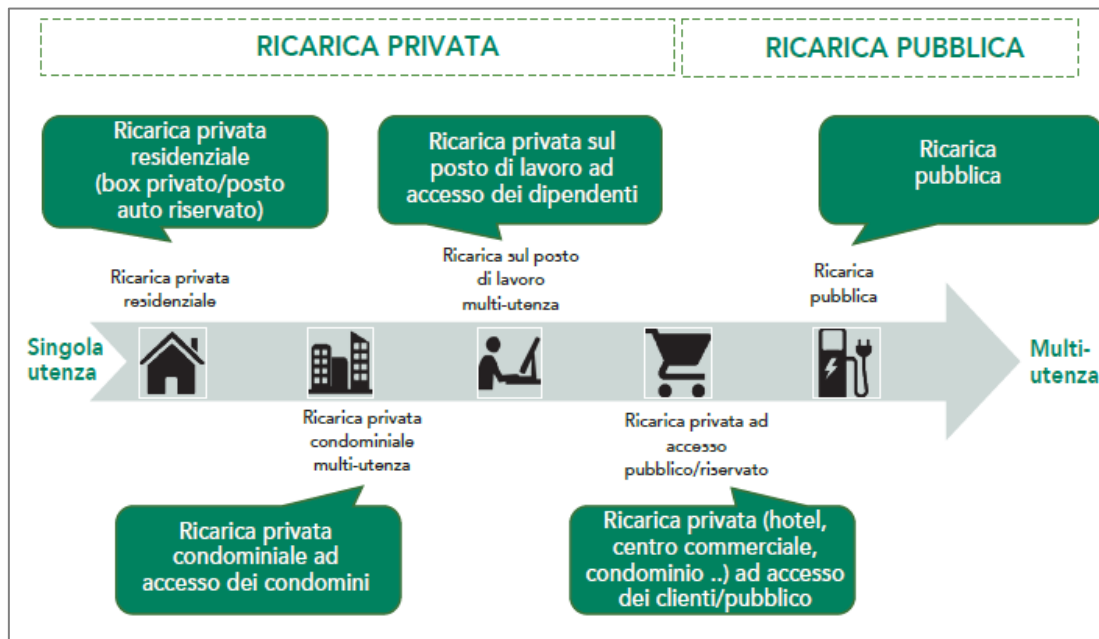


Figura 7 Classificazione dell'infrastruttura di ricarica in base all'accessibilità

2.4 DIFFUSIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI RICARICA IN EUROPA

L'area geografica considerata per la raccolta dei dati comprende i paesi dell'Unione Europea, il Regno Unito e i paesi dell'EFTA. Dalla Figura 8 si può notare che nel 2019 sono stati installati 211.258 punti di ricarica pubblici, di cui l'11,4% sono di tipo *fast charge*, complessivamente in crescita del 27,21% rispetto all'anno precedente. La crescita dei punti di ricarica *normal charge* e *fast charge* rispetto all'anno 2018 è significativa ed è pari rispettivamente al 38% e al 36%. Il 28 novembre 2020, l'EAFO (*European Alternative Fuels Observatory*) ha registrato la presenza di 271.200 punti di ricarica pubblici in questi Paesi. L'Olanda è il paese con il più elevato numero di punti di ricarica pubblici, oltre 60.000, seguito da Francia con 45.000 punti, Germania poco più di 40.000 punti e Regno Unito (30.000). Spagna e Italia, invece, hanno una diffusione più lenta dell'infrastruttura di ricarica pubblica.

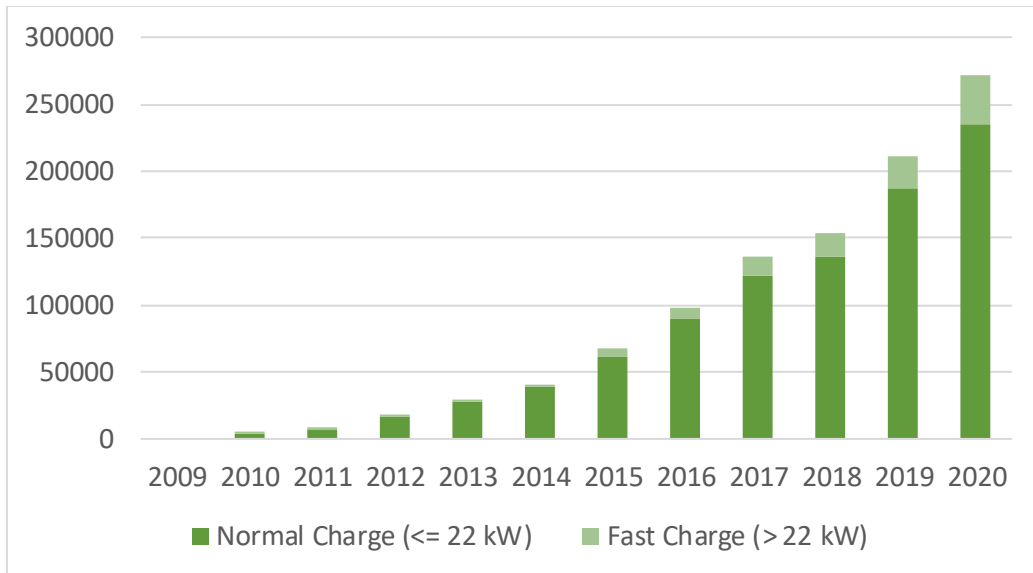


Figura 8 Punti di ricarica pubblici in EU, EFTA, UK (EAFO, 2020)

La diffusione dei punti di ricarica in rapporto al numero di veicoli elettrici puri (BEV) circolanti è disomogenea nei diversi Paesi. La Figura 9 mostra che nel 2019 si sono creati due casi limite: la Norvegia detiene il maggior numero di autovetture elettriche in Europa e ha raggiunto un rapporto 1:18; l'Olanda invece 1:2. L'Italia è posizionata in basso a sinistra poiché non presenta ancora un vero e proprio mercato dell'auto elettrica. Nei capitoli seguenti saranno trattate nel dettaglio le profonde differenze tra questi tre Paesi.

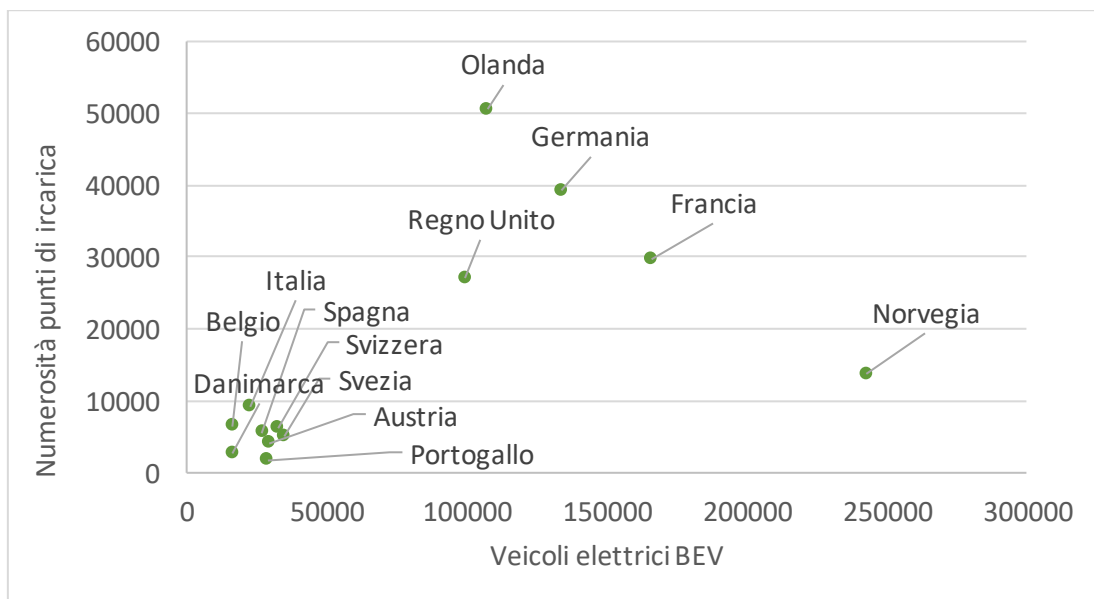


Figura 9 Rapporto punti di ricarica e veicoli elettrici puri (EAFO, 2020)

2.5 DIFFUSIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI RICARICA IN ITALIA

Nel 2014 il Governo italiano ha varato il Piano Nazionale per la Ricarica dei veicoli alimentati a Energia elettrica (PNIRE), documento di programmazione che definisce le linee guida per garantire lo sviluppo unitario del servizio di rifornimento elettrico nel territorio italiano. Il Piano è stato successivamente aggiornato nel 2016, con l'individuazione di due fasi consequenziali fino al 2020 per lo sviluppo della mobilità elettrica e dell'infrastruttura di ricarica:

- Fase di definizione e sviluppo (2013-2016), che pone le basi per garantire la mobilità elettrica nelle città e nelle aree metropolitane.
- Fase di consolidamento (2017-2020), che prevede il completamento della rete infrastrutturale in modo da coprire l'intero territorio nazionale.

In aggiunta, il PNIRE fornisce indicazioni e strumenti in grado di supportare concretamente l'*e-Mobility*, a partire dall'istituzione della Piattaforma Unica Nazionale (PUN). Si tratta di uno strumento, gestito direttamente dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che raccoglie le informazioni fornite da ogni gestore di infrastrutture di ricarica accessibili al pubblico per cittadini e operatori. In Italia sono stati installati 9.176 punti di ricarica pubblici nel 2019 rispetto ai 3.433 punti installati nel 2018 in tutto il territorio nazionale. Dalla Figura 10 è possibile osservare che l'infrastruttura di ricarica in Italia è stata installata a partire dal 2012 e consisteva in 1.350 punti di ricarica di tipo *normal charge* e un solo punto di tipo *fast charge*. La crescita è stata lenta e graduale poiché anche le vendite di auto elettriche hanno raggiunto dei picchi elevati soltanto negli ultimi anni grazie a svariate politiche di incentivi offerti dallo Stato e/o dalle case automobilistiche. Il 28 novembre 2020, l'EAFO (*European Alternative Fuels Observatory*) ha registrato la presenza di 13.176 punti di ricarica pubblici in Italia. La crescita dei punti di ricarica *normal charge* è stata molto più accentuata rispetto a quella dei punti di tipo *fast charge* rispettivamente del 65,59% e del 33,68% nel 2019.

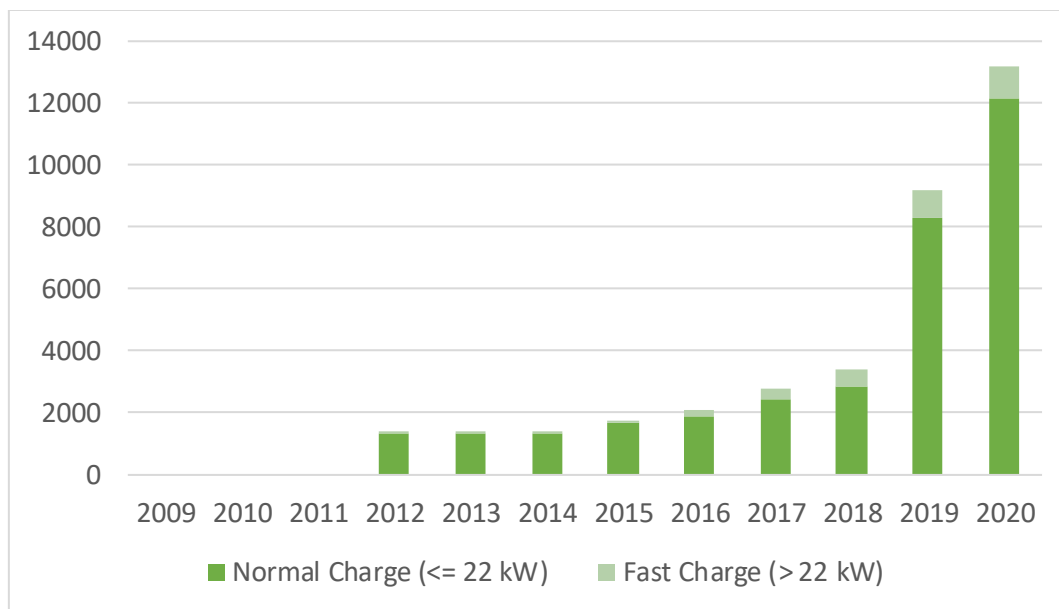


Figura 10 Punti di ricarica pubblici in Italia (EAFO, 2020)

La distribuzione di tali punti di ricarica tra le diverse regioni italiane è disomogenea (Figura 11) anche se rispetto a qualche anno fa si sono compiuti dei notevoli passi in avanti. In particolare, la Lombardia è la regione con oltre 2.400 punti di ricarica seguita da Toscana, Piemonte, Veneto ed Emilia Romagna con valori più bassi ma sempre oltre le 1.000 unità. Il centro-nord conferma una crescita superiore dell'infrastruttura di ricarica e rimane moderata nelle altre regioni della penisola italiana. La diffusione dell'infrastruttura di ricarica nelle aree di servizio e lungo le autostrade è ancora molto limitata e rappresenta un ostacolo fondamentale. La cosiddetta "range anxiety", ossia il timore dell'automobilista che il veicolo *full electric* non abbia autonomia sufficiente per arrivare a una data destinazione, potrebbe svanire a fronte di una diffusione dei punti di ricarica più omogenea nel territorio nazionale e di una semplificazione dell'iter burocratico: ad oggi sono necessarie tra le 11 e le 18 autorizzazioni amministrative per installare una colonnina. La definizione di strategie infrastrutturali è necessaria per il fabbisogno del Paese in termini di completamento delle connessioni, di miglioramento della viabilità, di sicurezza delle infrastrutture e degli spostamenti, di sostenibilità ambientale, di miglioramento della qualità della vita, di sostegno alla competitività delle imprese, e non può avvenire senza un approccio sistemico all'intero mondo delle infrastrutture, della mobilità e del territorio. L'Italia, inutile negarlo, rimane indietro

rispetto ad altri Paesi Europei: una rete di ricarica diffusa sul territorio garantirebbe uno sviluppo organico e funzionale della mobilità elettrica nel nostro Paese. Inoltre, azioni mirate come semplificare gli iter autorizzativi per l'installazione delle infrastrutture pubbliche e introdurre agevolazioni fiscali per l'installazione delle infrastrutture private, abbatterebbero le barriere dell'accessibilità alla mobilità elettrica. Non basta solamente che aumenti il numero di vetture elettriche vendute, come è successo nel primo semestre in Italia nonostante la pandemia in corso, ma è anche necessaria la presenza di infrastrutture intelligenti e diffuse in tutta la penisola.

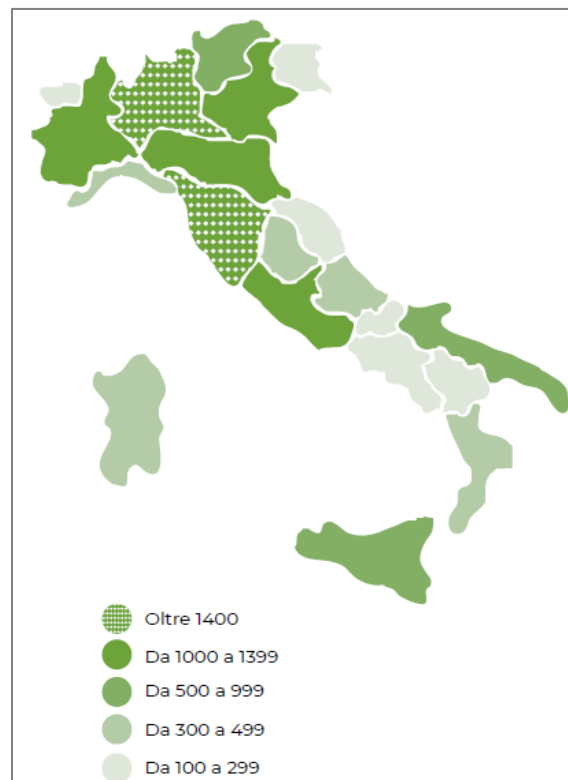


Figura 11 Diffusione dei punti di ricarica in Italia, 2020

2.6 MODALITÀ DI RICARICA, TIPO DI CORRENTE E DI CONNETTORE

In ogni colonnina sono presenti diversi allacci ma non necessariamente costituiscono un punto di ricarica: questi devono essere in grado di ricaricare contemporaneamente più veicoli affinché siano considerati punti di ricarica diversi. I punti di ricarica si differenziano tra di loro per la modalità di ricarica, il tipo di corrente e il tipo di connettore (Tabella 2).

Lo standard IEC 61851-1 definisce quattro modalità di ricarica dei veicoli elettrici:

- *Modalità 1.* Questa modalità prevede un collegamento diretto del veicolo ad una presa classica senza specifici sistemi di sicurezza per la ricarica. È tipicamente utilizzata per la ricarica di bici elettriche e scooter. Per le auto elettriche questa modalità è consentita in Italia solo per la ricarica privata mentre è proibita nelle aree pubbliche. È soggetta a restrizioni anche in Svizzera, Danimarca, Norvegia, Francia e Germania. Non è consentita invece negli Stati Uniti, in Israele e in Inghilterra. La ricarica in monofase non può superare 16A e 250V, mentre in trifase il limite è di 16A e 480V.
- *Modalità 2.* Diversamente dalla modalità 1, questa prevede la presenza di un sistema di sicurezza specifico fra il punto di allacciamento alla rete elettrica e l'auto in carica. Il sistema è montato sul cavo di ricarica e prende il nome di *Control Box*, tipicamente installato sui caricatori portatili per le auto elettriche. Questa modalità in Italia è consentita (come la *Modalità 1*) solo per la ricarica privata mentre è proibita nelle aree pubbliche. È soggetta a restrizioni di vario genere negli Stati Uniti, Canada, Svizzera, Danimarca, Francia e Norvegia. La ricarica del veicolo in monofase non può superare 32A e 250V, mentre in trifase il limite è di 32A e 480V.
- *Modalità 3.* Questa modalità prevede che la ricarica del veicolo avvenga attraverso un sistema di alimentazione collegato permanentemente alla rete elettrica. Il *Control Box* è integrato direttamente nella struttura di ricarica dedicata. Questa è la modalità delle *wallbox*, delle colonnine e di tutti i sistemi di ricarica automatica in corrente alternata. In Italia è l'unica modalità consentita per caricare l'auto in ambienti pubblici in corrente alternata. Le stazioni di ricarica che operano in *Modalità 3* solitamente consentono una ricarica in monofase fino a 32A e 250V, mentre in trifase a 32A e 480V anche se la normativa non prevede limiti.
- *Modalità 4.* È l'unica modalità di ricarica che avviene in corrente continua. Essa necessita di un convertitore di corrente, esterno alla vettura, al quale attaccare

il proprio cavo di ricarica. Spesso la stazione di ricarica è molto più voluminosa di una semplice colonnina: questo è dovuto alla presenza del convertitore che trasforma la corrente in entrata da alternata a continua prima di transitare nel cavo di ricarica verso l'auto elettrica. Le stazioni di ricarica che prevedono la *Modalità 4* consentono una ricarica fino a 200A e 400V anche se la normativa non specifica un limite massimo.

Come anticipato, la corrente utilizzata può essere:

- Alternata. In questo caso è necessario che sul veicolo sia installato un raddrizzatore di corrente che la converta in continua. Questa applicazione è utilizzata nelle *Modalità 1, 2 e 3*, e la corrente alternata è associata a potenze più basse.
- Continua. La conversione da alternata a continua avviene all'interno della colonnina e la corrente viene poi immessa direttamente nella batteria del veicolo. Questa tipologia di ricarica, associata alla *Modalità 4*, viene utilizzata generalmente per potenze elevate (> 50 kW).

Lo standard IEC 62196-2 definisce i diversi connettori elettrici utilizzati per la ricarica a livello internazionale:

- Tipo 1. È utilizzato solo lato veicolo. Si tratta del connettore per auto elettriche fra i più diffusi al mondo. Il connettore Tipo 1 è idoneo alla ricarica in corrente alternata monofase 32A/230V corrispondente a 7,4 kW di potenza massima di ricarica. Esso è dotato di cinque poli: due per i conduttori attivi, uno per la messa a terra e due ausiliari per le funzioni di controllo.
- Tipo 2. Questo connettore è in uso sia sulle stazioni di ricarica, sia sui veicoli. Inoltre, a differenza del connettore di Tipo 1, è un connettore utilizzabile anche in corrente trifase a 400V, particolarmente idonea in Europa dove la distribuzione trifase è ampiamente diffusa. Dispone di sette contatti in totale. Con il connettore Tipo 2 è possibile raggiungere valori di potenza di ricarica abbastanza elevati: con cavo fisso fino a 43 kW (63 A/400 V, la cosiddetta

ricarica “fast AC”), con cavo staccabile fino a 22 kW (32 A/400 V). Il connettore di Tipo 2 è stato raccomandato da ACEA (*European Automobile Manufacturers Association*) ed è stato recentemente scelto dalla Commissione Europea come standard unico nei Paesi membri. Come presa fissa sulle stazioni di ricarica, il connettore Tipo 2 è oggi ampiamente diffuso in Europa, ad eccezione della Francia. Per ciò che riguarda i veicoli, è previsto il progressivo passaggio al connettore Tipo 2 sui nuovi modelli, man mano che verranno introdotti nel mercato europeo.

- Tipo 3. Suddiviso a sua volta in 3A e 3C.
 - 3A: si tratta di un connettore monofase 16 A/250 V dotato di tre poli e di un solo contatto pilota. Nei casi più diffusi, i veicoli provvisti di spina 3A hanno il cavo di connessione fissato permanentemente ad essi e raccolto in un apposito vano quando non è in uso. I veicoli forniti di questa spina possono essere ricaricati in ambito privato anche da una presa comune tramite un semplice adattatore normalmente in dotazione al veicolo (*Modalità 1*).
 - 3C: è utilizzato come presa fissa per le stazioni di ricarica in Francia ma è diffuso anche in altri Paesi. Le caratteristiche sono simili a quelle della presa Tipo 2 ma con quest’ultima è meccanicamente incompatibile. La peculiarità di questo tipo di connettore è quella di disporre di otturatori mobili sui contatti che garantiscono il grado di protezione IPXXD (impenetrabilità al filo di prova 1 mm) anche quando la spina non è inserita. Bisogna però precisare che le norme indicano anche altri provvedimenti per ottenere un grado di protezione equivalente e che per la presa Tipo 2 esistono esecuzioni che assicurano il grado di protezione IPXXD.
- Chademo. È lo standard utilizzato per la ricarica veloce in corrente continua più diffuso al mondo. Questo tipo di cavo è usato attualmente sulle infrastrutture diffuse a livello internazionale ad una potenza massima di 50 kW. Le vetture che possono caricare con questo standard hanno una presa dedicata, molto più grande, e il cavo

è sempre solidale alla colonnina per via della pericolosità delle tensioni in gioco. L'auto più nota con questa tecnologia di ricarica è sicuramente la Nissan Leaf ma la troviamo anche nella Mitsubishi iMiev. Anche Tesla può caricare in Chademo utilizzando l'adattatore originale da acquistare a parte. Al momento è l'unico standard che consente l'esecuzione del *Vehicle to Grid* (V2G), ossia lo scambio bidirezionale di energia tra la vettura e la rete elettrica attraverso una particolare colonnina che gestisce la corrente continua.

- CCS combo 2. È lo standard ufficiale europeo ed americano utilizzato per la ricarica in DC. È simile a Chademo come funzionamento ma ha la notevole semplificazione di avere integrata anche la presa Tipo 2 alla quale sono stati aggiunti due poli in più per gestire la DC in alta potenza. In questo modo la stessa presa sulla vettura può ospitare sia il cavo AC per carica lenta, sia il cavo DC per carica veloce, riducendo lo spazio necessario allo sportellino di rifornimento. La potenza anche qui è spesso a 50 kW.



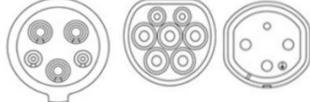


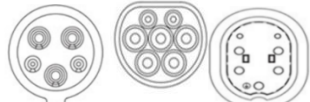


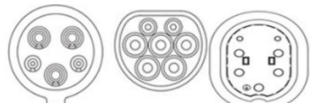



MODALITÀ DI RICARICA	TIPO DI CORRENTE	TIPO DI CONNETTORE
 <p>1)</p>	 <p>AC</p>	 <p>Presse tipo 1 Presse tipo 2 Presse tipo 3a</p>
 <p>2)</p>	 <p>AC</p>	 <p>Presse tipo 1 Presse tipo 2 Presse tipo 3c</p>
 <p>3)</p>	 <p>AC</p>	 <p>Presse tipo 1 Presse tipo 2 Presse tipo 3c</p>
 <p>4)</p>	 <p>DC</p>	<p>CHAdEMO CCS Combo2</p> 

Tabella 2 Caratteristiche principali dei punti di ricarica

CAPITOLO 3

FILIERA INDUSTRIALE

La diffusione della mobilità elettrica può favorire il nuovo sviluppo e il consolidamento delle filiere industriali con un significativo potenziale in termini di valore aggiunto e di occupazione. La filiera industriale della *e-Mobility*, intesa come l'insieme dei settori industriali e dei servizi coinvolti a vario titolo nello sviluppo della mobilità elettrica, è stata ricostruita prendendo in considerazione sia le filiere dirette che quelle collegate: i veicoli da un lato e, dall'altro, l'infrastruttura di ricarica. I settori analizzati lungo tutta la *value chain* sono:

- Ricerca e Sviluppo, che si concentra su alcuni ambiti specifici tra cui efficienza energetica e sistemi innovativi per la ricarica intelligente dei veicoli, soluzioni per migliorare la performance, progettazione della gestione e riutilizzo dei sistemi di accumulo, riprogettazione del veicolo, sviluppo di software e di sistemi per la guida autonoma.
- Manifattura, che include la fabbricazione di parti e accessori dei veicoli e dei loro motori e le attività di assemblaggio. All'interno dell'infrastruttura e della filiera energetica, questa fase comprende le reti energetiche e le telecomunicazioni fino alle stazioni di servizio, i punti di ricarica e i rispettivi sistemi ICT.
- Distribuzione e vendita di veicoli, piattaforme IT ed energia.
- Utilizzo dei veicoli elettrici e postvendita, intese come insieme delle attività di manutenzione, riparazione, vendita di pezzi finiti e ricambistica, fornitura di servizi intelligenti e gestione dei veicoli elettrici oltre ai servizi dedicati alla gestione delle infrastrutture e della rete elettrica o all'assistenza clienti.
- Riciclo e riutilizzo del veicolo elettrico e delle componenti dell'infrastruttura di ricarica.

Sebbene alcuni competitor internazionali siano già oggi all'avanguardia nella R&S di tecnologie avanzate di ricarica (*fast charging* e ricarica induttiva), l'Italia eccelle nella progettazione, manifattura e design industriale delle apparecchiature di ricarica con l'operatore Enel che ha adottato, nel breve periodo, un piano di sviluppo della rete infrastrutturale a livello nazionale.

CURVE A S DELLO SVILUPPO TECNOLOGICO

Il percorso che una tecnologia segue nel tempo è definito dalla sua traiettoria tecnologica. Le traiettorie tecnologiche sono spesso utilizzate per rappresentare il tasso di miglioramento della performance o il tasso di adozione nel mercato. La natura dell'innovazione cambia lungo la curva di diffusione. Il modello di Rogers distingue diverse categorie di utilizzatori con diverse caratteristiche a seconda della loro maggiore o minore propensione ad adottare nuove idee, oggetti o tecnologie.

3.1 DIFFUSIONE

- *INNOVATORS*: individui con alto grado di incertezza, che hanno accesso a grandi risorse finanziarie.
- *EARLY ADOPTERS*: individui con grandi prospettive di ottenere la leadership del mercato.
- *EARLY MAJORITY*: individui che seguono prontamente gli *EARLY ADOPTERS* interagendo frequentemente con loro.
- *LATE MAJORITY*: individui che vedono l'innovazione con aria scettica e non la adotteranno finché non sentiranno la pressione dei loro pari.
- *LAGGARDS*: individui che prendono decisioni in base alla loro esperienza passata, vedono le innovazioni in modo molto scettico e innovare non è la loro priorità.

Attualmente, coloro che utilizzano le auto elettriche e i servizi di ricarica ad esse associati sono principalmente innovatori (Figura 12).

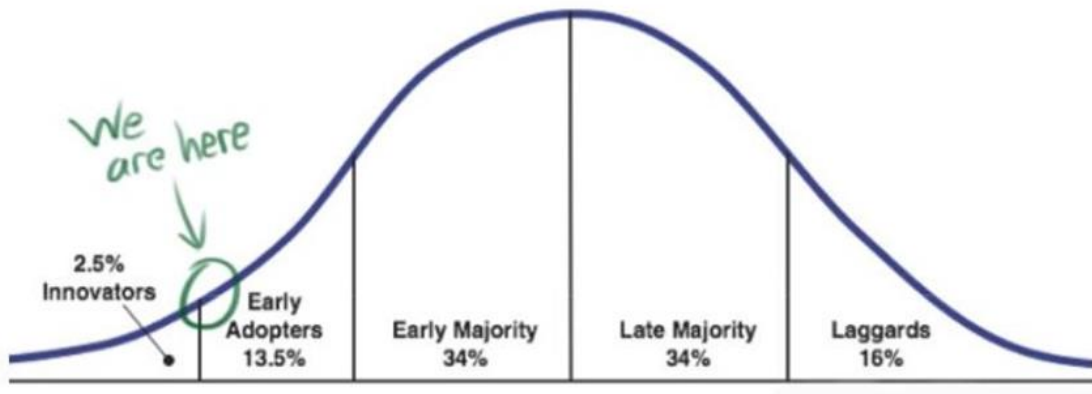


Figura 12 Curva di Rogers

3.2 PERFORMANCE

Analizzando i dati relativi alla potenza di ricarica nel periodo che va dal 2010 ad oggi si è notato che sono state attraversate due delle quattro fasi tipiche della curva a S:

- Introduzione, dal 2010 al 2013. In questi anni erano presenti solo colonnine *normal charge* (fino a 100 kW).
- Crescita, dal 2013 al 2017. Si è registrato un aumento della potenza di ricarica fino a un massimo di 250 kW.

La fase in cui la tecnologia del servizio si trova oggi è quella di maturità, in cui la potenza massima di ricarica raggiunge i 350 kW (Figura 13), nonostante siano in atto sperimentazioni per raggiungere i 400 kW. Il passaggio dalla fase di maturità alla fase di declino dipenderà dalle tipologie di tecnologie che saranno sviluppate in futuro. In particolare, le ricariche wireless e le colonnine "Plug and Charge" sono i trend emergenti di maggiore rilievo, che daranno vita a infrastrutture sempre più veloci, con un aumento significativo della potenza di ricarica. Per questo passaggio si ritiene fondamentale un cambiamento di tutti gli elementi tecnologici che rientrano nel servizio di ricarica, quindi anche batterie e connettori.

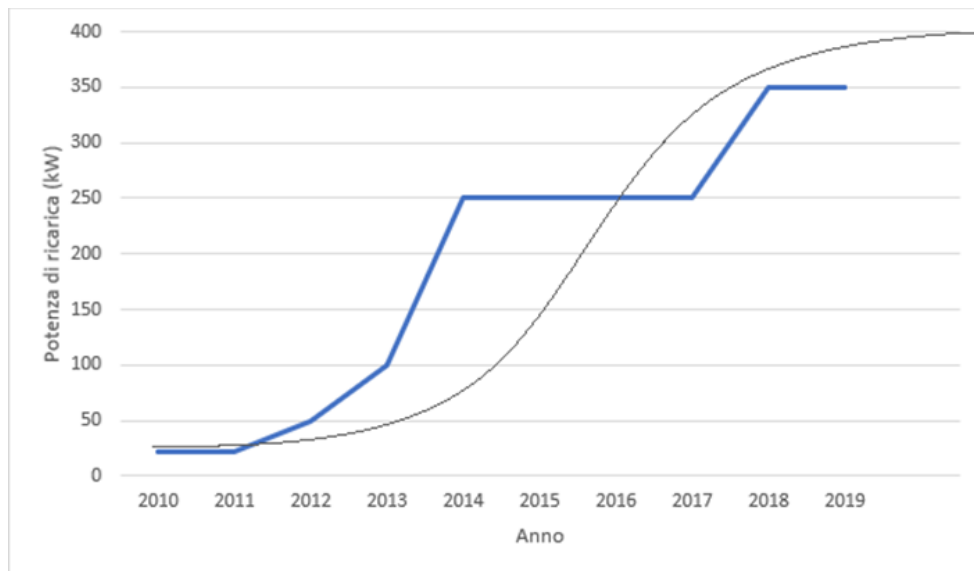


Figura 13 Curva di performance

Per un'analisi più dettagliata sul servizio di ricarica si è ritenuto opportuno analizzare anche le varie tipologie di batteria che si sono susseguite negli anni e che hanno portato a un miglioramento della tecnologia e soprattutto delle performance. La Figura 14 mostra appunto le tecnologie presenti attualmente sul mercato delle batterie e quelle che si affaceranno nei prossimi anni sul mercato globale.

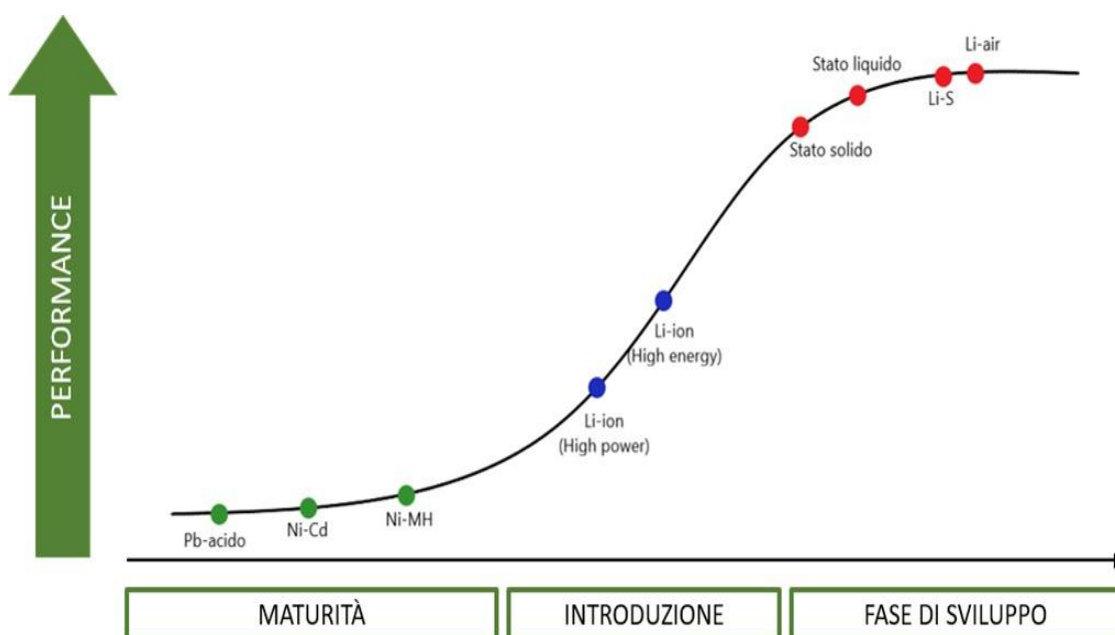


Figura 14 Evoluzione batterie

Le tecnologie rappresentate sulla curva sono le seguenti:

- Batterie a Piombo con una densità di energia compresa tra i 30-50 Wh/kg. Tale tecnologia è la più antica e la più lenta nella fase di carica. Oggi sono consentite solo sui mezzi non autorizzati alla circolazione su strada come muletti o carrelli transpallet.
- Batterie Ni-Cd con una densità di 48-80 Wh/kg. Presentano un miglior rapporto peso/energia e una miglior durata rispetto alle batterie basate sulla tecnologia a piombo. Le batterie nichel-cadmio di maggior capacità con un elettrolita umido sono state utilizzate per le prime auto elettriche. Questa tecnologia è stata vietata a decorrere dal 1° luglio 2006 in base alla direttiva europea 2002/95/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 2003 relativa alla limitazione all'utilizzo di alcune sostanze pericolose nelle attrezzature elettriche ed elettroniche.
- Batterie Ni-MH con una densità di 60-120 Wh/kg. Sono state le batterie che per prime hanno dato la spinta verso una maggiore diffusione delle auto elettriche e garantiscono prestazioni nettamente superiori alle precedenti. Non sono però esenti da difetti, infatti, soffrono del tanto odiato "effetto memoria" che tende a ridurre progressivamente la capacità di ricarica della batteria, abbassando conseguentemente l'autonomia della vettura, se caricate molto spesso in modo parziale. Sono però in grado di garantire un ciclo di vita utile maggiore.
- Batterie Li-ion con densità di 110-160 Wh/kg. L'impiego di queste batterie ha dato la vera svolta alla ricarica elettrica. Le batterie agli ioni di litio, infatti, godono di una densità energetica molto elevata. Il che significa che batterie relativamente compatte e leggere generano maggiori quantità di energia elettrica rispetto ai tipi di batterie elencati in precedenza. A questo si aggiunge il fatto che non soffrono dell'effetto memoria: possono essere ricaricate spesso e parzialmente senza perdere il loro potenziale. Tra i contro, però, è necessario citare la poca vita utile (al massimo 5 anni): le batterie Li-ion

cominciano a decadere a livello prestazionale fin dal momento della produzione anche se non utilizzate. Infine, oltre ad essere altamente infiammabili, lavorano correttamente soltanto in un range ristretto di temperature che va da -10° a $+30^{\circ}$ C. Al di fuori di questo intervallo si degradano velocemente.

Numerosissime poi sono le batterie in via di sviluppo che puntano a vincere la corsa all'elettrificazione garantendo prestazioni sempre maggiori. Tra le diverse tipologie in fase di sviluppo riscontriamo:

- Batterie allo stato solido o ai polimeri di litio

Queste batterie sfruttano una sostanza solida anziché liquida come l'elettrolita. Tale soluzione aumenta la densità energetica della batteria, incrementandone di conseguenza la capacità di generare energia rispetto alle dimensioni (si parla di performance che possono toccare il +50% rispetto alla tecnologia precedente). Questa caratteristica si traduce, in ambito automobilistico, nella capacità di percorrere lo stesso numero di chilometri con batterie più piccole o con batterie meno cariche. Tra i vantaggi, anche il fatto che questo tipo di batterie è molto meno infiammabile e concede maggiore libertà nell'organizzazione degli spazi interni, permettendo ad esempio di realizzare moduli sottilissimi. Le batterie allo stato solido, infine, riescono ad adattarsi meglio alle varie temperature.

- Batterie a liquido

Tra queste particolarmente interessante è quella sviluppata dalla startup bolognese Battery. Si chiama Nessox ed è una batteria che si ricarica "facendo il pieno", proprio come su un'auto a benzina o a gasolio. La differenza sta nel fatto che per ricaricare la batteria Nessox si deve fare il pieno del liquido: la stessa batteria sfrutta il liquido internamente per avviare la produzione di energia elettrica. Un liquido particolare che, una volta esausto, può essere sostituito da altro liquido in grado di "ricaricare" la

batteria con un'operazione che, una volta messo a punto il procedimento, richiederà pochi minuti.

- Li-S

Si tratta di un tipo di dispositivo ricaricabile noto per la sua elevata energia specifica. Attualmente i migliori prototipi Li-S offrono energie specifiche dell'ordine di 500 Wh/kg, dato notevolmente più elevato rispetto a quello delle batterie a ioni di litio oggi sul mercato. La tecnologia chimica di questi dispositivi possiede tuttavia un grande limite: le prestazioni energetiche si attenuano rapidamente quando l'elettrodo di zolfo viene caricato ai livelli richiesti a causa della sostanziale variazione di volume di litio e perdita del materiale attivo dal catodo. La conseguenza diretta è un ciclo di vita molto ridotto.

- Li-air

Intuizione tutta coreana che presenta ancora dei problemi da risolvere prima della diffusione su grande scala. In particolare, queste nuove batterie cedono sì una maggiore quantità di energia, ma lo fanno molto lentamente. Questo significa che, su un'auto, si sarebbe costretti a guidare a velocità molto basse, nonostante si possano percorrere molti chilometri. Inoltre, queste nuove batterie hanno un decadimento rapidissimo. Con i primi test è stato verificato che dopo solo due mesi accusano già un decadimento nelle prestazioni. Questo, applicato al settore *automotive*, costringerebbe a sostituire le batterie troppo velocemente per mantenere i vantaggi che offrono in termini di autonomia.

CAPITOLO 4

SCENARI DI REGOLAZIONE

La diffusione dell'infrastruttura di ricarica pubblica richiama immediatamente alla necessità di focalizzare l'attenzione sulle condizioni di contesto in cui si intende far crescere e sviluppare la rete infrastrutturale di ricarica necessaria alla diffusione dell'e-*Mobility*. In altri termini, occorre concentrarsi su alcuni *open points* dal punto di vista regolatorio, in particolare:

1. Interoperabilità
2. Pluralismo e concorrenza nell'offerta di ricarica
3. Equilibrio nell'ambito del sistema elettrico
4. Integrazione con le energie rinnovabili.

4.1 INTEROPERABILITÀ

L'interoperabilità è la capacità di due o più sistemi di interagire tra di loro scambiandosi opportune informazioni al fine di essere utilizzate in specifiche applicazioni di settore. La standardizzazione svolge un ruolo chiave nel consentire alle nuove tecnologie di esplicitare le proprie potenzialità, da cui la necessità che le soluzioni adottate nelle infrastrutture di ricarica si caratterizzino per l'ampia interoperabilità nella tecnologia e nei servizi (Figura 15). Dal punto di vista tecnologico, la normativa comunitaria e gli standard tecnici elaborati o in corso di elaborazione da parte degli organismi deputati hanno consentito elevati livelli di standardizzazione: oggi, anche in Italia, le colonnine di ricarica più evolute permettono l'interoperabilità completa, secondo il protocollo OCCP 2.0. Le caratteristiche tecnologiche sono fondamentali per evitare che nel lungo periodo sia necessario sostituire o adeguare le stazioni di ricarica per soddisfare le esigenze degli utenti finali e per assicurare l'efficiente utilizzo delle risorse pubbliche. Più delicata, invece, la situazione dal punto di vista dell'interoperabilità dei servizi. Il crescente numero di colonnine con proprietari e operatori/gestori differenti ha portato alla proliferazione delle tessere di ricarica, ciascuna in grado di attivare un limitato numero

di punti di ricarica che soddisfino la domanda degli utenti finali e per assicurare un uso efficiente delle risorse pubbliche. La molteplicità delle modalità per il pagamento o l'acquisto della tessera frammentano gli utenti in categorie di clienti che incontrano alti *switching costs* tra i vari fornitori ed escludono dal servizio utenti occasionali e/o turisti. Un vantaggio dell'interoperabilità è la diffusione di piattaforme di integrazione che consistono nella creazione di un network di punti di ricarica che garantiscano, registrandosi, di accedere alla ricarica ed effettuare il pagamento con il solo sistema offerto dall'integratore, accedendo così ai servizi di tutti gli operatori che ne fanno parte. Una piattaforma a due versanti permetterebbe dunque ai fornitori del servizio di aumentare la copertura del mercato e i profitti; agli utilizzatori, invece, permetterebbe di disporre un'unica app e un unico metodo di pagamento. È proprio questa la direzione verso cui stimola anche la Direttiva 94/2014/UE, che sollecita gli Stati Membri a promuovere quadri regolatori in cui i gestori dei sistemi di distribuzione cooperino in modo non discriminatorio con qualsiasi altro proprietario/operatore di punti di ricarica, fornendo le informazioni necessarie per un accesso e un utilizzo efficienti del sistema.

ESIGENZA PRINCIPALE	TREND	Tipologia di trend	Impatto potenziale sulla mobilità elettrica nei prossimi 3-5 anni
Riduzione tempi di ricarica	Incremento potenza erogata colonnine (in DC)	«Upgrade» colonnine	●
	Battery swap	«Upgrade» colonnine	●
Aumento semplicità di ricarica	Colonnine Plug&Charge (ISO 15118)	Nuova tecnologia di ricarica	●
	Ricarica Wireless	Nuova tecnologia di ricarica	●
	Ricarica d'emergenza	Nuovo servizio di ricarica	●
Integrazione sistemi di ricarica nel contesto urbano	Integrazione del sistema di ricarica nell'«arredo urbano»	«Upgrade» colonnine	●
	Ricarica «mobile»	Nuovo servizio di ricarica	●
	Interoperabilità	Standardizzazione del servizio di ricarica	●

- Basso
- Medio
- Alto

Figura 15 Trend emergenti del servizio di ricarica

Hubject è un esempio calzante della cooperazione tra molti dei principali gestori europei del servizio di ricarica, nei quali rientrano distributori di energia elettrica, case automobilistiche e imprese che operano nei settori *high-tech*. La joint venture, fondata nel 2012 da alcune aziende leader europee di energia, tecnologia e *automotive*, quali BMW, Bosch, Daimler, EnBW, RWE, Siemens, e che ha visto ultimamente l'ingresso di Innogy, Volkswagen ed Enel X (Figura 16), ha dato vita a una piattaforma che integra tutti i servizi di ricarica delle imprese partner con l'obiettivo di connettere tutte le infrastrutture di ricarica in Europa in modo da facilitarne l'accesso, semplificare l'utilizzo delle stazioni di ricarica e di conseguenza rendere il servizio più efficiente. Inoltre, lo scopo dell'iniziativa è quello di rafforzare il legame tra i clienti e i provider migliorando l'esperienza di fruizione del servizio oltre che avvicinare gli scettici alla mobilità elettrica. Hubject, essendo una piattaforma a due versanti, offre vantaggi sia alle imprese che offrono il servizio di ricarica, sia agli utilizzatori di tale servizio. Le imprese appartenenti alla piattaforma e i rispettivi vantaggi sono così definiti in Tabella 3:

CAR MAKER	FORNITORI DI SERVIZI ELETTRICI	IMPRESE TECNOLOGICHE
<ul style="list-style-type: none"> • Facilitare l'accesso ai punti di ricarica 	<ul style="list-style-type: none"> • Espansione del portafoglio prodotti • Nuove aree di business nel mercato in crescita dell'<i>e-mobility</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Creare soluzioni innovative di mobilità elettrica

Tabella 3 I vantaggi per le imprese partner

I vantaggi offerti agli utilizzatori del servizio sono:

- Presenza di partner forti, il cui obiettivo comune è quello di aiutare la mobilità elettrica in tutto il mondo
- Supporto continuo al cliente durante le fasi di connessione e ricarica
- Piattaforma ad alta tecnologia dotata di microarchitettura flessibile
- Interfaccia *user-friendly*
- Numerosi servizi intelligenti a valore aggiunto
- Ampia possibilità di scelta: i punti di ricarica sono facoltativamente attivati scansionando il codice QR nel simbolo di interscambio o utilizzando tecnologie RFID, NFC e Plug&Charge.



Figura 16 I partner di Hubject

Per quanto riguarda i costi, la piattaforma impone un prezzo di 99€ al mese per ogni CPO (*Charge Point Operator*) che vuole entrare a far parte del network. Tale somma permette l'interazione illimitata dei punti di ricarica e un numero illimitato di addebiti. Il costo fisso per la connessione IT è di 5000€. Ovviamente, essendo un'iniziativa molto recente, la piattaforma non ha ancora raggiunto i massimi livelli di efficienza. Tra le aree di miglioramento ci sono sicuramente:

- L'estensione a livello globale della copertura network (attualmente Hubject conta circa 600 imprese partner)
- Maggiore customizzazione sia per quanto riguarda l'accesso sia per quanto riguarda le offerte sulla base del consumo di energia
- Miglioramento continuo di architettura hardware e software.

4.2 PLURALISMO E CONCORRENZA NELL'OFFERTA DI RICARICA

La stessa Direttiva 94/2014/UE, inoltre, evidenzia il tema del pluralismo e della concorrenza nell'offerta di ricarica:

“La creazione e il funzionamento dei punti di ricarica dei veicoli elettrici dovrebbero essere ispirati ai principi di un mercato concorrenziale con accesso aperto a tutte le parti interessate nello sviluppo ovvero nell'esercizio delle infrastrutture di ricarica”.

Tuttavia, lo sviluppo della rete in un contesto concorrenziale richiede che la pianificazione e la regolazione intervengano a mitigare i fallimenti di mercato. In questo senso sono stati individuati tre modelli organizzativi che possono costituire la base di partenza per l'individuazione delle successive modalità con cui intervenire all'atto regolatorio:

1. Modello distributore, in cui il servizio di ricarica è garantito dall'impresa di distribuzione di energia elettrica
2. Modello service provider in esclusiva, dove il servizio di ricarica è garantito da un soggetto terzo rispetto all'impresa di distribuzione, che opera però sulla base di convenzioni di esclusiva in riferimento ad un determinato territorio

3. Modello service provider in concorrenza, in cui il servizio, analogamente alle attuali aree di servizio per la somministrazione di carburanti, è garantito da soggetti che competono tra di loro.

I tre modelli necessitano di essere accompagnati da regole diverse per poter garantire il rispetto del principio di concorrenza. Per quanto riguarda il primo modello, occorre evidenziare la vicinanza con gli ingenti investimenti messi in capo da operatori quali Enel X, che seppur non attivo nella distribuzione in Italia, è indiscutibilmente parte del gruppo in cui risiede la principale impresa di distribuzione in Italia, da cui i possibili effetti “nocivi” sulla concorrenza in termini di abuso di posizione dominante derivante dalla possibilità di avviare investimenti dimensionalmente non avvicinabili da altri player del mercato. L’organizzazione del servizio di ricarica pubblica articolata in un numero relativamente limitato di stazioni di rifornimento ad alto fattore di utilizzo gestito da fornitori indipendenti (service provider in concorrenza) vede i costi di investimento sicuramente minori rispetto ad un modello in cui si prevedono un numero più alto di punti di ricarica diffusi sul territorio gestiti in regime di monopolio (service provider in esclusiva). Assicurare *fair play* nel mercato si traduce nell’adottare regole che garantiscano un mercato aperto e concorrenziale nel primo caso e l’individuazione di un unico soggetto mediante gara nel secondo caso, con l’ente selezionato che copre l’offerta del servizio nell’intero territorio di riferimento per cui viene bandita la gara. Infine, gli ingenti costi di investimento per la realizzazione di una rete diffusa di stazioni di ricarica si configurano come barriera all’ingresso per i potenziali investitori ed escludono l’accesso alle imprese di dimensioni contenute rispetto ai grandi player che, in effetti, stanno promuovendo la maggior parte degli investimenti. Occorre, dunque, che il policy maker centrale definisca il modello di rete infrastrutturale di cui intende dotare il Paese e che il regolatore faccia seguito con gli adeguati meccanismi correttivi. Ciò, anche al fine di poter limitare lo sviluppo “a macchia di leopardo” della rete infrastrutturale per la ricarica elettrica a cui si sta assistendo in Italia, dove le differenze tra territorio, ovvero tra enti locali, sono già evidenti.

4.3 EQUILIBRIO NELL'AMBITO DEL SISTEMA ELETTRICO

Non meno rilevante è il tema dell'integrazione della rete di ricarica all'interno del sistema elettrico nazionale, aggredibile da almeno due punti di vista:

- I. il bilanciamento del sistema elettrico alla luce dell'aumento della domanda di energia
- II. la declinazione della tariffazione dell'energia elettrica a sostegno dell'*e-Mobility*.

Dal primo punto di vista, considerati i tempi entro cui la diffusione dell'*e-Mobility* dovrebbe completarsi, non occorre temere circa la disponibilità di energia per sostenere un deciso incremento del parco di veicoli circolante, così come per la piena affidabilità della rete di trasmissione, almeno per quanto riguarda l'Italia. La società di Ricerca sul Sistema Energetico (RSE), ha svolto nel corso degli ultimi anni numerosi studi per la valutazione di tali impatti. È emerso che l'attuale carico di utilizzo della rete in Italia appare assolutamente in grado di supportare un progressivo aumento del numero di veicoli elettrici. Tale previsione resta confermata anche nell'eventualità di una decisa crescita del numero di mezzi elettrici utilizzati da aziende di trasporto pubblico locale, già pianificata in molte città italiane. Uno studio condotto nel 2013, i cui risultati sono stati confermati anche negli anni successivi, valuta l'impatto mediante due modelli di simulazione del sistema elettrico nazionale: MATISSE e MTSIM. Il primo modello permette di analizzare scenari su un orizzonte temporale di lungo termine (tipicamente fino al 2050), combinando vincoli energetici, economici e ambientali al fine di determinare lo sviluppo ottimale del sistema elettrico. Questo vale, sia sul lato della domanda (mettendo in competizione diverse tecnologie di uso finale per fornire i servizi energetici richiesti) sia sul lato dell'offerta (mettendo in competizione diverse tecnologie di generazione disponibili per soddisfare la domanda, su un orizzonte temporale di alcune decine d'anni). MTSIM, invece, è un simulatore del mercato elettrico in grado di determinare il dispacciamento orario del parco di generazione e i prezzi di mercato su un orizzonte temporale annuale, i consumi di combustibile e i costi di ciascun impianto

termoelettrico, le emissioni di CO_2 e i relativi costi derivanti dai permessi di emissione, i ricavi, i profitti e le quote di mercato delle imprese di generazione modellate, così come i flussi di energia sulle interconnessioni tra le zone di mercato. MTSIM è utilizzato in maniera sinergica con MATISSE: i risultati di quest'ultimo, in termini di evoluzione a lungo termine del sistema di generazione, sono usati come input per il primo che, focalizzandosi su uno specifico anno, può simulare l'esercizio del sistema elettrico in maniera più accurata e dettagliata. In particolare, le simulazioni sono state effettuate con e senza la domanda derivante dalle auto elettriche, allo scopo di valutare l'impatto della loro penetrazione mettendo a confronto i risultati dei due casi (Figura 17).

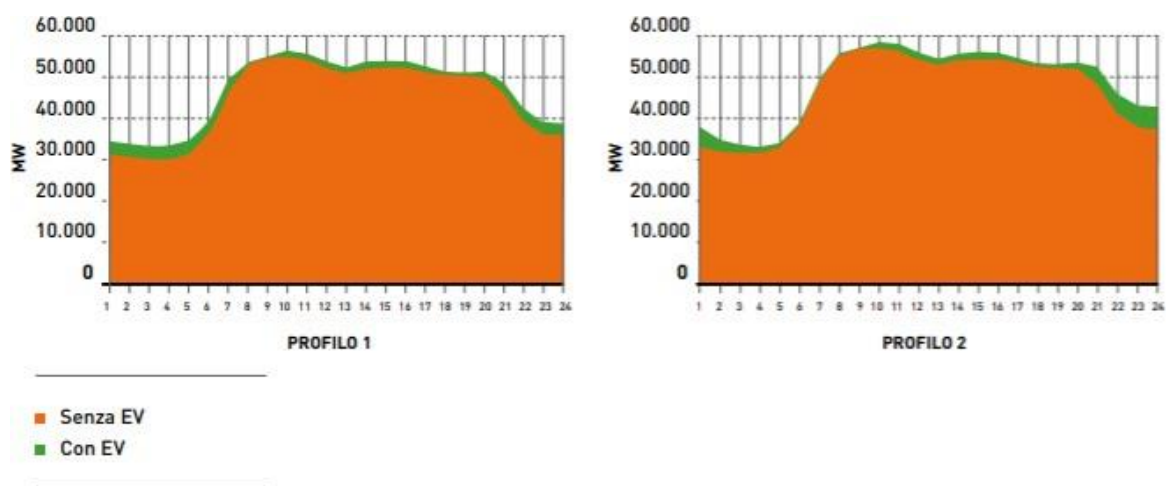


Figura 17 Modelli di simulazione del sistema elettrico

Per valutare l'impatto della penetrazione delle auto elettriche sul sistema elettrico nazionale, dal punto di vista operativo, economico e ambientale, si sono messi a confronto i risultati di due simulazioni di scenari: *con EV*, caratterizzato dalla penetrazione delle auto elettriche descritta in precedenza, e *senza EV*, cioè non considera alcuna penetrazione.

I risultati delle simulazioni di scenario effettuate portano a stimare che la diffusione di 10 milioni di auto elettriche al 2030 ha un impatto marginale (inferiore al 5%) sullo sviluppo e sull'esercizio del sistema di generazione (Figura 18); riduce, inoltre, le emissioni di CO_2 complessive, i consumi di combustibili fossili e i relativi esborsi economici, valutati in un risparmio di circa 1,8 miliardi di importazioni di combustibili fossili.

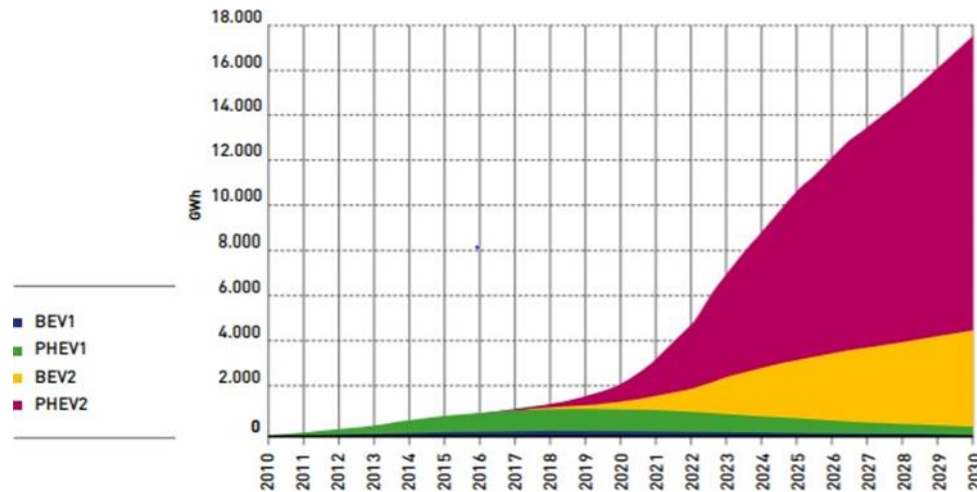


Figura 18 Proiezione dei consumi di energia al 2030

Si dovrebbe perciò promuovere la diffusione di infrastrutture di ricarica veloce presso tutte le stazioni di servizio della rete extraurbana e di tutta la rete autostradale. La gran parte delle ricariche delle auto elettriche avverrà nei box e posti auto privati e condominiali e continuerà ad essere a bassa potenza (3 kW). Per sfruttare al meglio la possibilità di utilizzare le risorse energetiche rinnovabili e nel frattempo garantire in ogni momento la continuità e la qualità della fornitura elettrica, tutti i punti di ricarica delle auto elettriche, pubblici, condominiali o privati, dovranno essere di tipo intelligente, ovvero controllati direttamente dal sistema di controllo delle *smart grid* (Figura 19).

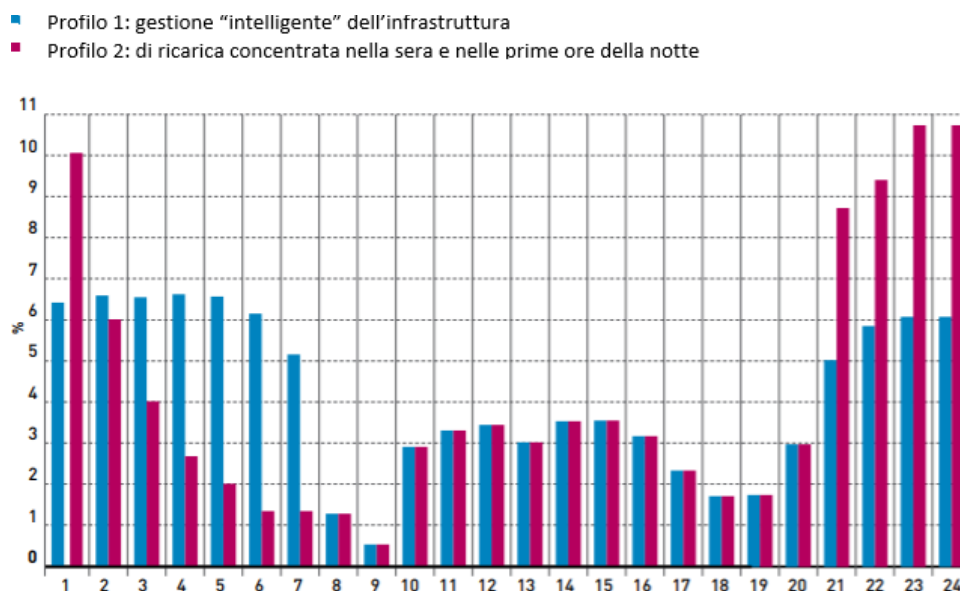


Figura 19 Profili di gestione della ricarica

In termini di tariffazione, pur non rientrando nel perimetro delle competenze affidato all’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, l’ARERA ha da tempo avviato l’elaborazione di una serie di contenuti in tema di e-Mobility nel panorama italiano. Per la ricarica in luoghi pubblici, l’Autorità, già a partire dal 2010, ha condotto diversi studi volti ad analizzare i progetti di realizzazione di infrastrutture pubbliche per la ricarica dei veicoli elettrici al fine di acquisire elementi utili ad indirizzare l’evoluzione della disciplina tariffaria dei servizi di trasmissione, distribuzione, misura e dispacciamento dell’energia elettrica idonei ad accompagnare lo sviluppo e la diffusione su larga scala della mobilità elettrica. Nel luglio del 2018, l’Autorità ha predisposto un documento tecnico in cui ha cristallizzato i prezzi dei servizi di ricarica per veicoli elettrici e il sistema tariffario dell’energia elettrica. L’Autorità ha analizzato le opzioni di cui dispongono i possessori di veicoli elettrici per ricaricare i propri veicoli e i relativi costi associati rilevando che il prezzo finale per il servizio di ricarica può variare in una fascia piuttosto ampia, indicativamente circoscrivibile tra i 250 e i 500 €/MWh. La ricarica privata mostra prezzi concentrati soprattutto nella fascia bassa (da 260 a 370 €/MWh) ed è dunque generalmente più conveniente della ricarica pubblica, i cui prezzi si concentrano nella fascia alta (tra 380 e 500 €/MWh). Tale differenza di prezzo è giustificata dal fatto che realizzare e gestire un punto di ricarica in un luogo pubblico comporta costi ulteriori

rispetto a quelli tipici di un punto di ricarica privata, in ragione delle diverse caratteristiche infrastrutturali e della necessità per i gestori di recuperare l'investimento iniziale e i costi operativi. Il costo del servizio di ricarica pubblica è composto da due componenti:

1. Il costo della fornitura di energia elettrica, il quale è pari alla somma delle componenti amministrative (trasporto e gestione del contatore, onerigenerali di sistema, accise) e la componente relativa alla materia energia
2. Il costo dell'infrastruttura di ricarica (cosiddetti costi non energetici), il quale include i costi di installazione, di manutenzione, di gestione dei pagamenti, della remunerazione attesa del capitale investito nel sistema di ricarica per il gestore del punto di ricarica.

La variabilità all'interno della fascia tra 380 e 500 €/MWh è dovuta alla seconda componente, influenzata dalla potenza della ricarica offerta e dalle scelte dell'operatore del servizio (ad esempio in termini di marginalità richiesta). La Figura 20 mostra l'incidenza delle diverse componenti sul costo del servizio di ricarica pubblica.

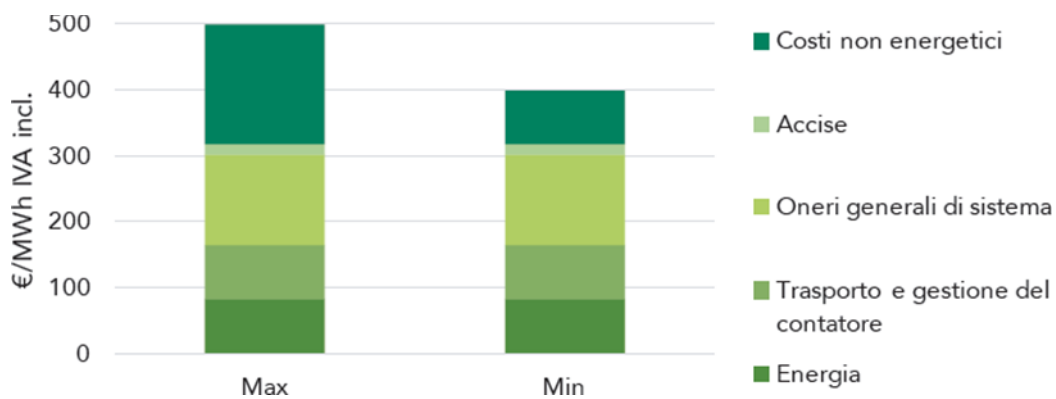


Figura 20 Componenti del costo del servizio di ricarica pubblica

A differenza della ricarica pubblica, i costi non energetici della ricarica privata includono i costi di acquisto, installazione e manutenzione del punto di ricarica. Tali costi sono tipicamente sostenuti dal proprietario del veicolo elettrico come CAPEX e non all'interno del costo del singolo kWh prelevato per la ricarica. La Figura 21 mostra l'incidenza delle diverse componenti sul costo del servizio di ricarica privata, con riferimento a due casi esemplificativi:

- Residenziale 3 kW: ricarica privata presso un box o posto auto connesso allo stesso impianto elettrico dell'abitazione in cui non sia necessario incrementare la potenza contrattualmente impegnata. Il costo della ricarica è pari a circa 280 €/MWh (ovvero 0,28 €/kWh)
- Residenziale 6 kW: ricarica privata presso un box o posto auto connesso allo stesso impianto elettrico dell'abitazione, in cui sia necessario incrementare la potenza da 3 a 6 kW. Ciò determina un incremento nel costo della ricarica del 18% rispetto al caso precedente, pari a circa 330 €/MWh (ovvero 0,33€/kWh).

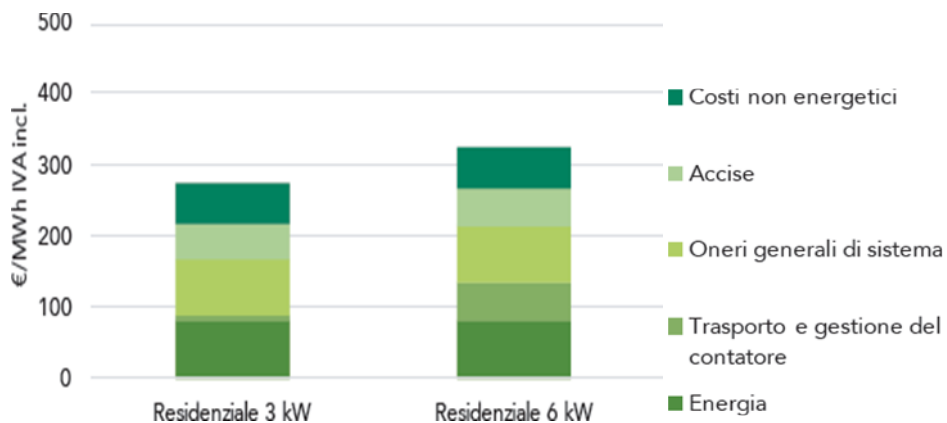


Figura 21 Componenti del costo del servizio di ricarica privata

I risultati delle analisi elaborate da ARERA mostrano come il panorama dei prezzi del servizio di ricarica dei veicoli elettrici non risulti molto diverso tra i diversi Paesi europei (Figura 22). In Norvegia, dove la rete di ricarica pubblica ha iniziato a svilupparsi già parecchi anni fa e dove sono ormai oltre 1500 i punti di ricarica rapida da 50 kW, il costo per la ricarica pubblica può arrivare ad essere da tre a cinque volte superiore a quello della ricarica domestica. In Olanda, a fronte di un prezzo medio dell'energia elettrica domestica pari a circa 0,16 €/kWh (160 €/MWh) nel 2017, il prezzo offerto da uno dei primi operatori per la ricarica pubblica senza abbonamento arrivava a 590€/MWh.

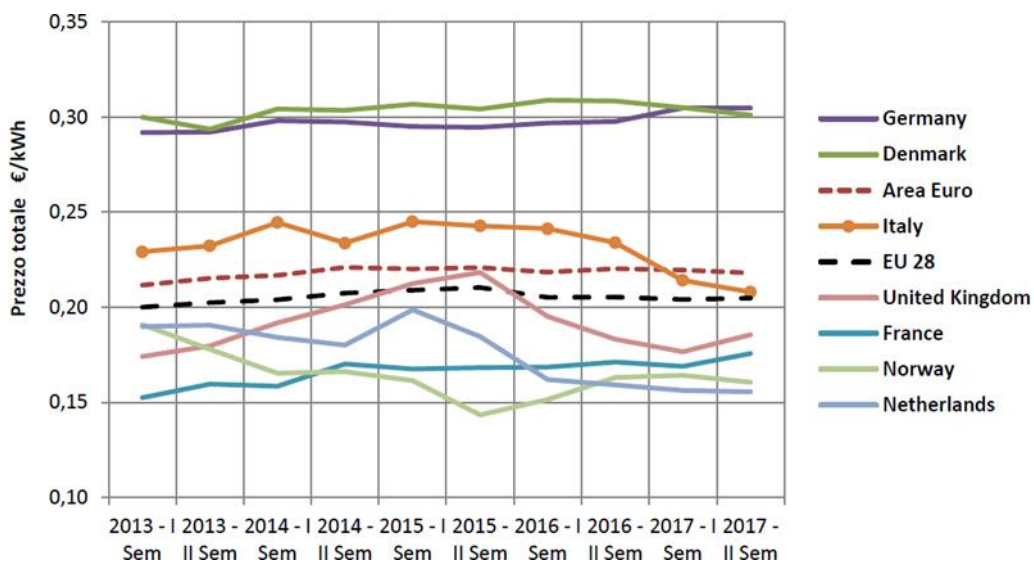


Figura 22 Andamento dei prezzi medi in UEi per la fornitura di energia elettrica a clienti domestici (Eurostat)

4.4 INTEGRAZIONE CON LE ENERGIE RINNOVABILI

L'elettrificazione dei trasporti rappresenta l'opzione più agevole per poter aumentare la penetrazione delle fonti rinnovabili in questo settore. Nel settore della mobilità elettrica, dunque, è fondamentale massimizzare il contributo delle fonti rinnovabili a sostegno della nuova domanda che verrà generata. Anche se non scarseggiano in termini assoluti, molte risorse naturali sono distribuite in modo non uniforme a livello globale, rendendo più instabili l'accesso e i prezzi e aggravando il potenziale di conflitto. Nel dicembre 2015, la Commissione Europea ha pubblicato un piano d'azione per sostenere la transizione verso un'economia circolare nell'Unione Europea con lo scopo di favorire uno sviluppo sostenibile economico, sociale e ambientale. Questo sistema circolare è basato su

soluzioni sostenibili e sull'uso circolare degli asset permettendone la massimizzazione e valorizzazione nella fase di fine vita. I 5 pilastri di questo modello sono (Figura 23):

1. *Sostenibilità delle risorse*, utilizzare energia e materie prime rinnovabili in cicli di vita consecutivi
2. *Recupero e riciclo*, recuperare i prodotti di scarto per essere nuovamente utilizzati nella creazione di nuovi cicli produttivi in modo da ridurre la dipendenza dalle importazioni di risorse naturali
3. *Estensione del ciclo di vita*, progettare e produrre prodotti con un ciclo di vita più lungo permette di ridurre gli sprechi di materiali ed energia
4. *Piattaforme di condivisione*, la promozione dell'uso di piattaforme dove utenti e proprietari dei beni possono collaborare aiutando i consumatori a risparmiare e a utilizzare al meglio le risorse
5. *Prodotto come servizio*, l'azienda che produce il bene è proprietaria del bene ma lo offre in uso al cliente sotto forma di servizio, aumentando la produttività (del prodotto).



Figura 23 I cinque elementi chiave dell'economia circolare

Questi cinque elementi chiave incorporano con successo i principi dell'economia circolare e hanno un effetto diretto e duraturo sul sistema economico. Il cerchio interno rappresenta il riutilizzo, la redistribuzione, la riparazione, la rigenerazione e il rinnovamento, aggirando la generazione e il riciclaggio dei rifiuti e quindi richiedendo un input minimo di risorse. La creazione di un'economia circolare richiede cambiamenti fondamentali per le imprese che devono riuscire ad integrare la sostenibilità nel core business aziendale, per fronteggiare l'evoluzione dei contesti in cui operano, con lo scopo di crescere in un'economia sempre più attenta al concetto di sviluppo sostenibile. I benefici che ne derivano possono essere suddivisi in quattro macro-aree: uso delle risorse, ambiente, economia e società (Tabella 4).

USO DELLE RISORSE	SOCIETÀ
Efficienza nel consumo delle risorse Riduzione della domanda di materie prime	Innovazione sociale Comportamenti di consumo più sostenibili Salute Sicurezza Opportunità di lavoro
ECONOMIA	AMBIENTE
Innovazione tecnologica e dei modelli di business Risparmi di costi e materiali	Riduzioni emissioni GHG Miglioramento della resilienza degli ecosistemi Riduzione degli impatti dovuti all'estrazione di materie prime

Tabella 4 I benefici dell'economia circolare

L'economia circolare ridurrebbe la domanda di materie prime conservando materiali incorporati in prodotti di alto valore o restituendo rifiuti come materie prime secondarie di alta qualità. Ciò contribuirebbe a ridurre la dipendenza dell'Europa dalle importazioni, rendendo le catene di approvvigionamento per molti settori industriali meno soggette alla volatilità dei prezzi, dei mercati internazionali delle materie prime, e all'incertezza dell'offerta dovuta alla scarsità e/o fattori geopolitici. La combinazione di obiettivi più ambiziosi per il riciclaggio dei rifiuti urbani e la riduzione delle discariche porterebbero

ad una riduzione delle emissioni di gas effetto serra. Mantenere aggiornati i materiali aiuterebbe anche a migliorare la resilienza degli ecosistemi e gli impatti ambientali dovuti all'estrazione di materie prime, effettuata spesso al di fuori dell'Europa. L'economia circolare, attraverso una piattaforma, favorisce approcci innovativi, come tecnologie e modelli di business per creare più valore economico con meno risorse naturali e con significativi risparmi sui costi per i vari settori. Ad esempio, si stima che l'implementazione di approcci di economia circolare nella produzione di beni durevoli complessi comporti un risparmio netto dei costi dei materiali. L'innovazione sociale associata alla condivisione, alla progettazione ecocompatibile, al riutilizzo e al riciclaggio sviluppa un comportamento più sostenibile dei consumatori, contribuendo alla salute e alla sicurezza umana. Un'economia circolare crea anche nuove opportunità di lavoro: ad esempio, si creeranno posti di lavoro di media specializzazione nel riciclaggio e nella rigenerazione a circuito chiuso e posti di lavoro altamente qualificati nella bio-raffinazione.

CAPITOLO 5

POLITICHE INCENTIVANTI PER LA DIFFUSIONE DEL SERVIZIO DI RICARICA

La strada verso la promozione della mobilità elettrica affonda le proprie radici già nel Libro bianco dell'UE del 2011, *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, fissando come obiettivo la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra prodotte dal settore dei trasporti del 60% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2050 e del 20% circa rispetto ai livelli del 2008 entro il 2030. *“The challenge is to break the transport system’s dependence on oil without sacrificing its efficiency and compromising mobility”*. Da questa dichiarazione emerge che l'attenzione è stata da subito posta sulla necessità di diversificazione delle fonti energetiche rispetto al petrolio anche nel settore dei trasporti, di cui è ben nota la quasi totale dipendenza da tale combustibile fossile e i relativi effetti in termini ambientali oltre che economici. In questo studio si è scelto di confrontare i meccanismi incentivanti dell'Italia con quelli di altri due paesi europei: Norvegia e Olanda. La scelta è ricaduta su questi paesi perché, come visto prima, rappresentano due casi “limite” in cui il mercato elettrico ha avuto uno sviluppo completamente diverso rispetto al resto d'Europa. Tuttavia, in tutti i paesi, i meccanismi incentivanti attuati dai rispettivi governi seguono una linea comune. Si tratta, infatti, nella maggior parte dei casi di incentivi di tipo “indiretto”, in quanto non riguardano direttamente la filiera del servizio di ricarica pubblica, bensì il mercato complementare dell'auto elettrica o al più della ricarica privata. Questo è dovuto al fatto che la diffusione del servizio di ricarica pubblica è subordinata alla diffusione dell'auto e non il viceversa. Nonostante queste similarità, i meccanismi incentivanti europei presentano anche delle differenze. Come si può notare dalla Figura 24, l'ammontare degli incentivi monetari è maggiore in alcuni stati piuttosto che in altri, mentre Norvegia, Olanda e Danimarca offrono esclusivamente incentivi fiscali.

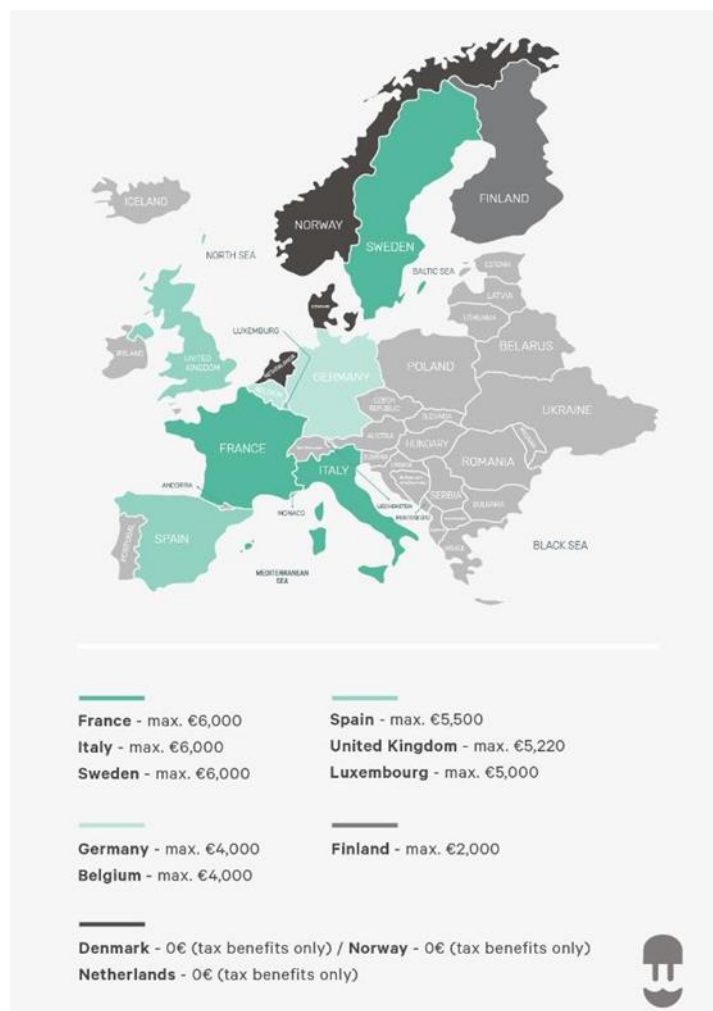


Figura 24 Meccanismi incentivanti in UE

5.1 ITALIA

La Legge di Bilancio 2019 ha introdotto l'Ecobonus per l'acquisto di nuove automobili con basse emissioni di CO_2 . Si tratta semplicemente di una scontistica da applicare all'acquisto di tutte le tipologie di vetture le cui emissioni di CO_2 sono non superiori a 70 g/Km. Più nel dettaglio:

- Per le auto elettriche o ibride con emissioni di CO_2 inferiori a 20 g/Km la scontistica sarà pari a 4.000 €. In caso di rottamazione della vecchia auto la somma raggiunge i 6.000 €.
- Per le auto elettriche o ibride con emissioni di CO_2 comprese tra 21 g/Km e 70 g/Km il bonus sarà pari a 1.500 € che diventano 2.500 € con la rottamazione.

Dal 1° agosto 2020 al 31 dicembre 2020, è disponibile un ulteriore incentivo pari a 2.000 € per gli acquisti con rottamazione e 1.000 € per gli acquisti senza, come previsto dal Decreto Rilancio. Oltre all'Ecobonus esistono ulteriori agevolazioni fiscali promosse dallo Stato per l'acquisto di auto poco inquinanti:

- Esenzione pagamento bollo. Tutte le vetture elettriche (autoveicoli, motocicli, ciclomotori) saranno esenti dal pagamento del bollo auto nei primi 5 anni. Terminato questo periodo i possessori di queste vetture dovranno pagare solo una tassa pari ad un quarto di quella prevista per i veicoli a combustione.
- Accesso gratuito a zone ZTL e parcheggi blu per le vetture elettriche nelle principali città come Roma, Milano, Napoli, Firenze, Torino, Bologna.
- Riduzione del bollo per le auto ibride. Queste particolari vetture hanno un motore endotermico mixato alla motorizzazione elettrica. Il bollo verrà quindi conteggiato solo per la parte non elettrica.
- Incentivi per chi converte la propria auto a benzina/gasolio in auto elettrica attraverso l'acquisto del cosiddetto Kit Retrofit che consta di un motore elettrico, presa per la ricarica e batterie.

Infine, si aggiungono ai sopra elencati incentivi anche quelli di tipo regionale, rappresentando un driver rilevante all'immatricolazione di auto elettriche anche nel 2020. Friuli-Venezia Giulia, Veneto ed Emilia-Romagna offrono un contributo per la rottamazione di autovetture a benzina o diesel per il conseguente acquisto di autovetture elettriche. Piemonte e Sardegna, invece, offrono un contributo diretto alle aziende che decidono di acquistare veicoli elettrici. Da questa descrizione emerge quindi che l'Italia è uno dei tanti paesi che ha adottato una politica che incentiva principalmente il settore dell'auto piuttosto che quello del servizio di ricarica. Per quanto concerne invece la ricarica privata, sempre la Legge di Bilancio 2019 ha introdotto la detrazione fiscale al 50% in 10 anni per le spese sostenute per una colonnina di ricarica o *wallbox*. Tale detrazione è valida per le spese sostenute tra il 1° marzo 2019 e il 31 dicembre 2021.

Le spese che rientrano nella detrazione comprendono quelle sostenute per:

- L'acquisto della stazione di ricarica
- L'installazione della stazione di ricarica
- L'aumento della potenza del contatore (fino a un massimo di 7 kW)
- L'ammontare massimo delle spese su cui è calcolata la detrazione fiscale al 50% è pari a € 3.000 per cui la detrazione massima è pari a € 1.500.

Nonostante questo meccanismo di incentivi, l'Italia è ancora molto indietro rispetto agli obiettivi fissati dalla Commissione Europea. La differenza tra Italia e resto d'Europa si nota, oltre che nel numero delle vetture, anche nella distribuzione delle colonnine elettriche sul territorio. Le politiche per la mobilità non possono prescindere da una pianificazione sinergica con le infrastrutture energetiche: se, infatti, da un lato, lo sviluppo della mobilità elettrica può essere incoraggiato mediante politiche di incentivazione all'acquisto di veicoli elettrici, dall'altro la diffusione capillare dell'infrastruttura energetica di ricarica è pre-condizione necessaria per un suo sviluppo lato domanda (per chi "compra" mobilità elettrica) e lato offerta (per chi "vende", e quindi produce, veicoli elettrici).

5.2 NORVEGIA

La Norvegia è stata una pioniera a livello europeo sul fronte della mobilità elettrica. Poiché la domanda di autoveicoli elettrici è già ad uno stadio più maturo rispetto ad altre realtà europee non vi sono sussidi economici diretti all'acquisto di auto elettriche. Il riassetto di norme fiscali e tasse di immatricolazione, deciso dal governo nel 2009, assegna alle auto elettriche:

- Riduzione dell'IVA del 25%
- Esenzione dal pagamento delle tasse di circolazione, immatricolazione, importazione e delle imposte doganali
- Sconto del 50% sul pagamento di pedaggi stradali, traghetti e parcheggi
- Ricarica gratuita presso le colonnine pubbliche.

Questi meccanismi incentivanti hanno permesso di raggiungere grandi risultati in termini di numero di auto elettriche immatricolate e numero di stazioni di ricarica privata. Infatti, in Norvegia la maggior parte dei punti di ricarica (75% circa) si trova nei pressi delle abitazioni private. Per questo motivo le agevolazioni sopra elencate sono state piano piano ridotte dal governo che ha deciso di muoversi in due nuove direzioni. Innanzitutto, sono stati stabiliti nuovi obiettivi per i nuovi veicoli a zero emissioni, in particolare:

- Tutti i nuovi veicoli passeggeri e furgoni leggeri dovranno essere a emissioni zero
- Tutti i nuovi autobus urbani dovranno essere a emissioni zero o utilizzare biogas
- Entro il 2030, tutti i nuovi veicoli pesanti di cui il 75% dei nuovi autobus a lunga percorrenza e il 50% dei nuovi camion dovranno essere a zero emissioni.

Inoltre, piuttosto che offrire incentivi ai privati, il governo norvegese sta focalizzando l'attenzione su investimenti per la diffusione di stazioni pubbliche di ricarica: sono stati stanziati fondi pubblici per la costruzione di stazioni di ricarica rapida ogni 50 km sulle strade principali e alcuni distributori di benzina sono stati completamente rimpiazzati da stazioni di ricarica per veicoli elettrici.

5.3 OLANDA

La strategia del Governo olandese è quella di rendere il Paese meno dipendente dai combustibili fossili. Gli olandesi usufruiscono da tempo di una combinazione di forti incentivi finanziari, in particolare per le aziende, e di importanti politiche per la ricarica di veicoli elettrici, rendendo il Paese uno dei migliori al mondo in questo senso. Gli incentivi finanziari cambiano periodicamente, ma per anni hanno comportato riduzioni significative delle imposte applicate sugli acquisti o sul noleggio di auto. Sono in vigore incentivi pari a 3.000 euro per chi acquista un autoveicolo BEV nelle città di Amsterdam, Rotterdam, Arnhem e L'Aia e un ulteriore sussidio di 2.000 euro destinato alle aree con livelli elevati di inquinamento. Per incoraggiare la guida elettrica, il governo olandese ha anche stanziato vari incentivi fiscali quali:

- Tassa d'acquisto. I veicoli puramente elettrici e PHEV sono esenti dalla tassa d'acquisto, anche se quelli di tipo PHEV devono pagare una tassa addizionale basata sull'emissione di CO_2 .
- Tassa di proprietà. I veicoli puramente elettrici sono esenti da questa tassa mentre i veicoli PHEV beneficiano del 50% di sconto.
- Tassa auto aziendali. Corrisponde ad una percentuale pari al 4% per i veicoli completamente elettrici, 22% per i veicoli PHEV e per quelli con alta emissione di CO_2 .
- Investimenti deducibili. L'investimento sull'installazione delle colonnine di ricarica è parzialmente deducibile dalle tasse.

Un privato inoltre può richiedere al comune l'installazione delle colonnine nei pressi della propria abitazione se ce ne sia necessità; le spese d'installazione sono a carico del comune. È in fase di discussione l'esenzione per i veicoli elettrici dall'IVA a partire dal 2025. Inoltre, il governo ha previsto dei sussidi sull'acquisto di veicoli elettrici che saranno disponibili nel 2021, con incentivi fino a 6.000€.

CAPITOLO 6

PLAYER DI MERCATO

Il confronto già fatto precedentemente riguardo i meccanismi incentivanti in Italia, Norvegia e Olanda prosegue anche nell'analisi dei player di mercato allo scopo di cogliere quali sono le principali differenze nella struttura delle imprese e nei mercati di questi paesi. Per sostenere il confronto sono state prese in considerazione solo le utilities che sviluppano strategie innovative nella mobilità elettrica pur non dimenticando che esistono anche prestigiose case automobilistiche coinvolte in ambiziosi progetti di ricerca e sviluppo di soluzioni tecnologiche. I player di oggi devono possedere competenze trasversali e complete in tutti gli ambiti del settore *Energy & Utilities* in modo da ottimizzare l'utilizzo delle risorse e creare sinergie all'interno o all'esterno dei filoni verticali del mercato. In Italia, il settore si è evoluto molto negli ultimi anni, grazie soprattutto alla liberalizzazione del mercato che, eliminando il supporto dello Stato, ha spinto le aziende a innovare per rimanere competitive. Il settore dei trasporti è soggetto ad una trasformazione profonda, spinta prevalentemente dalle innovazioni tecnologiche ma anche dall'impatto che il digitale sta apportando alle abitudini, alle esigenze e alle preferenze di mobilità di passeggeri e imprese. I cambiamenti del settore traggono origine da alcune spinte globali, quali:

- *Digital Transformation*. Una trasformazione in grado di generare nuovi paradigmi, migliorare i processi esistenti e sfruttare al meglio i dati.
- *Technology-based Trust*. La garanzia di poter operare su un sistema sicuro che non coinvolge un'autorità centrale.
- *Green Energy*. L'energia del futuro, e in parte quella di oggi, sarà originata da fonti rinnovabili, verrà conservata localmente e il consumatore assumerà il ruolo di "produttore" e "venditore" di energia.
- *Power to the Digital Player*. I player digitali hanno permesso che strumenti e informazioni, prima riservati a pochi, oggi siano alla portata di tutti, assumendo così un ruolo fondamentale. In questi anni sono entrati nel

mercato attori che non appartenevano al settore energetico, ma che hanno sfruttato le loro competenze a livello di servizi o di infrastrutture.

I benefici, dunque, associati alla mobilità elettrica sono la sostenibilità, l'efficienza energetica, i contenuti tecnologici, l'accessibilità e la connettività ed aumentano l'attenzione e l'interesse dei diversi attori di mercato coinvolti, pubblici e privati. L'evoluzione verso un modello di mobilità sostenibile potrà peraltro rivoluzionare i confini dei segmenti di mercato tradizionalmente riconosciuti, dando la possibilità a diversi player di offrire nuovi servizi e prodotti, sviluppare tecnologie e nuovi modelli di business e realizzare approcci collaborativi in grado di stimolare iniziative economiche, di regolazione e politiche industriali in grado di modificare il paradigma delle nostre città.

6.1 ITALIA

Le reti di ricarica presenti sul territorio nazionale sono gestite da diversi player con diverse caratteristiche strutturali. Le colonnine possono essere installate presso la propria abitazione, negli uffici, in grandi parcheggi all'aperto o presso le stazioni di servizio. Il prezzo della ricarica da colonnina (euro/kWh) dipende dal contratto di fornitura e dal momento in cui si preleva l'elettricità. Nella tariffa bioraria domestica le fasce di consumo F2-F3 (serale e festivi) sono più convenienti rispetto alla fascia F1 (diurna). Nelle utenze business invece succede il contrario: l'elettricità costa meno di giorno e di più la sera, il sabato e la domenica. Ricaricare le batterie dell'auto elettrica conviene, quindi, a casa di sera e nei festivi, in ufficio durante il giorno. Inoltre, il costo della ricarica è contabilizzato in rapporto al tempo di ricarica e all'assorbimento del mezzo. Enel X, oggi, è il principale operatore di mercato con oltre 9000 punti di ricarica, i cui prezzi per una ricarica sono 0,45 €/kWh in corrente alternata e 0,50 €/kWh in corrente continua. Il dominio incontrastato di Enel X nel mercato italiano è dovuto all'appartenenza al gruppo Enel, uno dei principali operatori globali integrato da monte a valle nei settori dell'energia elettrica e del gas. Questo fa sì che gli investimenti introdotti da Enel X per estendere l'infrastruttura di ricarica non siano in nessun modo eguagliabili dimensionalmente alle altre imprese. Nonostante questo, Enel X svolge il ruolo di *Charging Point Operator* ovvero concede l'uso delle sue infrastrutture anche ad

altri operatori di mercato, i *Mobility Server Provider*, rendendo interoperabili le colonnine. Questo vuol dire che l'utente finale del servizio può ricaricare la sua auto dai punti di ricarica con un'unica app (JuicePass) e sottoscrivendo un unico abbonamento. Ecco come la catena del valore della mobilità elettrica è costituita da diversi attori strettamente interconnessi (Tabella 5).

ATTORE	ATTIVITÀ
Charging Point Operator (CPO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestisce le infrastrutture di ricarica ▪ Gestisce i rapporti con gli MSP ▪ Fattura ai MSP il servizio di gestione dell'infrastruttura nell'ambito del Contratto di interoperabilità
Mobility Server Provider (MSP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Offre servizi di ricarica all'utente finale ▪ Gestisce l'operatività commerciale ▪ Fattura al Cliente il servizio di ricarica sulla base di tariffe definite autonomamente
Cliente del Servizio di Ricarica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si interfaccia con i MSP ▪ Usufruisce del servizio di ricarica ricaricando il veicolo elettrico tramite l'autenticazione alla piattaforma del MSP ▪ Paga al MSP il servizio di ricarica

Tabella 5 Gli attori e le attività della catena del valore della mobilità elettrica (Enel X)

La strategia di Enel è incentrata sul tema della sostenibilità: il Piano Strategico 2020-2022 integra esplicitamente gli obiettivi SDG (*Sustainable Development Goals*) delle Nazioni Unite all'interno della strategia economico-finanziaria. Il Gruppo prevede investimenti organici lordi totali pari a 28,7 miliardi di euro di cui circa il 95% è dedicato al raggiungimento di quattro principali SDG:

- SDG 7 - *Affordable and Clean Energy*
- SDG 9 - *Industry, Innovation and Infrastructure*
- SDG 11 - *Sustainable Cities and Communities*

➤ SDG 13 - *Climate Action*.

Gli elementi chiave della strategia Enel sono innovazione e digitalizzazione per crescere in un contesto in veloce trasformazione. La *business line* del Gruppo, Enel X, attua un modello di *Open Innovability*, un ecosistema basato sulla condivisione che permette la collaborazione con startup, Università, centri di ricerca e PMI (Piccole e Medie Imprese) tramite diversi sistemi, per esempio, la rete di Innovation Hubs. Nel caso degli Enel Innovation Hub, l'obiettivo è creare una rete globale di poli di ricerca, collaborazione e condivisione al fine di trasformare idee tecnologicamente rivoluzionarie in soluzioni di business. Dalla fine del 2016 ad oggi Enel ha creato una rete di 10 Innovation Hub di cui tre in Italia: a Catania per le energie rinnovabili, a Pisa per la generazione termica e a Milano per le *smart grid* e la digitalizzazione delle reti. Questi si affiancano, nel nostro Paese, al laboratorio di Vallelunga, focalizzato sull'individuazione di soluzioni per la mobilità elettrica. Enel X ha messo a punto un apposito algoritmo in grado di calcolare la quantità di CO_2 risparmiata nell'utilizzo di un veicolo elettrificato rispetto ad uno alimentato da un tradizionale motore endotermico. Il calcolo della CO_2 risparmiata è la sintesi dei dati sulla distanza percorsa da veicoli 100% elettrici o ibridi plug-in in modalità esclusivamente elettrica e del calcolo medio dei consumi delle autovetture. Da gennaio 2018 a dicembre 2019 sono state effettuate oltre 800mila ricariche presso le stazioni di Enel X in Italia. La piattaforma digitale creata da Enel X gestisce costantemente le informazioni relative alle operazioni di ricarica dei veicoli elettrici su tutto il territorio italiano, ad accesso pubblico e privato, come ad esempio il numero di kWh erogati dai punti di ricarica. Per quanto riguarda invece il modello di business, Enel X segue i cinque pilastri dell'economia circolare promuovendosi un acceleratore di circolarità, ovvero incrementa il livello di circolarità attraverso una serie di soluzioni innovative. L'economia circolare rappresenta un nuovo paradigma in grado di individuare possibili soluzioni circolari e di lungo periodo attraverso l'innovazione, la competitività e la sostenibilità ambientale. Infine, un ulteriore elemento in grado di contribuire positivamente alla diffusione dell'infrastruttura di ricarica in Italia, è il nuovo approccio adottato dalla Banca Europea per gli Investimenti (BEI) in cui gli investimenti in infrastrutture di ricarica sono stati riconosciuti strategici investimenti infrastrutturali. La prima linea di

finanziamento della BEI è stata indirizzata al piano infrastrutturale di Enel X *Mobility*, il quale riceverà un finanziamento a 10 anni di 115 milioni di euro a copertura del 50% dell'investimento totale. Il piano prevede l'installazione di 14.000 punti di ricarica entro il 2022 ed aprirà le strade ad un futuro di sostenibilità ed innovazione.

Il servizio di ricarica è offerto anche da altre multiutilities italiane quali ad esempio Iren e A2A.

IrenGo, *business line* del gruppo Iren dedicata alla mobilità elettrica, ha avviato il programma di installazione di infrastrutture di ricarica presso la città di Parma e ad aprile 2020 anche presso la città di Torino con l'obiettivo di promuovere i valori della sostenibilità all'interno del Gruppo: l'uso razionale delle risorse energetiche, l'innovazione tecnologica e la salvaguardia dell'ambiente. Tutte le iniziative interne ed esterne di IrenGo dispongono di fornitura energetica 100% green proveniente dagli impianti idroelettrici del Gruppo. I modelli di mobilità innovativi e sostenibili proposti da IrenGo ai clienti privati, alle aziende e agli enti pubblici sono:

- La *wallbox* per la ricarica con potenza nominale da 3,7 kW a 7,4 kW con una o due prese di ricarica per i privati (fino ad un max di 22 kW per le aziende) e l'accesso alla ricarica (libero o tramite autenticazione)
- La colonnina per la ricarica con una potenza nominale da 7,4 kW a 50 kW con una o due prese di ricarica per le aziende (fino ad un max di 22 kW per gli enti pubblici) e l'accesso alla ricarica (libero o tramite autenticazione).

Tutte le infrastrutture sono interoperabili e questa particolare peculiarità costituisce uno step fondamentale per la diffusione della mobilità elettrica. Il prezzo di ricarica in corrente alternata è pari a 0,19 €/kWh. L'innovazione tecnologica del gruppo Iren è centrale nelle scelte strategiche e utilizza un modello di *Open Innovation* per gestire i processi di innovazione coinvolgendo un ecosistema di aziende, università, centri di ricerca, poli di innovazione e start up. Il progetto di ricerca e innovazione conclusosi nel 2019, NeMo, a cui ha partecipato Iren, ha previsto lo sviluppo di una piattaforma di e-roaming applicata a differenti sistemi di mobilità elettrica (infrastruttura di ricarica e

autoveicoli) con l'obiettivo di creare una sovra-infrastruttura ICT in grado di omogeneizzare i dati provenienti dai vari stakeholder e generare servizi e applicazioni innovativi sulle diverse verticalità. Il Piano Industriale contenente la strategia del Gruppo fino al 2024 conferma la spinta verso la mobilità sostenibile per un ammontare pari al 60% degli investimenti previsti. Nell'ambito della e-Mobility è stato deciso l'acquisto di oltre 1.000 veicoli elettrici per uso aziendale e l'installazione di 380 infrastrutture di ricarica. A fine 2019 sono quasi 480 i mezzi già in circolazione e 93 i punti di ricarica operativi. Il modello di business adottato da IrenGo è basato sui cinque pilastri dell'economia circolare: in questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti e si riducono i rifiuti al minimo.

A2A Energy Solution è la società della grande multiutility italiana A2A e si propone come fornitore di soluzioni energetiche innovative con l'obiettivo di creare un ambiente urbano sostenibile e promuovere la mobilità elettrica. Le stazioni di ricarica sono presenti solo in Lombardia con circa 500 colonnine sparse per Milano, Brescia, Bergamo e altre località lombarde. Le colonnine A2A non sono ad oggi interoperabili con quelle di Enel, quindi i due circuiti richiedono due app, due card e due abbonamenti distinti. L'azienda A2A impone una tariffa *flat* per usufruire del servizio di ricarica pari a 15,10 € ogni trimestre. Anche queste infrastrutture sono alimentate con energia verde 100% rinnovabile. L'innovazione è cruciale per incrementare nuovi servizi che siano utili e funzionali ad una migliore qualità della vita ed è per questo che il Gruppo la sviluppa in forma partecipata con università, centri di ricerca e start up, adottando come per le due *utilities* precedenti (Enel ed Iren) una visione di Open Innovation. L'evoluzione del modello di business lineare adottato dal Gruppo verso un modello più sostenibile improntato sui cinque pilastri dell'economia circolare ha permesso di sviluppare nuove strategie innovative anche nel mondo della mobilità elettrica. Alla base del modello di business del Gruppo vi è la gestione integrata dei diversi capitali (finanziario, manifatturiero, naturale, umano, intellettuale e razionale) da cui l'organizzazione dipende per garantire i propri servizi. Attraverso la Politica di Sostenibilità al 2030 e il Piano Strategico al 2024, A2A ha definito una strategia di mantenimento di questi

capitali in un'ottica di sviluppo sostenibile. La quota destinata ad investimenti di tipo sostenibile è pari al 75% degli investimenti totali. La Politica di Sostenibilità al 2030 contiene quattro sfide essenziali per il business di A2A:

1. Adottare un modello di economia circolare permetterà di gestire in modo sostenibile le risorse durante tutto il ciclo di vita
2. La decarbonizzazione contribuirà al raggiungimento degli obiettivi nazionali e globali di riduzione delle emissioni di gas effetto serra
3. Le *smart solution* sosterranno lo sviluppo di centri urbani come luoghi che garantiscano lavoro e benessere senza compromettere il territorio e le risorse
4. *People Innovation* contribuirà attivamente al benessere delle comunità e al miglioramento delle condizioni di lavoro.

A2A Energy Solution ha ideato e realizzato il più grande e tecnologicamente avanzato e-Hub a Milano per la ricarica di autovetture elettriche sperimentando un sistema di ricarica innovativo che consente di minimizzare la potenza impegnata senza rinunciare all'efficacia della ricarica. L'e-Hub dispone di 27 colonnine di ricarica e 10 *wallbox* che garantiscono nel complesso 74 punti di ricarica con funzionalità di power sharing. Il Piano di Sostenibilità è stato sviluppato insieme alla Politica appena illustrata ed è uno strumento che consente di monitorare e verificare continuamente lo stato di avanzamento degli obiettivi di sostenibilità identificati, coerentemente con le priorità e le tempistiche del Piano Industriale.

Il Gruppo Hera, nato nel 2002, è una multiutility italiana che da anni è attiva anche nella costante ricerca di soluzioni che consentano alla mobilità elettrica di diventare un'opzione concreta e praticabile. Il piano "L'Hera della mobilità elettrica" ha permesso l'installazione di oltre 40 colonnine innovative per la ricarica pubblica nei comuni di Imola, Modena e Bologna. Per la ricarica privata destinata sia ai clienti domestici che alle aziende, invece, Hera propone *wallbox* intelligenti che permettono di ricaricare i veicoli elettrici anche senza aumentare la potenza contrattuale. La strategia del Gruppo è quella di integrare il concetto di sostenibilità nelle attività di business rivolgendo particolare attenzione all'ambiente e all'evoluzione tecnologica, fenomeni oramai estesi

all'intero panorama industriale nazionale. Il Gruppo ha sviluppato negli anni strategie industriali improntate sulla sostenibilità come il Piano Industriale 2019-2023 contenente azioni che portano benefici per l'azienda e contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi SDG (*Sustainable Development Goals*). Dei 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, Hera contribuisce alla realizzazione di 11 SDGs attraverso le proprie attività. Gli investimenti delineati nel Piano Industriale ammontano complessivamente al circa 750 milioni di euro pari al 35% del totale. Il modello di business perseguito da Hera è indubbiamente basato sui 5 pilastri dell'economia circolare: dal riutilizzo delle risorse fino alla condivisione dei prodotti come servizi.

Le nuove tecnologie digitali e i nuovi modelli di business offrono grandi opportunità di trasformazione e rinnovamento per le imprese del settore *energy*, ma comportano anche sfide notevoli, che richiedono lo sviluppo di nuove strategie capaci di fare leva sull'innovazione per rinnovare le fonti del proprio vantaggio competitivo ed evitare il rischio di scomparire. Per creare nuovo valore per i clienti, le imprese dell'energia creano collaborazioni con le startup innovative in modo tale da acquisire nuove competenze e stimolare i processi creativi.

6.2 NORVEGIA

La politica per la mobilità elettrica promossa in Norvegia a partire dagli anni '90 del secolo scorso si integra nella più ampia strategia nazionale per la sostenibilità ambientale, orientata alla riduzione delle emissioni e sviluppata con disincentivi all'acquisto di auto a combustibili fossili e incentivi diretti per il vettore elettrico. In aggiunta, il 98% dell'energia elettrica prodotta oggi in Norvegia proviene da energie rinnovabili rendendo così l'intero programma di sostegno alla *e-Mobility* particolarmente attrattivo verso utenti e aziende interessate alla sostenibilità ambientale.

Il "*Charging Points Investment Plan 2008- 2011*" ha dotato le strade del Paese dei primi 400 punti di ricarica elettrica e i diversi piani finanziati da Transnova hanno ulteriormente rafforzato la rete.

Il programma “*Transnova Charging Points Plan*” varato nel 2013 prevedeva di stanziare 720 milioni di euro per il finanziamento di punti ricarica fast. L’obiettivo finale è avere una rete infrastrutturale di ricarica capillare, aspetto cruciale in un Paese molto esteso e poco densamente abitato in cui l’80% degli abitanti si concentra nei centri urbani. Un ulteriore obiettivo è raggiungere 2 stazioni di ricarica ultra-fast ogni 50 km sulle strade extraurbane.

Il piano “*National Transportation Plan 2018-2029*” contiene la strategia per il prossimo futuro in cui è fissato l’obiettivo di ridurre del 50% le emissioni entro il 2030. A tale scopo sono previsti investimenti in tecnologie a basse/zero emissioni e nuove iniziative per far crescere ulteriormente il mercato dei veicoli a zero emissioni.

In Norvegia le stazioni di ricarica sono costruite e gestite sia da autorità pubbliche, principalmente i comuni, sia da società private, compresi i rivenditori di energia elettrica. La ricarica presso le stazioni pubbliche viene eseguita meno frequentemente rispetto alla ricarica domestica perché tende ad essere circa quattro volte più costosa della ricarica domestica e si svolge principalmente per viaggi più lunghi. La maggior parte delle persone, circa il 75%, in Norvegia, carica la propria auto elettrica nelle abitazioni private o presso la sede di lavoro.

Fortum Charge & Drive è il principale operatore di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici in Norvegia ed è la soluzione offerta dal gruppo Fortum per lo sviluppo della mobilità elettrica. Il costo della ricarica è calcolato per minuto impiegato per effettuare la ricarica e dipende dalla potenza di ricarica. I clienti che hanno sottoscritto contratti di fornitura di energia elettrica con la compagnia Fortum hanno uno sconto sulla ricarica. I prezzi di ricarica sono così strutturati:

- 0,88 €/min per la ricarica media (>22kW)
- 2,74 €/min per la ricarica veloce (>50kW)
- 0,19 €/min + 2,21 €/kWh per la ricarica superveloce (>75kW).

La sostenibilità è al centro della strategia competitiva del Gruppo al fine di decarbonizzare i sistemi di trasporto all'interno del Paese e fornire soluzioni di mobilità elettrica intelligenti. Quest'ultime sono rivolte sia ai clienti sia agli operatori e non si basano solamente su un'ampia installazione di infrastrutture di ricarica intelligenti ma anche su un servizio basato su cloud che permette una ricarica rapida e conveniente dal punto di vista dei clienti e una gestione più snella della rete di ricarica per gli operatori. I punti salienti della strategia Fortum sono:

- Cambiamento climatico ed efficienza delle risorse

Il settore energetico deve trasformarsi in un sistema a basse emissioni e una quota maggiore di generazione dell'energia basata su fonti rinnovabili.

- Urbanizzazione

Negli ultimi decenni la popolazione si è spostata sempre più nelle aree urbane rendendo necessarie nuove soluzioni anche per il trasporto.

- Clienti attivi

Le nuove tecnologie consentono ai consumatori di produrre parte della propria energia, i cosiddetti *prosumer*, offrendo un grande potenziale di innovazione e crescita.

- Digitalizzazione e nuove tecnologie

La digitalizzazione consentirà una maggiore produttività all'impresa e promuoverà lo sviluppo di nuove strategie innovative anche nell'*e-Mobility*.

In linea con la propria strategia, Fortum sostiene gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite attraverso prodotti e servizi innovativi. La visione del Gruppo definita "*For a cleaner world*" (Per un mondo più pulito), incorpora 9 dei 17 obiettivi SDG (*Sustainable Development Goals*), rappresentando sia una sfida sia un'opportunità economica e di crescita. Al fine di raggiungere tali obiettivi, nel settore della mobilità elettrica, è stato completato il corridoio di ricarica elettrica per i veicoli elettrici che

collega le principali capitali scandinave, Helsinki, Stoccolma e Oslo; inoltre, in collaborazione con la città di Oslo, Fortum sta creando la prima infrastruttura di ricarica rapida wireless per i taxi elettrici. L'installazione di apposite piastre sul manto stradale e di un ricevitore nei veicoli, questi ultimi sfruttando l'induzione per la ricarica possono essere ricaricati fino a 75 kW in modo pratico e veloce. Installando queste piastre presso le stazioni dei taxi, invece, la batteria dell'auto può caricarsi velocemente anche nei momenti di attesa per l'arrivo di nuovi passeggeri. Il modello di business adottato dal Gruppo e che rappresenta un grande vantaggio competitivo è quello dell'economia circolare e i suoi cinque elementi fondamentali. Gli investimenti nella produzione senza emissioni di CO_2 sono stati pari a 100 milioni di euro ma hanno permesso al Gruppo di raggiungere un importante obiettivo: a fine 2019, il 59% della produzione di elettricità Fortum era priva di CO_2 . Nell'e-Mobility sono stati raggiunti importanti risultati strategici nel biennio 2016-2018 collaborando con promettenti società tecnologiche e investendo in start up per lo sviluppo di tecnologie legate all'energia.

6.3 OLANDA

Contrariamente a quanto visto in Italia, l'Olanda mantiene la sua posizione di paese con la più alta densità di veicoli elettrici e caricatori ogni 100 chilometri. Il governo olandese ha co-fondato l'installazione di punti di ricarica pubblici e semi-pubblici compresi i punti di ricarica rapida.

Nel 2008, infatti, è stato istituito il "*Dutch Innovation Centre for Electric Road Transport*", un network di istituzioni (tra cui i politecnici del Paese) che collaborano per sviluppare la tecnologia e l'innovazione legate al trasporto elettrico ed elaborare documenti di indirizzo per il suo miglioramento.

Nel 2009 il cambio di passo si è registrato con il piano "*Electric Mobility Gets Up to Speed*": l'obiettivo fissato era raggiungere l'immatricolazione di 20.000 veicoli elettrici entro il 2015, quota raggiunta già nel 2013.

Il piano “*Electric Transport Green Deal*” varato nel 2016 prosegue lungo la direzione definita in passato e, con uno stanziamento complessivo di 65 milioni di euro, si pone come obiettivi strategici il potenziamento della rete infrastrutturale e il raggiungimento di 200.000 vetture su strada nel 2020.

Oltre agli incentivi finanziari generali offerti dal governo centrale, i comuni delle grandi città olandesi offrono sussidi per l'installazione di stazioni di ricarica. Per richiedere l'installazione di un punto di ricarica pubblico nel proprio quartiere, i proprietari di veicoli elettrici devono dimostrare di non avere accesso alla ricarica privata; il comune verifica le richieste e successivamente monitora l'utilizzo dei punti di ricarica installati. La maggior parte dei punti di ricarica nei Paesi Bassi sono presenti nei parcheggi degli appartamenti o nel parcheggio del posto di lavoro. Un altro tipo di infrastruttura di ricarica è costituito da punti di ricarica "semi-pubblici", installati nei centri commerciali e nei parcheggi di strutture private accessibili a tutti, anche se l'accesso potrebbe essere limitato a causa degli orari di apertura. La ricarica pubblica, invece, è accessibile 24 ore al giorno, ed è utilizzata quando non sono disponibili le precedenti opzioni. La città con il maggior numero di punti di ricarica pubblici e semi-pubblici è Amsterdam: la città offre due tipi di punti di ricarica, regolare e Flexpower. Le stazioni Flexpower offrono energia normale tra le 06:30 e le 18:00, meno energia tra le 18:00 e le 21:00 e più energia tra le 21:00 e le 6:30. Inoltre, Lussemburgo, Belgio e Paesi Bassi hanno firmato un accordo che promuove l'accesso transfrontaliero ai conducenti di veicoli elettrici con lo scopo di caricare i loro veicoli in tutti e tre i paesi utilizzando la stessa carta di accesso.

Essendo l'Olanda il paese con il maggior numero di punti di ricarica vi sono numerosi enti che gestiscono l'infrastruttura di ricarica nelle diverse città. Le principali utilities impegnate nella promozione della mobilità elettrica sono Eneco, Essent e Nuon.

Eneco *eMobility* è una società controllata della grande azienda energetica olandese Eneco ed offre soluzioni intelligenti per la ricarica dei veicoli elettrici. Nata nel 2007 nel cuore di Rotterdam, offre servizi di ricarica di alta qualità per i clienti privati e aziendali. La missione dell'azienda “Energia libera per tutti” è fondamentale poiché l'energia

prelevata per la ricarica proviene da fonti 100% rinnovabili in particolar modo eolica e solare, al fine di ridurre gli impatti ambientali da anidride carbonica. In questo modo il Gruppo fornisce anche un prezioso contributo al raggiungimento di molti obiettivi sostenibili dettati dalle Nazioni Unite.

Essent N.V. è un'azienda energetica olandese controllata da E.ON che crede fortemente nella mobilità sostenibile attraverso un uso efficiente delle risorse ed energia rinnovabile. Insieme a *XXImo Mobility* offre uno sportello unico per la ricarica di veicoli elettrici costituito da stazioni di ricarica, opzioni di pagamento e tutti i servizi di supporto. Nella partnership, Essent fornisce l'energia e la competenza per l'installazione delle stazioni di ricarica mentre *XXImo* mette a disposizione la piattaforma per il pagamento. La strategia perseguita dal gruppo Essent è quella di ottenere un ambiente di vita sostenibile senza emissioni di CO_2 creando soluzioni concrete per gli individui al fine di incoraggiare la mobilità sostenibile.

Nuon, così chiamato fino al 2019 adesso si chiama Vattenfall come la società madre, è uno dei maggiori fornitori di energia elettrica e leader di mercato nei punti e nei servizi di ricarica pubblici gestiti insieme a Heijmans, il quale si occupa del trasporto elettrico. L'energia fornita dai punti di ricarica è generata da Windpoort, un parco eolico di Nuon. Ogni stazione di ricarica ha due punti di ricarica in grado di distribuire la potenza disponibile su diverse auto collegate. Questi punti di ricarica intelligente forniscono automaticamente più energia all'auto meno carica nel caso in cui ci fossero due auto collegate contemporaneamente e una delle due risulta essere più carica. La strategia "*Power Climate Smarter Living*" di Vattenfall mira a raggiungere una vita priva di combustibili fossili entro una generazione. Secondo la visione del Gruppo, l'elettrificazione, ovvero il passaggio da un'alimentazione tradizionale ad una elettrica, è fondamentale per ridurre le emissioni di CO_2 ed ecco perché l'energia per le stazioni di ricarica Nuon-Heijmans proviene da fonti rinnovabili. L'obiettivo a lungo termine prevede l'installazione di 200.000 punti di ricarica pubblici nei Paesi Bassi entro il 2030. Le attività di Vattenfall contribuiscono al raggiungimento di 6 obiettivi (SDG) definiti dalle Nazioni Unite entro il 2030: migliorare l'accesso alla mobilità e ridurre le emissioni

dei veicoli è uno degli obiettivi fondamentali della strategia del Gruppo. Attraverso la ricerca e sviluppo ma anche collaborando con diversi partner e università, Vattenfall sostiene la strategia per fornire strumenti innovativi al raggiungimento degli obiettivi sopra citati e altri.

6.4 IL CONFRONTO

Negli ultimi anni il settore della mobilità elettrica si è modificato rapidamente e in maniera sostanziale in Europa, trasformandosi da materia di nicchia ad importante realtà tecnologica e commerciale, con interessanti prospettive di sviluppo futuro. La *digital transformation* ha generato un progressivo assottigliamento delle linee di demarcazione tra settori diversi favorendo possibili sinergie tra settori contigui e tra i vari soggetti che operano al loro interno. Inoltre, lo sviluppo di strategie sostenibili e investimenti nell'innovazione aiutano ad accelerare l'accettazione della mobilità elettrica.

In Italia, la transizione verso la mobilità sostenibile richiede investimenti importanti sia dal settore pubblico che da quello privato e soprattutto necessita di partnership e collaborazioni fra entrambe le parti per sviluppare la capacità delle infrastrutture e dei sistemi per l'approvvigionamento di energia nonché le connessioni internet veloci. Su questo fronte i paesi europei si trovano su livelli di sviluppo molto differenti, sarà quindi fondamentale attuare politiche omogenee che consentano agli Stati Membri di perseguire gli stessi standard tecnologici e infrastrutturali, con l'obiettivo di garantire una mobilità interoperabile e indipendente dai confini geografici e dagli operatori del settore.

La popolazione olandese è caratterizzata da un PIL pro capite elevato che la rende più suscettibile all'utilizzo e all'acquisto di nuove tecnologie innovative come i veicoli elettrici. Inoltre, i Paesi Bassi sono caratterizzati da un'infrastruttura efficiente e di alta qualità tale da rendere la *range anxiety* un lontano ricordo.

La Norvegia ha compiuto passi da gigante per ridurre le emissioni di CO_2 e mira a dare l'esempio per altri paesi riguardo la sua esperienza di mobilità elettrica. Sono stati i progressi tecnologici e lo sviluppo industriale a rendere la Norvegia il paese leader nell'utilizzo di veicoli elettrici.

Questi tre casi limite esaminati rendono perfettamente l'idea di come la mobilità elettrica si diffonde in maniera diversa in questi Paesi pur appartenendo tutti all'Europa. Sia in Olanda, paese avente un'alta densità di popolazione, sia in Norvegia, paese avente una bassa densità di popolazione, la diffusione dei veicoli elettrici e dell'infrastruttura di ricarica sono state da sempre al centro dell'attenzione sia dai governi che dalle principali utilities delle rispettive Nazioni. I preponderanti incentivi offerti dai governi olandesi e norvegesi e l'elevato PIL pro capite dei due Paesi hanno permesso l'acquisto dei veicoli elettrici che inizialmente avevano dei prezzi elevati dovuto principalmente alla batteria. La crescita delle vendite di veicoli elettrici è stata parallelamente seguita da quella dei punti di ricarica che ha permesso negli anni alla mobilità elettrica di affermarsi e di avere importanti quote di mercato. Non si può dire lo stesso dell'Italia, dove il mercato elettrico è ancora molto frammentario e, anche se in rialzo rispetto agli anni precedenti, il numero di auto elettriche vendute non lo rende corposo. La questione climatica e la salvaguardia del pianeta però mettono d'accordo le strategie adottate dalle utilities di Italia, Norvegia e Olanda. Queste aziende vedono i 17 SDGs (*Sustainable Development Goals*) non solo come un impegno sociale ma anche come importanti opportunità di business. Al fine di raggiungere importanti soluzioni pratiche, le utilities stringono collaborazioni con centri di ricerca ed università ma anche partnership di altre aziende, condividendo competenze e know-how per lo sviluppo di nuovi prodotti anche nell'*e-Mobility*. Dunque, anche se i governi di questi tre Paesi si sono approcciati in tempi diversi e in modi diversi allo sviluppo della mobilità elettrica, l'Olanda e la Norvegia sono i leader europei per le iniziative e le innovazioni sviluppate in questo settore e possono rappresentare un buon esempio per l'Italia che pian piano sta gettando le basi grazie agli incentivi e all'impegno delle aziende energetiche. Il bisogno di una strategia forte ed efficace e gli investimenti nella sostenibilità e nell'innovazione sono oggi elementi chiave

per il raggiungimento di obiettivi di competitività e, allo stesso tempo, rappresentano un volano per la diffusione di nuove tecnologie propulsive a basso impatto ambientale e delle filiere ad esse connesse.

CAPITOLO 7

VEHICLE TO GRID

Il termine *Vehicle Grid Integration* (VGI) indica come la tecnologia presente a bordo dei veicoli elettrici si integra con quella della rete sfruttando le batterie come uno storage di energia distribuito. Esistono due modalità principali: V1G e V2G.

La tecnologia V1G prevede un rapporto veicolo-rete unidirezionale in cui non si ha capacità di stoccaggio aggiuntiva ma si possono ottimizzare i prelievi limitando i picchi di domanda. Tutti i veicoli sono abilitati a ricaricare in questa modalità a condizione di adottare caricatori capaci di dialogare con la rete. Per implementare il V1G è necessario installare un sistema di controllo dell'infrastruttura di ricarica in grado di comunicare con la rete; inoltre, l'infrastruttura di ricarica deve essere dotata di sistemi di power management in grado di misurare sia la potenza erogata dalla rete che quella assorbita dal veicolo in fase di ricarica. Dal punto di vista del veicolo, non è richiesta l'installazione di particolari componenti ma il protocollo di comunicazione deve essere in grado di modificare la corrente massima di ricarica.

La tecnologia V2G prevede un rapporto fra veicolo e rete di tipo bidirezionale: in caso di necessità il veicolo elettrico può anche cedere energia alla rete. I prelievi sono concordati nelle quantità, nella frequenza massima e nelle fasce orarie. Inoltre, è prevista la presenza sia di un numero elevato di veicoli che in maniera coordinata possano intervenire a beneficio del sistema elettrico e sia di un soggetto aggregatore per gestire i cicli di carica/scarica e vendere i servizi sui mercati elettrici (Figura 25). La partecipazione del soggetto aggregatore è essenziale perché stipula i contratti con i singoli automobilisti e garantisce un buon numero di batterie disponibili al gestore dei servizi elettrici.

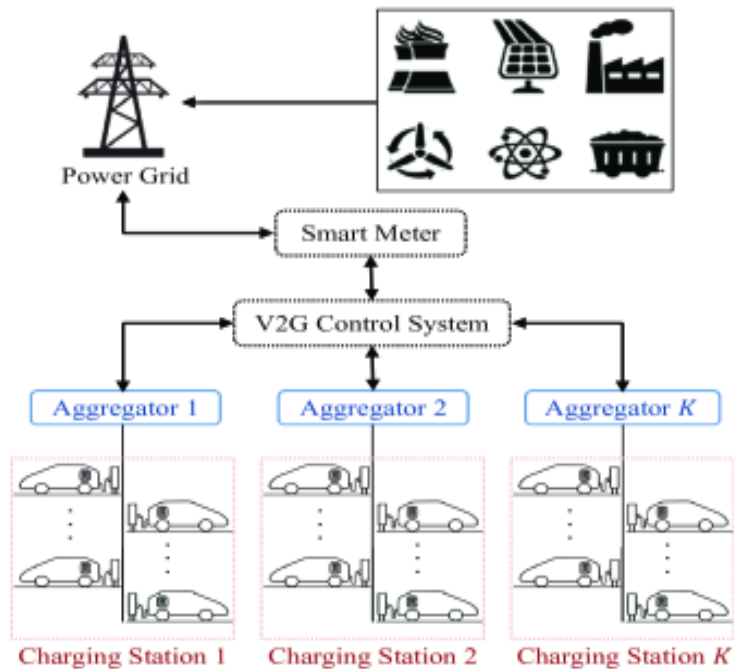


Figura 25 Schema della tecnologia V2G

Per implementare il *Vehicle to Grid* (V2G) sono necessari tre fattori:

1. Abilitazione dell'infrastruttura

È necessario un protocollo di comunicazione tra la rete elettrica e il *Battery Management System* (BMS), installato quest'ultimo nella batteria, per regolare la ricarica in funzione delle informazioni sullo stato della rete. Esistono quattro algoritmi che regolano il funzionamento della carica/scarica:

- *dumb charging*, non è in grado però di modulare la ricarica
- *delayed charging*, è in grado di programmare la ricarica per posticiparne l'inizio
- *price-based charging*, è in grado di modulare la ricarica sfruttando i momenti in cui il prezzo dell'elettricità è più basso
- *RES/load-based charging*, è in grado di modulare la ricarica in base alla disponibilità di risorse rinnovabili (non programmabili) sfruttando i momenti in cui la produzione da rinnovabili è massimo o la domanda è bassa per ricaricare.

2. Abilitazione del veicolo

L'interazione bidirezionale tra l'auto e la stazione di ricarica richiede determinate caratteristiche della colonnina e l'utilizzo di opportuni protocolli di comunicazione. Per la ricarica in corrente continua, al fine di consentire uno scambio bidirezionale di energia, è necessario che la colonnina sia dotata di un inverter bidirezionale e non sono richieste modifiche di tipo hardware al veicolo. Attualmente il protocollo di riferimento per il V2G è lo standard Chademo. Lo standard *Combined Charging System (CCS)*, ai fini dell'abilitazione del V2G sia per la ricarica in corrente continua che alternata, è in via di definizione. La maggior parte dei progetti pilota che hanno implementato la tecnologia V2G fa riferimento alla ricarica in corrente continua. La ricarica in corrente alternata non richiede particolari caratteristiche delle colonnine tradizionali che si interfacciano con un sistema di gestione centralizzato e, in questo caso, l'inverter bidirezionale è posto a bordo del veicolo.

3. Utilizzo del veicolo

Esistono quattro tipologie di utilizzo:

- *uncontrollable load*, l'uso del veicolo non è noto perché è tenuto spesso in carica
- *partially controllable load*, l'uso del veicolo è parzialmente noto ma non è controllabile
- *controllable load*, l'uso del veicolo è noto e permette di modulare la ricarica in base allo stato della rete
- *controllable resource*, l'uso del veicolo è noto e permette l'immissione in rete di energia prelevata dalla batteria.

Dunque, la comunicazione bidirezionale e l'interazione intelligente tra risorse nella rete consentono di sfruttare al meglio la tecnologia V2G. La maggior parte dei governi dei paesi sviluppati sono impegnati a regolare la diffusione di questa tecnologia così come anche l'industria sta aumentando la propria partecipazione creando nuove partnership

e sviluppando nuovi modelli di business. Per ottenere i massimi benefici, la rete esistente deve essere aggiornata e diventare un sistema di rete tecnologicamente avanzato con l'ausilio di tecnologie intelligenti. Infine, risulta conveniente sia per i generatori di corrente sia per le utenze consentire lo scambio e l'analisi di informazioni che portano ad un funzionamento ottimale del sistema energetico, migliorandone l'efficienza, l'affidabilità e la qualità dell'energia fornita. Stiamo assistendo ad un processo di trasformazione in grado di ridefinire profondamente il contesto e le declinazioni della mobilità urbana: sarà fondamentale il ruolo degli operatori elettrici nazionali e locali, dei produttori di veicoli innovativi e dei sistemi di ricarica per i veicoli elettrici, dei produttori di batterie, dei fornitori di sistemi ICT, nonché dei manager di sistemi di car sharing, operatori del trasporto pubblico e gestori delle stazioni di ricarica.

Gli attori coinvolti nella diffusione della tecnologia V2G sono:

- Operatori di rete, il cui scopo è garantire la fornitura di elettricità ai consumatori, alle imprese e all'industria. Questi operatori sono interessati alla tecnologia V2G dato che i veicoli abilitati a questa tecnologia possono offrire servizi alla rete.
- Proprietari di veicoli elettrici, i quali consentono l'utilizzo delle loro batterie per fornire servizi alla rete diventando i principali attori. La loro partecipazione può essere incentivata offrendo opportuni servizi a prezzi agevolati anche se il degrado della batteria rimane una delle principali preoccupazioni dei possessori di veicoli elettrici.
- Produttori di veicoli elettrici, che trasformano un veicolo elettrico in uno V2G abilitato aggiungendo il *Battery Management System* e un caricabatterie bidirezionale. La sfida più importante per questi produttori è la vendita di veicoli abilitati V2G a prezzi accessibili per rimanere competitivi nel mercato.
- Società energetiche, le quali forniscono l'energia necessaria alla ricarica dei veicoli elettrici da colonnine sia private che pubbliche. Nello sviluppo del V2G, le utilities possono essere venditrici al dettaglio, fornitori e/o proprietari di

servizi di stazioni di ricarica e possono anche lavorare sulla flessibilità e ottimizzazione della rete.

- Fornitore di servizi. Sono aziende che operano abitualmente nel settore ICT e facilitano i servizi di ricarica tra i veicoli elettrici e il mercato elettrico fornendo sistemi di comunicazione che consentono ai veicoli elettrici di essere connessi e interagire con la rete.
- Sviluppatore software e hardware. Sono aziende che sviluppano il software e i componenti necessari per l'implementazione dell'infrastruttura di ricarica intelligente.

Uno dei limiti, oramai quasi superato con l'approvazione del decreto V2G del 30 gennaio 2020, era la mancanza di supporto della regolamentazione per l'attuazione della tecnologia V2G. Quest'ultima può contribuire allo sviluppo sostenibile del Paese consentendo l'aumento di soluzioni tecnologiche e riducendo la dipendenza dall'estero. Inoltre, ci sono altri servizi che coinvolgono i veicoli elettrici attraverso la diffusione e implementazione della tecnologia V2G:

- Stoccaggio di energia elettrica quando l'uso e il valore dell'energia sono bassi in modo che possa essere utilizzata o venduta quando l'uso e il valore dell'energia sono alti.
- Regolazione di frequenza, è un servizio accessorio che comporta la riconciliazione momento per momento della differenza tra domanda e offerta elettrica.
- Gestione degli addebiti della domanda attraverso una panoramica del mercato energetico che consente di ottimizzare l'utilizzo dell'energia.
- Accumulo di energia rinnovabile, soprattutto eolica o solare, nelle batterie dei veicoli elettrici abilitati al V2G dato che la produzione di energie rinnovabili non è coerente con i picchi di domanda giornalieri.

7.1 I PROGETTI PILOTA IN ITALIA

Le previsioni ufficiali del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) indicano che in Italia circoleranno 6 milioni di veicoli elettrici nel 2030. La trasformazione delle reti elettriche tradizionali in *smart grid* permette ai cittadini di essere sempre più connessi e di beneficiare di nuovi servizi tra cui la possibilità di utilizzare il veicolo elettrico come sistema di accumulo distribuito. La gestione intelligente delle ricariche è uno strumento utile per mitigare gli effetti della non programmabilità tipica della produzione elettrica da fonti rinnovabili. I picchi di richiesta di energia rimangono un problema da risolvere per evitare che il sistema elettrico vada in tilt. Pertanto, le proposte di Arera al Parlamento sono state:

- installazione di più infrastrutture di ricarica pubblica e privata nelle città per consentire agli automobilisti elettrici di rabboccare le batterie in più luoghi e a tutte le ore
- differenziazione delle tariffe di ricarica per fasce orarie
- utilizzo bidirezionale delle batterie delle auto elettriche in supporto della rete elettrica.

A partire da questo ultimo punto, il 15 febbraio scorso, l'avvio del V2G è stato oggetto di un decreto ministeriale pubblicato in Gazzetta Ufficiale per favorire la diffusione della tecnologia di integrazione tra i veicoli elettrici e la rete elettrica. L'Autorità di regolazione per energia reti ambiente (ARERA) deve adottare determinate misure per integrare i flussi bidirezionali delle auto elettriche in ricarica nel sistema di dispacciamento operato da Terna. Il Gestore dei servizi energetici (GSE) deve definire le procedure con le quali gli automobilisti potranno aderire al servizio nel rispetto delle specifiche tecniche previste dai costruttori per la tutela delle batterie. Il Governo mira a favorire l'inclusione del *Vehicle to Grid* nelle UVAM, le Unità Virtuali Abilitate Miste che raggruppano diversi utenti facendoli operare come se fossero un unico impianto virtuale di produzione/consumo elettrico, in modo che possano partecipare al mercato del dispacciamento, fornendo servizi di bilanciamento e regolazione. La principale opportunità per i proprietari di veicoli elettrici è che riceveranno entrate extra poiché

diventeranno non solo consumatori ma anche venditori di energia elettrica e capacità. Diverse start up e grandi player si affacciano al tema del V2G tra cui Enel, FCA, ENIG e anche centri di ricerca universitari. Lo scopo di questo paragrafo è quello di illustrare i progetti presenti in Italia incentrati sul tema del *Vehicle to Grid* (V2G). Ogni progetto è caratterizzato da tre aspetti fondamentali:

1. Aspetto tecnico, valutare lo stoccaggio di energia rinnovabile, i servizi di rete, le batterie e la ricarica intelligente.
2. Aspetto commerciale, valutare la redditività e la disponibilità economica.
3. Aspetto sociale, valutare gli atteggiamenti, le percezioni e il comportamento di guida dei proprietari.

A giugno 2019 è partita la prima sperimentazione per lo sviluppo del *Vehicle to Grid* in Italia, presso la sede RSE di Milano, la tecnologia che permette alle auto di immagazzinare e restituire energia per la stabilizzazione della rete. RSE (Ricerca Sistema Energetico) è la società pubblica di ricerca per il settore elettrico ed energetico con esperienza nel controllo delle risorse distribuite e accumulo di energia. Il progetto prevede la realizzazione di un centro di prova per la sperimentazione della tecnologia V2G, dotato di due autovetture Nissan Leaf e di infrastrutture di ricarica bidirezionale realizzate da Enel X in corrente continua, con una potenza da 15 kW, e installate nella microrete sperimentale di RSE. Uno dei due veicoli simula un uso privato e l'altro quello di un'auto aziendale. Nissan Leaf è la prima auto elettrica ad avere ottenuto nel 2018 la certificazione necessaria ad essere utilizzata per contribuire alla stabilizzazione delle reti elettriche. Durante i periodi di ricarica le batterie saranno impiegate come sistemi di accumulo energetico connessi alla rete, in grado di garantire vantaggi per il sistema elettrico e per i possessori delle auto. Nissan metterà a disposizione tutti i dati accumulati dalle batterie di bordo sia durante la circolazione sia in fase di ricarica. Il progetto fa seguito ad una precedente iniziativa nel 2017, a Genova, in cui Nissan Italia, Enel Energia e l'Istituto Italiano di Tecnologia avevano firmato un accordo che prevedeva la realizzazione di un primo progetto pilota di car sharing elettrico aziendale con colonnine di ricarica abilitate alla tecnologia V2G. Nissan aveva messo a disposizione

dell'Istituto due veicoli Leaf e la piattaforma di gestione Glide; invece, Enel Energia, fornitore di energia elettrica e gas metano del gruppo Enel, ha installato due stazioni di ricarica presso la sede dell'Istituto. L'obiettivo è testare le funzionalità del V2G in base alle abitudini degli utenti privati e di coloro che utilizzano veicoli di flotte aziendali. I dati raccolti serviranno ad elaborare gli algoritmi di gestione del dialogo fra l'auto e la rete elettrica. Il funzionamento della tecnologia V2G è mostrato in Figura 26 e consiste nel:

- ✓ massimizzare l'autoconsumo di energia rinnovabile da impianti domestici
- ✓ ottimizzare i flussi di energia prodotta e consumata a livello locale
- ✓ garantire la continuità della fornitura di energia in caso di interruzioni.

A questo si aggiunge l'opportunità per i possessori di auto elettriche di ottenere una remunerazione per i servizi forniti al sistema elettrico.

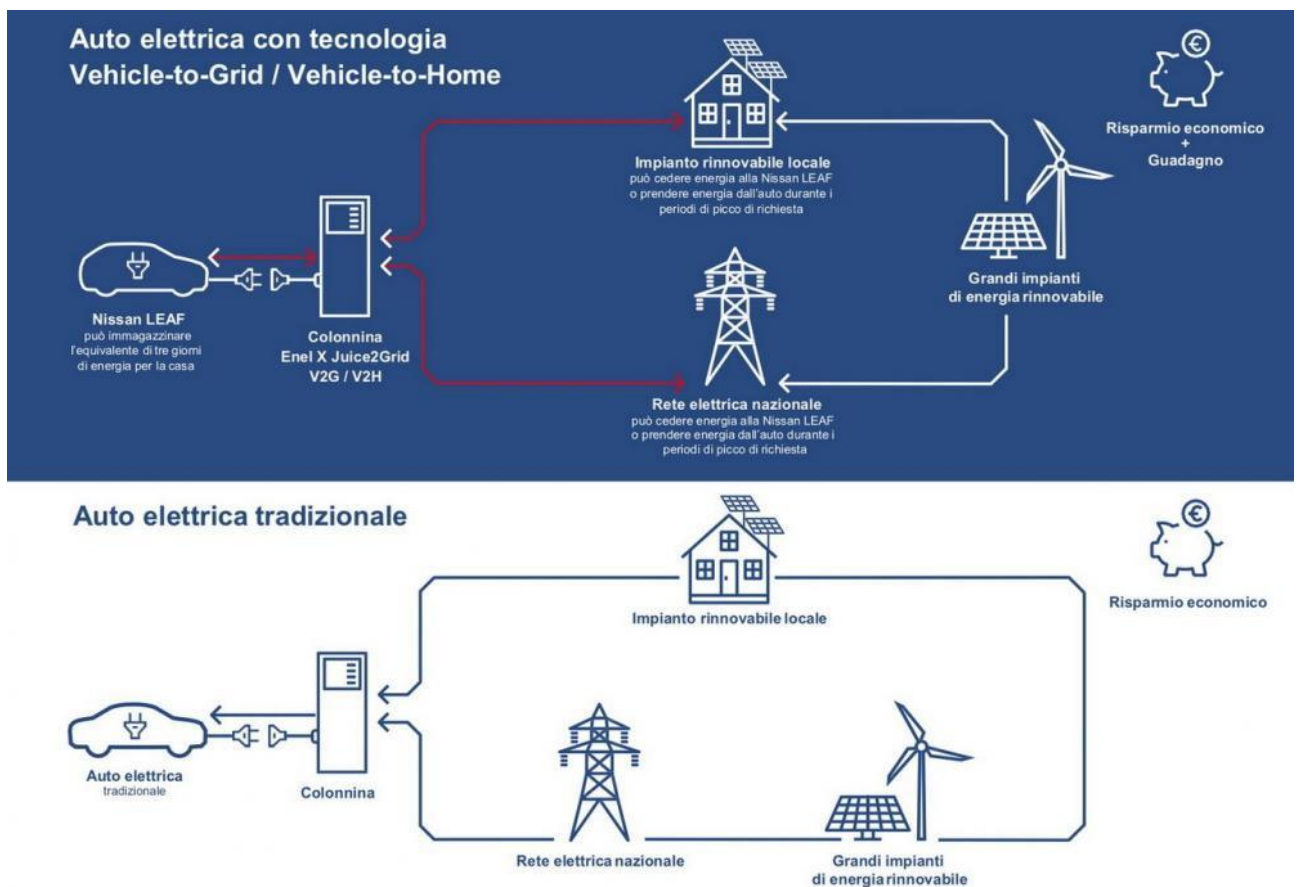


Figura 26 Tecnologia V2G del progetto Enel, Nissan, RSE

Un altro progetto pilota V2G, che quando sarà interamente completato diventerà il più grande del genere al mondo, è stato inaugurato pochi mesi fa presso l'Hub di Mirafiori. FCA, Engie EPS e Terna sono tre realtà aziendali che, sfruttando le rispettive competenze, hanno creato una collaborazione al fine di realizzare la più grande infrastruttura di ricarica bidirezionale. L'ambizioso progetto pilota in materia di *Vehicle to Grid* è stato presentato il 14 settembre 2020 a Torino e prevede di interconnettere fino a 700 veicoli elettrici entro la fine del 2021. Nonostante il lockdown imposto dall'emergenza COVID-19, la startup Engie EPS, specializzata in soluzioni che permettono di trasformare le fonti rinnovabili intermittenti in una vera e propria fonte di energia stabile, ha realizzato l'impianto V2G a Mirafiori in soli quattro mesi. La prima fase di costruzione ha previsto l'installazione di 32 colonnine smart in grado di connettere 64 veicoli; questa tipologia di colonnine sono in grado di dialogare con la rete elettrica e permettono di valutare in tempo reale i comportamenti di ricarica delle autovetture. La seconda fase sarà estendere l'impianto al fine di fornire servizi alla rete elettrica di Terna e garantire un risultato economico positivo per FCA ed Engie EPS. Quest'ultima azienda partner, inoltre, ha il compito di realizzare una pensilina composta da circa 12.000 pannelli fotovoltaici che andranno ad alimentare con energia elettrica green i locali di produzione e di logistica. Le vetture inutilizzate durante l'arco della giornata, se connesse alla rete, possono immettere energia grazie alla tecnologia V2G bilanciando la rete elettrica e contribuendo a un sistema elettrico più sostenibile. Al termine dei lavori, il progetto sarà in grado di fornire fino a 25 MW di capacità regolante risultando la più grande infrastruttura V2G mai realizzata. A questo si aggiunge l'opportunità per i possessori di auto elettriche di ottenere una remunerazione per i servizi forniti al sistema elettrico massimizzando i benefici ambientali ed economici della mobilità a zero emissioni.

Infine, il gruppo Renault, in collaborazione con altri 32 partner europei, studierà e sperimenterà nuove tecnologie per la ricarica di veicoli elettrici con l'obiettivo di velocizzare la transizione verso la mobilità elettrica. Il Comune di Torino, il Politecnico di Torino, la multiutility Iren Spa ed FPT Industrial del gruppo CNH sono coinvolti nel

progetto denominato INCIT-EV, il quale ha una durata di 48 mesi, da gennaio 2020 a dicembre 2023, ed è costituito da due fasi:

- I. La prima fase prevede l'analisi delle esigenze e dei requisiti degli utenti, la valutazione delle tecnologie di tariffazione e della integrazione nelle infrastrutture.
- II. La seconda fase prevede sette dimostrazioni di tecnologie innovative di ricarica per i veicoli elettrici testate in Francia, Estonia, Paesi Bassi, Italia e Spagna.

Una delle sette dimostrazioni previste nel progetto avrà luogo a Torino e sarà incentrata sulla creazione di un hub di ricarica "park-and-drive" presso il parcheggio Caio Mario di Mirafiori. L'idea è quella di sfruttare il trasporto pubblico locale in un'ottica di intermodalità: le auto private, le auto a noleggio, i furgoni e altre flotte potranno utilizzare innovative ricariche bidirezionali, lente e veloci, direttamente alimentate dalla rete dei tram in corrente continua. Tutto questo è possibile grazie ad un impianto specifico in grado, attraverso un generatore elettrico, di incamerare l'energia prodotta dalle frenate dei tram da riutilizzare per alimentare le colonnine destinate alla ricarica della mobilità elettrica. Il ruolo del Comune di Torino è focalizzato principalmente sulla sperimentazione delle soluzioni sviluppate in campo oltre che sulla definizione dei bisogni dell'utente. Il Centro CARS (*Center for Automotive Research and Sustainable*) posizionato all'interno del Politecnico di Torino, attraverso le attività di ricerca e sviluppo, permetterà di monitorare i trend futuri della *sharing mobility* e di implementare nuove tecnologie di produzione. Il Gruppo Iren, invece, ha il compito sia di accrescere la resilienza delle reti elettriche sia di valutare i benefici della gestione dinamica dei carichi. FPT, del gruppo CNH, raccoglie parametri e dati dai motori al fine di essere utilizzati per il monitoraggio delle prestazioni del motore e il miglioramento continuo dei prodotti.

CONCLUSIONI

Il campo della mobilità è quello in cui il vettore elettrico ha il più alto potenziale di stimolare i cambiamenti negli stili di vita. La mobilità urbana, infatti, si sta evolvendo verso una maggiore intermodalità che implica una migliore e più efficiente combinazione di modalità di trasporto sia sul lato pubblico (autobus, metropolitana, filobus, ecc.) che su quello privato (auto, ciclomotori, altri). L'Italia deve ancora recuperare posizioni rispetto agli altri Paesi europei, ma può colmare velocemente le distanze: Enel si impegnerà a dare un contributo allo sviluppo della mobilità elettrica cercando di sanare il gap infrastrutturale che ci separa dai Paesi in testa alla classifica. La valorizzazione della mobilità sostenibile può inoltre generare effetti positivi in tanti campi correlati e sinergici mobilitando risorse e competenze, rafforzando la capacità di innovazione e stimolando la creazione di nuove filiere industriali e di servizio collegate direttamente ed indirettamente. È quindi necessario diffondere nell'opinione pubblica una maggiore consapevolezza circa l'opportunità concreta che la mobilità elettrica offre e incentivare una crescita strutturale e coordinata del sistema:

- Definizione di un piano finalizzato alla progressiva introduzione di veicoli elettrici
- Agevolazioni fiscali trasparenti e comprensibili ai cittadini
- Rete capillare di stazioni di ricarica veloce su strade e autostrade
- Incentivi non-monetari quali la libera circolazione, l'accesso a ZTL, le corsie preferenziali e i parcheggi gratuiti.

Pertanto, è fondamentale che i produttori di mobilità, di energia e di servizi così come le Istituzioni e gli enti locali abbiano obiettivi chiari e comuni, adeguino le proprie attività e cooperino a sostegno della *e-Mobility* in modo da garantirne un'affermazione completa. La diffusione della mobilità elettrica richiede la creazione di una visione strategica a livello nazionale e locale, il potenziamento del processo di installazione di punti di ricarica pubblici e privati e la definizione di ambiziosi obiettivi per l'approvvigionamento di veicoli ecologici da parte di enti pubblici. L'Italia vanta una

consolidata tradizione nel settore automotive, che le consente di sfruttare l'opportunità offerta dalla *e-Mobility* per promuovere l'innovazione e distinguersi quale leader del settore, realizzando risultati economici sorprendenti per gli attori presenti sul mercato. Il sostegno alla Ricerca e Sviluppo è un tema strategico per il Paese, in quanto consente, da un lato, di fare emergere tecnologie e innovazioni che saranno utilizzate come input per l'avvio di nuove produzioni manifatturiere destinate al mercato della mobilità elettrica e, dall'altro, di identificare soluzioni innovative per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità legati alla tutela della qualità di aria e ambiente (soprattutto nelle aree urbane), all'efficienza energetica, alla sicurezza del trasporto e alla protezione della salute umana. Le preoccupazioni ambientali hanno indotto i policy makers nazionali ed europei ad attivarsi per creare un contesto normativo ed economico in grado di supportare la crescita e lo sviluppo del settore *e-Mobility*, con una particolare attenzione all'infrastruttura di ricarica, elemento fondamentale per uno sviluppo massivo di tale tipologia di veicoli. Le stazioni di ricarica wireless per i taxi elettrici rappresentano un ulteriore passo avanti per la Norvegia, un Paese che risulta tra i più sviluppati in tema di mobilità elettrica; nonostante sia meno densamente popolato, la Norvegia è la nazione con il più alto rapporto tra abitanti complessivi e auto elettriche vendute. Lo sviluppo della nuova mobilità dipenderà da nuovi stili di vita più sobri e sostenibili, dalla maggiore sensibilità ambientale di consumatori e istituzioni e dalla crescente propensione alla condivisione. In questo scenario spicca il ruolo chiave delle *utilities*. La digitalizzazione della rete elettrica, la ricerca e l'innovazione in tecnologie avanzate e la presenza sul territorio di una capillare infrastruttura di ricarica rappresentano i tasselli fondamentali per poter far decollare la mobilità elettrica. La tecnologia *Vehicle to Grid* (V2G) è stata pensata per dare una configurazione smart alla rete evitando sia i sovraccarichi dovuti ai picchi di domanda delle energie rinnovabili che la rete non è in grado di assorbire e soprattutto per fronteggiare i momenti in cui il sistema è a rischio blackout a causa di una richiesta maggiore della produzione istantanea. Il *Vehicle to Grid* è la soluzione che permetterà il più grande cambio di paradigma all'interno del sistema della mobilità elettrica facendo sì che i proprietari di veicoli elettrici diventeranno parte essenziale del sistema energetico. Un ulteriore passo avanti sarà l'adozione della modalità *Vehicle to*

Home (V2H) che prevede l'integrazione del veicolo con l'ecosistema domestico comprendendo l'autoproduzione di energia da fotovoltaico e con la rete elettrica.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 I macro-trend della smart mobility	4
Figura 2 Principali mercati ad alimentazione alternativa (ACEA, 2020).....	8
Figura 3 Risultati dell'analisi (ACEA, 2020)	9
Figura 4 Emissioni di CO2 dei vari tipi di veicoli e carburanti	12
Figura 5 Risultati Battery Price Survey (Bloomberg, 2019)	14
Figura 6 Classificazione dell'infrastruttura di ricarica in base alla potenza erogata	15
Figura 7 Classificazione dell'infrastruttura di ricarica in base all'accessibilità	16
Figura 8 Punti di ricarica pubblici in EU, EFTA, UK (EAFO, 2020).....	17
Figura 9 Rapporto punti di ricarica e veicoli elettrici puri (EAFO, 2020)	17
Figura 10 Punti di ricarica pubblici in Italia (EAFO, 2020)	19
Figura 11 Diffusione dei punti di ricarica in Italia, 2020	20
Figura 12 Curva di Rogers	27
Figura 13 Curva di performance	28
Figura 14 Evoluzione batterie	28
Figura 15 Trend emergenti del servizio di ricarica	33
Figura 16 I partner di Hsubject.....	35
Figura 17 Modelli di simulazione del sistema elettrico	39
Figura 18 Proiezione dei consumi di energia al 2030	40

Figura 19 Profili di gestione della ricarica	41
Figura 20 Componenti del costo del servizio di ricarica pubblica	42
Figura 21 Componenti del costo del servizio di ricarica privata	43
Figura 22 Andamento dei prezzi medi in UEi per la fornitura di energia elettrica a clienti domestici (Eurostat)	44
Figura 23 I cinque elementi chiave dell'economia circolare	45
Figura 24 Meccanismi incentivanti in UE	49
Figura 25 Schema della tecnologia V2G	71
Figura 26 Tecnologia V2G del progetto Enel, Nissan, RSE	77

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Immatricolazioni veicoli ad alimentazione alternativa (ACEA, 2020).....	7
Tabella 2 Caratteristiche principali dei punti di ricarica	24
Tabella 3 I vantaggi per le imprese partner	34
Tabella 4 I benefici dell'economia circolare.....	46
Tabella 5 Gli attori e le attività della catena del valore della mobilità elettrica (Enel X)	56

BIBLIOGRAFIA

- [1] Making the transition to zero-emission mobility, ACEA (October 2020).
- [2] Background Paper, Aspen Institute Italia (2017).
- [3] Documento di Economia e Finanza, Ministero dell'Economia e delle Finanze (2019).
- [4] Electrify 2030, The European House-Ambrosetti (2018).
- [5] E-Mobility Revolution, The European House-Ambrosetti (2017).
- [6] Circular economy in Europe, EEA (2016).
- [7] Le infrastrutture di ricarica pubblica in Italia, MotusE (2020).
- [8] Prezzi dei servizi di ricarica per veicoli elettrici e sistema tariffario dell'energia elettrica, ARERA (2018).
- [9] Direttiva 2014/94/UE, Parlamento Europeo.
- [10] E... muoviti! Mobilità elettrica a sistema, RSE (2013).
- [11] Electric vehicles rollout in Europe, CERRE (2019).

SITOGRAFIA

- [1] <https://www.eafo.eu/>
- [2] https://www.arera.it/it/elettricit /veicoli_ele.htm
- [3] <https://www.enelx.com/it/it>
- [4] <https://www.hubject.com/>
- [5] <https://www.irenlucegas.it/mobilita-elettrica>
- [6] <https://www.a2a.eu/it/servizi/mobilita-elettrica>
- [7] https://www.gruppohera.it/gruppo/attivita_servizi/business_energia/mobilita_sostenibile/
- [8] <https://www.fortum.com/products-and-services/vehicle-charging/business-services>
- [9] <https://www.eneco-emobility.com/tarieven-en-producten/>
- [10] <https://www.auto21.net/>
- [11] <https://www.incit-ev.eu>
- [12] <https://rse-web.it/home.page>