Introduzione

L'obiettivo del libro è quello di fornire spunti di riflessione sul potenziale ruolo della e-mobility, tenendo in considerazione aspetti di economia e politica dei trasporti. Pur essendo una tecnologia, quella dei motori elettrici applicati al settore della mobilità, con ben oltre un secolo di storia alle spalle per quanto riguarda gli elementi essenziali, il tema ha assunto solo recentemente un particolare interesse. Infatti, fra il 2010 e il 2015 si è assistito ad un forte incremento del numero di veicoli elettrici circolanti su scala mondiale, di oltre cento volte. Sebbene siano ancora una componente di nicchia, visto che solo in pochi mercati si supera l'1% delle immatricolazioni, nonostante le importanti iniziative di sostegno con politiche di sussidio e agevolazioni.

Il tema viene affrontato con ottica ampia e interdisciplinare, come è necessario quando si devono affrontare analisi e valutazioni in un settore, come quello della mobilità, che ha un ruolo centrale nel sistema sociale. Infatti, i trasporti permettono di attivare la maggior parte delle attività economiche e migliorare la qualità della vita dei cittadini ed è per questi motivi che la domanda di mobilità è in continua crescita su scala mondiale e l'incidenza dei costi del trasporto sulle spese delle famiglie costituisce una voce sempre più rilevante, che in Italia è pari al 11,9%, valore pressoché in linea con la media europea dove è pari al 12,8%.

Allo stesso tempo il settore è responsabile di circa il 32% dei consumi energetici finali, valore relativo all'Unione Europea ed espresso in milioni di tonnellate di petrolio equivalenti, costituendo un elemento sempre più centrale nelle politiche europee di contrasto ai cambiamenti climatici e alla riduzione dell'inquinamento nelle aree urbane. Ben il 25,3% dei gas serra e il 25,4% delle emissioni di anidride carbonica, nonché una parte considerevole dell'inquinamento atmosferico e acustico urbano, sono riconducibili ai trasporti.

Al contrario di quanto accaduto nei settori industriali, delle costruzioni immobiliari e nell'agricoltura, il sistema dei trasporti in Europa, ma in realtà

anche in nessun'altra area geografica mondiale, non è stato in grado di ridurre il proprio impatto ambientale nel corso degli ultimi decenni. In particolare fra il 1990 e il 2012 il livello delle emissioni di gas serra nei trasporti nei 28 paesi dell'Unione Europea è aumentato complessivamente del 14%, sebbene il valore del 2012 sia del 10% inferiore rispetto al picco del 2007. Questa lieve riduzione degli ultimi anni è, però, dovuta alla crisi economica e al calo della domanda di trasporto merci come evidenziato dai primi dati relativi sia al 2013 sia al 2014 in cui si registra un nuovo incremento, e non al cambiamento dei trend tecnologici del settore, che continua a rimanere dipendente per ben il 94% della propria domanda energetica dai combustibili fossili, senza evidenziare da molti decenni modifiche significative da questo punto di vista.

In questo contesto il 72% delle emissioni di gas serra prodotte dai trasporti sono riferibili alla modalità stradale, che comprende le auto private, a cui sono riconducibili ben il 43,2% del totale delle emissioni costituendo di gran lunga il principale mezzo di trasporto per livelli di inquinamento complessivi, i mezzi pesanti per il trasporto merci e gli autobus (responsabili del 19,3% delle emissioni del settore) e i veicoli commerciali utilizzati nella distribuzione urbana (8,7%).

Sulla base dei dati dell'European Environmental Agency (EEA), riferiti al periodo 1990-2014 e relativi all'Unione Europea a 28 Paesi, il settore del trasporto stradale, con un aumento di emissioni di 124 milioni di tonnellate di anidride carbonica, risulta essere di gran lunga il principale settore che ha incrementato il livello di emissioni in termini assoluti, a fronte di un contesto di riduzione generalizzata delle emissioni in Europa (-24,4%), accompagnato da una crescita economica del 47% del prodotto interno lordo.

La ricostruzione del quadro delle relazioni fra trasporti ed ambiente, sebbene evidenzi chiari problematiche di natura strutturale e difficilmente modificabili, deve tener conto di alcune innovazioni più recenti che mettono a frutto una serie di investimenti in ricerca e sviluppo particolarmente consistenti. Infatti, le grandi imprese produttrici di mezzi di trasporto a livello europeo investono in modo particolarmente significativo in ricerca e sviluppo (4,4% del proprio fatturato) e ad esse sono attribuibili ben il 25,4% del totale degli investimenti in ricerca e innovazione in Europa, sulla base delle stime della Commissione Europea riferite ai dati del 2012.

Il quadro descrittivo del settore dei trasporti che emerge dai dati europei è, quindi, assai articolato perché, pur essendo protagonista delle principali innovazioni industriali, non è in generale in grado di mitigare gli effetti ambientali derivanti dalla domanda di mobilità in continua crescita. In sintesi, sia le politiche di modal shift, cioè di supporto al trasferimento della domanda da mezzi di trasporto più inquinanti a quelli meno inquinanti, in primis dalla strada alla rotaia, sia degli interventi di policies basati sull'utilizzo delle miglio-

ri tecnologie hanno ottenuto risultati nel complesso relativamente limitati. Questo nonostante le innovazioni abbiamo permesso di ridurre del 25% le emissioni inquinanti medie delle auto immatricolate in Europa fra il 2000 e il 2014, come evidenziato nel rapporto annuale dell'European Environmental Agency (EEA) del 2016, a valle di misure legislative sempre più stringenti in materia di emissioni di anidride carbonica e ossido di azoto. Per poter rispettare i limiti ai livelli di emissioni per le nuove auto immatricolate indicati dalla Commissione Europea per il 2021, pari a 95 grammi di anidride carbonica per chilometro, la riduzione deve proseguire e le case automobilistiche devono ottenere un ulteriore -23% in pochi anni.

E' da rilevare come la manomissione dei sistemi antinquinanti delle auto del Gruppo Volkswagen emersa dalle indagini dell'Environmental Protection Agency statunitense nel settembre 2015, scandalo definito come dieselgate, abbia fatto emergere la necessità di rivedere completamente le modalità di verifica del livello di emissioni inquinanti emessa da una vettura nella guida reale, rispetto a quanto accertato in fase di omologazione nella prova di laboratorio, e il concreto rispetto dei limiti di monossido di azoto e biossidi di azoto stabiliti dalle normative europee. Gli effetti a catena derivanti da questo grave episodio di scorrettezza industriale hanno portato alla istituzione di commissioni tecniche indipendenti da parte dei principali Paesi europei e dalla Commissione Europea stessa, con l'obiettivo di comprendere la reale portata ambientale delle manomissioni. I risultati di questi approfondimenti tecnici hanno rimarcato non solo la necessità di maggiori controlli, ma anche di un maggior realismo nei regolamenti europei relativi alle limitazioni alle emissioni, in quanto i prevedibili sviluppi delle prestazioni ambientali dei motori diesel, che costituiscono ben oltre il 50% del parco auto in Europa, sono più limitati di quanto auspicato. Questo ha portato il Parlamento Europeo ad approvare una revisione delle norme Euro 6 in modo da renderle per una fase transitoria meno stringenti. Inoltre, i rilevanti effetti collaterali sul settore automotive di questi eventi comprendono anche la evidenziazione della chiara relazione fra rendimenti prestazionali dell'auto e livelli di emissioni, pertanto è prevedibile che emerga la consapevolezza che per i motori diesel sarà sempre più complesso conciliare prestazioni motoristiche elevate e rispetto dei limiti regolatori di carattere ambientale.

In questo nuovo quadro di mercato per il settore automotive, l'auto elettrica, grazie all'efficienza energetica della motorizzazione, può costituire un importante strumento per ridurre gli impatti ambientali della mobilità privata. Infatti, gli EV convertono in forza motrice fra il 59 e il 62% dell'energia elettrica proveniente dalla rete, mentre nei motori endotermici convenzionali questo valore di conversione da energia da combustibili fossili a forza motrice è pari

solo al 17-21% a causa di importanti dispersioni termiche e di trasmissione. Il trasferimento di una parte degli inquinanti dalle aree dove l'auto circola ai contesti dove sono localizzate le centrali elettriche permette non solo una riduzione dei soggetti esposti ai livelli di inquinamento, ma anche una riduzione degli inquinanti atmosferici, se l'energia elettrica utilizzata proviene da fonti rinnovabili o da impianti nucleari. Questo è vero se l'elettricità utilizzata per alimentare le batterie elettriche dell'auto è stata generata con sistemi in grado di non superare la soglia di 700 grammi di anidride carbonica per kilowatt-ora, come rimarcato dall'Agenzia Internazionale dell'Energia, e che pertanto evidenzia i mancati benefici ambientali nei contesti in cui i sistemi di produzione energetica dipendono in modo prevalente dal carbone.

In sintesi la crescente sensibilità ambientale, evidenziata dagli Accordi di Parigi promossi dalle Nazioni Unite del dicembre 2015, in cui è stata avviata una specifica iniziativa sulla mobilità elettrica quale elemento di supporto alle iniziative per contrastare il cambiamento climatico, sommate alle innovazioni tecnologiche introdotte nel settore automotive e all'evoluzione dei modelli organizzativi per la mobilità privata, soprattutto in ambito urbano, impongono di utilizzare lenti diverse al cannocchiale necessario per osservare il futuro dei trasporti.

La struttura del libro, sintesi di un'ampia ricerca dal titolo "I trend economici e le innovazioni attese nel settore dell'e-mobility e i riflessi sui servizi e sulle infrastrutture di distribuzione di elettricità" del CERTeT- Centro di Economia Regionale, Trasporti e Turismo dell'Università Bocconi sviluppata in collaborazione con ENEL, avviata all'inizio del 2015 e conclusasi nel giugno del 2016, tiene conto della complessità del tema.

La diffusione dell'auto elettrica dipende da un complesso mix di fattori che si intrecciano fra di loro, combinando problematiche di natura esperienziale, strettamente legate alle mutevoli esigenze della domanda, a fattori tecnologici ed aspetti di policy ed organizzativi in cui il ruolo delle politiche pubbliche quali elementi facilitatori del cambiamento emerge in modo chiaro. Il primo capitolo è, quindi, dedicato ad evidenziare i principali elementi di contesto per comprendere il ruolo attuale e prospettico, così come delineato dai principali analisti del settore, dei veicoli elettrici quali potenziali elementi di cambiamento della mobilità privata, tenendo conto anche degli importanti vantaggi nelle relazioni fra trasporto e ambiente, ma allo stesso tempo evidenziando le barriere e le problematiche che ne rallentano il tasso di diffusione.

Il secondo capitolo è centrato sui game changer, in grado di modificare le prospettive di sviluppo dei veicoli elettrici e relativi sia alle caratteristiche tecnologiche sia ai modelli organizzativi della mobilità. L'aspetto chiave per comprendere appieno il quadro dei fattori industriali ed economici che condizionano questo settore sono le relazioni strategiche con una serie rilevanti di

elementi di integrazione e sinergia con altre industry, a partire da quella del settore della produzione e distribuzione di energia, passando per l'elettronica di consumo. Infatti, i temi dello sviluppo dei sistemi di accumulo, l'integrazione con le fonti rinnovabili, la gestione delle diverse forme di sistemi informativi e tecnologici provenienti da altri settori come quello della telefonia mobile o delle abitazioni, costituiscono sfide industriali di enorme rilevanza economica e sociale almeno in parte condivise con la diffusione dei veicoli elettrici. Inoltre, il capitolo è arricchito dai casi TESLA e Autolib quali esempi di innovazioni di carattere industriale e nei servizi della mobilità. In particolare vengono approfondite analisi sul ruolo dell'evoluzione degli aspetti organizzativi della mobilità, anche in questo caso riconducibili a trend economici di ampio respiro, quali lo sviluppo di diverse forme di sharing economy e di prosumerism. Obiettivo del capitolo è, quindi, quello di rimarcare come la diffusione dei veicoli elettrici sia una componente del percorso di evoluzione delle società più moderne dove i temi delle innovazioni con ricadute positive su aspetti economici, sociali e ambientali sono al centro delle iniziative pubbliche e private.

Lo scopo del terzo capitolo è quello di ripercorrere, partendo dalle politiche su scala comunitaria, gli obiettivi di natura ambientale, soprattutto in ambito urbano, di carattere industriale per il settore automotive e di sostegno alla ricerca e sviluppo in generale, che hanno caratterizzato l'intervento pubblico in questo campo. In particolare sono interessanti da rimarcare la spinta al settore data dalle iniziative del United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) e i ruoli di alcune agenzie intergovernative come la International Energy Agency (IEA), che ha promosso sia l'Electric Vehicle Initiative, coinvolgendo i 16 principali Paesi, sia il Technology Collaboration Programme on Hybrid and Electric Vehicle Technologies and Programmes.

Nel corso dell'ultimo decennio gli interventi pubblici a sostegno della diffusione dell'auto elettrica sono cresciuti in maniera notevole e tutte le principali nazioni hanno predisposto specifici e ambiziosi piani di policy pluriennali accompagnati da fondi di finanziamenti per sussidi diretti ed indiretti in alcuni casi assai rilevanti. Il tema è di particolare rilevanza e necessita di equilibrate valutazioni in quanto non solo il successo delle innovazioni tecnologiche di ampio respiro storicamente dipende da incentivi e disincentivi provenienti da politiche di indirizzo pubblico, si pensi ad esempio allo sviluppo delle fonti rinnovabili energetiche, ma anche perché una percentuale rilevante delle entrate fiscali in Europa è strettamente legata alla tassazione ambientale nel settore dei trasporti, pari in media al 4,8%, valore che per l'Italia sale al 5,6%. Il confronto sistemico e su scala mondiale fra i mix nazionali di strumenti, di sussidi economici diretti e indiretti, di regolazione, di diffusione di progetti pilota, evidenzia non solo la percezione della rilevanza del tema agli occhi del

decisore pubblico, ma anche le specifiche peculiarità che caratterizzano ciascun Paese rispetto ai diversi aspetti economici, sociali e ambientali.

Ricostruire la cronologia di alcune delle tappe principali delle policy a sostegno dello sviluppo dell'e-mobility, affiancando i dati di mercato, permette di rimarcare i numerosi ostacoli emersi nel corso degli anni sulla strada della diffusione dell'auto elettrica e la scarsa corrispondenza fra la realtà dei fatti e le ambizioni declinate nei piani decennali di tutti i principali paesi europei qui analizzati. Di particolare interesse appaiono i casi di alcune piccole nazioni, come la Norvegia e l'Olanda che hanno attivato incisive iniziative per lo sviluppo della mobilità privata più efficiente e sostenibile e che hanno le due più elevate market share dei veicoli elettrici su scala mondiale, rimarcando così gli effetti derivanti dagli importanti incentivi concessi. In ogni caso i mercati della Cina e degli Stati Uniti, dove circolano oltre il 57% dei veicoli elettrici (BEV e PHEV) su scala mondiale, costituiscono certamente gli elementi trainanti le principali innovazioni del settore. In particolare, il mercato cinese risulta essere di particolare rilevanza in termini assoluti e di interesse quale potenziale anticipatore di fenomeni di mercato anche per altre tipologie di veicoli elettrici oltre all'auto privata. Infatti, in Cina al 2015 ben il 40% degli scooter e delle moto è alimentato con batterie elettriche (rispetto all'1% del 2000), permettendo di raggiungere economie di scala nella produzione di batterie tale da quasi annullare il costo differenziale rispetto ai motori endotermici. Anche nel mercato degli autobus elettrici destinati al trasporto pubblico locale i numeri del mercato cinese sono estremamente significativi, pari ad oltre 150.000 ed aumentati di ben sei volte fra il 2014 e il 2015, evidenziando in modo chiaro come il governo cinese intenda promuovere l'elettrificazione della mobilità al fine di contrastare gli altri livelli di inquinamento in ambito urbano.

Il focus del quarto capitolo è l'analisi e la valutazione del contesto relativo alla mobilità elettrica in Italia, che da molti anni costituisce un mercato molto particolare per il settore dell'auto per almeno tre fattori specifici in grado di incidere sul livello di diffusione dei veicoli elettrici particolarmente basso rispetto ai grandi Paesi europei. I principali elementi di contesto differenziali rispetto al resto d'Europa possono essere sintetizzati nei seguenti indicatori: a) il tasso di motorizzazione, 2) l'incidenza dei carburanti fossili alternativi (gpl e metano) e 3) il livello medio di emissioni del parco circolante.

In particolare il mercato italiano è caratterizzato da un tasso di motorizzazione elevato, pari a 608,1 autovetture ogni mille abitanti, a fronte di un contesto in cui gli altri grandi paesi europei (Regno Unito, Spagna, Francia e Germania) presentano tassi sensibilmente inferiori al dato italiano, con valori compresi tra le 464 e le 539 autovetture ogni mille abitanti, e solo gli Stati Uniti, con 739, evidenziano un valore superiore. Questo valore evidenzia sia la dipendenza sia l'attaccamento alla mobilità privata, che, in Italia più che in altre

contesti, è associato alla libertà di spostamento, soprattutto in contesti a bassa densità urbanistica come gran parte del territorio nazionale e che quindi trova una barriera importante nelle limitazioni all'autonomia negli spostamenti dettata dalle capacità delle batterie elettriche. Un secondo elemento di peculiarità del mercato italiano rispetto ai principali contesti europei è dettato dall'elevata e crescente percentuale di veicoli alimentati con combustibili fossili alternativi rispetto al gasolio e alla benzina. Infatti, a fine 2015 in Italia sono circolanti oltre 2,17 milioni di veicoli alimentati a benzina/gpl (erano 977 mila nel 2005) e oltre 880 mila auto alimentate a benzina/metano (erano 344 mila nel 2005). In sintesi, oltre l'8% dei circa 37 milioni di veicoli circolanti in Italia sono alimentati con combustibili fossili in grado di ridurre parzialmente le emissioni inquinanti rispetto ai combustibili tradizionali e che, in parte, soddisfano le esigenze della domanda più sensibile ai temi ambientali e alla riduzione dei costi dei carburanti.

Inoltre, tra i vari Paesi europei l'Italia si colloca tra quelli con consumo medio più basso delle nuove auto (circa 5.0 l/100km) e di tutto il parco veicolare (6.1 l/100km) grazie anche alla scelta da parte della maggior parte dei consumatori di acquistare veicoli con basse cilindrata. Anche la riduzione del consumo medio per veicolo registrata in Italia, con riferimento ai nuovi veicoli che allo stock complessivo (composto da oltre 7.500 modelli di autoveicoli di cui meno di cento con alimentazioni alternative al diesel e alla benzina), è tra le più consistenti. Tenendo conto di queste specificità del contesto nazionale, il quarto capitolo affronta in maniera sistemica il tema delle analisi delle politiche a supporto della mobilità elettrica sviluppate nel corso degli ultimi anni sia a livello nazionale sia a livello regionale e comunale, evidenziando alcune specifiche best practices a livello locale.

Infine il lavoro si chiude con il quinto capitolo relativo agli scenari per la e-mobility in Italia e con un capitolo finale in cui si sottolinea la necessità di nuove strategie per lo sviluppo del settore della mobilità privata per poter effettivamente perseguire l'idea che il sistema paese possa fornire un contributo più ampio ai temi della sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Molte sono le persone da ringraziare per aver contribuito a vario titolo a questo lavoro, sperando che la pubblicazione del libro possa in qualche modo ripagare gli sforzi e le attenzioni di chi ha collaborato con il CERTeT nel corso degli ultimi anni su questi temi.

Un ringraziamento particolare va al gruppo di lavoro di Enel Foundation, costituito, in rigoroso ordine alfabetico, da Magdalena Aurelio, Daniela Di Rosa, Mariano Morazzo e Carlo Papa, che ha contribuito attivamente alla definizione del progetto e all'impostazione delle sue diverse fasi, nonché all'analisi degli scenari di sviluppo dell'elettromobilità in Italia elaborati

nell'ambito del progetto. Si ringraziano anche Dario Nardella, sindaco di Firenze e rappresentante delle città maggiormente impegnate nelle sfide del cambiamento climatico, dell'inquinamento e dello sviluppo sostenibile al Gruppo di lavoro del G7 a Tokyo nel maggio del 2016, e Francesco Starace, amministratore delegato di Enel, non solo per le prefazioni a questo testo, ma soprattutto per gli sforzi che quotidianamente mettono in atto nel loro lavoro per rendere più sostenibile il sistema della mobilità nel nostro Paese. Un affettuoso e caloroso ringraziamento va a tre research fellow del CERTeT in qualità di collaboratori dei tre autori che hanno permesso di completare questo libro, così complesso e articolato e che ci auguriamo possa essere un utile contributo al dibattito sui temi dell'economia e politica dei trasporti sia per l'evidenziazione dei problemi sia per le valutazioni e le idee proposte. In particolare è da rimarcare l'importante supporto al secondo capitolo di Ugo Tortori e l'aiuto ad alcune analisi dei dati del quarto capitolo da parte di Dario Musolino e Niccolò Pieri.