

Climatic change and the decarbonisation of transport: a challenge for Europe for the next decades

Cambiamento climatico e decarbonizzazione dei trasporti: una sfida per l'Europa per i prossimi decenni

Marco Giansoldati, Romeo Danielis, Mariangela Scorrano

Abstract

The paper presents a discussion on the role of transport in climate change. Unlike other sectors of economic activity in Europe, we witnessed an increase in the amount of CO₂ emissions released in the atmosphere in the last three decades due to transport, pushing European leaders to take actions to counteract this trend. We argue that the decarbonisation of transport can take place by the public decision maker through carbon pricing policies, defining emission standards and stimulating technological innovations, such as the use of biofuels, hydrogen and electromobility. We focus on the case of the European Union which outlined the need to embark on a new economic, social and political paradigm in December 2019 through the European Green Deal, with the ultimate goal of reaching the complete elimination of greenhouse gas emissions by 2050. The paper highlights the progress of member states towards decarbonisation in the period between 2015 and 2018 and explains how they plan to achieve the emissions and energy efficiency targets set by the European Commission for 2030. The examination of the National Energy and Climate Plan highlights that the two main paths member states took to achieve carbon neutrality are the use of biofuels and the uptake of electric vehicles. The work underlines how difficult it is to undertake an analysis of possible scenarios towards decarbonisation because there are factors tightly connected with the possibility to achieve often radical technological innovations. We emphasize how important it is to devote public resources to information campaigns on the evolution of clean technologies and on the need to spread the of environmental sustainability to the broadest share of the population.

Il contributo presenta una discussione sul ruolo dei trasporti nel cambiamento climatico. A differenza degli altri settori di attività economica, quello dei trasporti ha visto crescere in Europa nel corso degli ultimi tre decenni la quantità di emissioni di CO₂ rilasciata nell'atmosfera, ponendo i leader europei di fronte alla necessità di dar vita ad azioni atte a contrastare questa tendenza. Sosteniamo che la decarbonizzazione dei trasporti può avvenire da parte del decisore pubblico attraverso politiche di *carbon pricing*, definendo standard di emissione e stimolando le innovazioni tecnologiche, come il ricorso ai biocarburanti, l'idrogeno e l'elettromobilità. L'Unione Europea ha delineato la necessità di imboccare un nuovo paradigma economico, sociale e politico nel dicembre 2019 attraverso la redazione dello *European Green Deal*, con l'obiettivo ultimo di giungere al 2050 al completo annullamento

delle emissioni di gas ad effetto serra. Il contributo evidenzia i progressi dei Paesi membri verso la decarbonizzazione nel periodo tra il 2015 e il 2018 ed espone come gli stessi contano di raggiungere gli obiettivi di emissioni ed efficientamento energetico stabiliti dalla Commissione Europea per il 2030. L'esame dei Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima evidenzia che le due principali strade imboccate dagli stati membri per raggiungere la neutralità carbonica sono il ricorso ai biocarburanti e la diffusione dei veicoli elettrici. Il lavoro sottolinea come sia arduo realizzare un'analisi sui possibili scenari verso la decarbonizzazione perché vi sono fattori fortemente connessi con la possibilità di realizzare innovazioni tecnologiche spesso radicali. Il lavoro sostiene l'importanza di dedicare risorse pubbliche a campagne informative sull'evoluzione delle tecnologie pulite e sulla necessità di diffondere la cultura della sostenibilità ambientale ai più ampi strati della popolazione.

Keywords

Transportation, decarbonization, European Green Deal, scenarios, biofuels, electromobility, energy mix
Trasporti, decarbonizzazione, European Green Deal, scenari, biocarburanti, elettromobilità, mix energetico

Introduzione

Il cambiamento climatico è fenomeno in atto di cui vi è robusta evidenza scientifica. Vi sono eventi naturali sempre più ricorrenti che confermano la presenza di un surriscaldamento globale di cui i decisori politici sono chiamati a tener conto per evitare di raggiungere un punto di non ritorno con effetti drammatici sull'ecosistema e sulla sopravvivenza della specie umana nei prossimi decenni.

Il tema della sostenibilità è ampiamente presente nei dibattiti politici ed economici, ed il pubblico ne è partecipe in virtù di una sempre maggiore consapevolezza della relazione tra attività antropica e degradamento ambientale. Ciò è soprattutto vero negli Stati più industrializzati che, presumibilmente più di altri, si trovano nella posizione di poter modificare le proprie strutture produttive per abbracciare un paradigma che includa la sostenibilità all'interno delle consolidate logiche dell'economia di mercato. I Paesi in forte industrializzazione, in primis la Cina, sembrano impegnati in uno sforzo per raggiungere un equilibrio tra le esigenze di sviluppo economico con quelle relative alla necessità di preservare l'ecosistema. Allo stesso tempo, però, è opportuno sottolineare come proprio nei Paesi in rapido sviluppo il mix energetico per la generazione di energia elettrica veda ancora largamente prevalere le fonti fossili. È altrettanto vero che anche alcuni Paesi di consolidata industrializzazione faticano più di altri a spostare il proprio mix energetico a favore delle fonti rinnovabili, come nel caso

di alcune aree degli Stati Uniti ove la dipendenza dai combustibili fossili può derivare dalla dotazione mineraria dello Stato e da un orientamento politico più conservatore, come nella Virginia Occidentale.

L'Europa, gli Stati Uniti ed i Paesi di più recente industrializzazione si sono posti obiettivi di decarbonizzazione a breve, medio e lungo termine. Tra i diversi settori, quello che riveste particolare attenzione ai fini della neutralità carbonica è quello dei trasporti, perché in Europa è l'unico che ha visto aumentare il proprio contributo in termini di emissioni di CO₂ nell'atmosfera, passando da 793,3 milioni di tonnellate nel 1990 a 945,9 milioni di tonnellate nel 2017 (Danielis 2019). Non è quindi sorprendente che gli sforzi tecnologici, politici ed economici vengano indirizzati precipuamente verso la definizione delle misure ritenute più appropriate per evitare che questa tendenza continui nel futuro, ma per far sì che, invece, si stabilizzi per poi progressivamente calare.

Lo scopo di questo lavoro, di natura più divulgativa che tecnica, è quello di portare all'attenzione del lettore una serie di dati sull'impronta di carbonio generata dai trasporti con particolare riferimento al caso dell'Unione Europea, descrivere quali strumenti sono a disposizione del decisore pubblico per poterla ridurre, valutare quali sono stati i risultati finora conseguiti, ma soprattutto evidenziare quali potrebbero essere le possibili evoluzioni future. Riteniamo di particolare interesse sottolineare come vi sia la possibilità di agire su diverse leve per poter cercare di raggiungere la decarbonizzazione nei trasporti, ma anche come possa essere difficile conciliare le conseguenze economiche con quelle sociali che possono emergere dalle decisioni dell'amministrazione pubblica. Vi è altresì speranza che le innovazioni tecnologiche di natura incrementale e radicale possano supportare il processo di neutralità carbonica migliorando i risultati di analisi di scenario basate spesso su simulazioni centrate sulla tecnologia oggi esistente.

Appare però al di sopra di ogni dubbio la necessità del decisore pubblico, a livello comunitario, nazionale e locale, di operare al fine di promuovere iniziative atte ad educare il pubblico sulle azioni poste in atto dall'amministrazione per la tutela ambientale, così come quelle puramente dirette al rafforzamento della sensibilità nei confronti dell'ecosistema. L'istruzione e la formazione, a diversi livelli, svolgono un ruolo determinante in questa direzione, ma l'azione divulgativa deve essere più ampia e cercare di coinvolgere efficacemente tutti gli strati della popolazione.

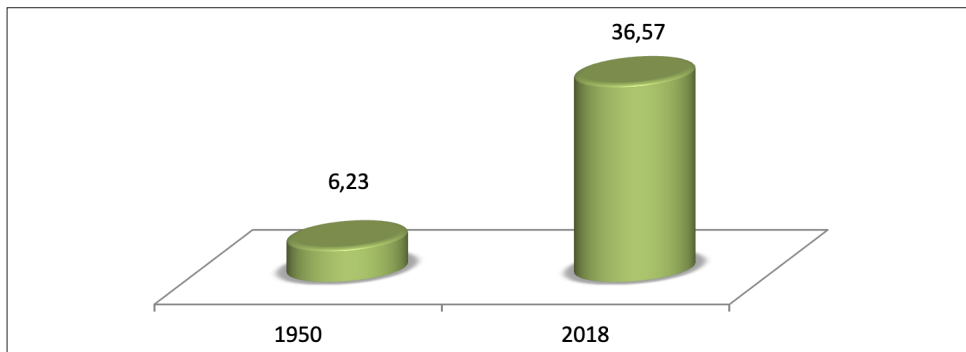
Il lavoro è organizzato nel modo seguente. La Sezione 2 descrive la relazione tra cambiamento climatico e trasporti, la Sezione 3 propone una tassonomia delle modalità con cui si contempla la decarbonizzazione dei trasporti, la Sezione 4 analizza gli obiettivi stabiliti dall'Unione Europea attraverso l'European Green Deal, descrive come i Paesi membri hanno modificato la propria impronta di carbonio nel corso degli

ultimi cinque anni e come intendono agire per raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla Commissione Europea per il 2030 con particolare riferimento alla quota di energia generata da fonti rinnovabili, soprattutto nei trasporti. La Sezione 5 indica elementi politici, tecnologici, regolatori e sociali che potrebbero influenzare la decarbonizzazione dei trasporti. La Sezione 6 conclude il lavoro attraverso una sintesi delle informazioni più rilevanti del contributo e fornisce spunti di riflessione.

Il cambiamento climatico e i trasporti

Il dibattito in cui ci inseriamo non può prescindere dalla considerazione dell'evoluzione delle emissioni globali di CO₂. Le statistiche ne evidenziano un marcato aumento a partire dalla metà del XX secolo. Infatti nel 1950 il dato era di 6,23 Gigatonnellate, cresciuto poi in modo esponenziale nei decenni successivi per raggiungere le 36,57 Gigatonnellate alla fine del 2018 (Figura 1).

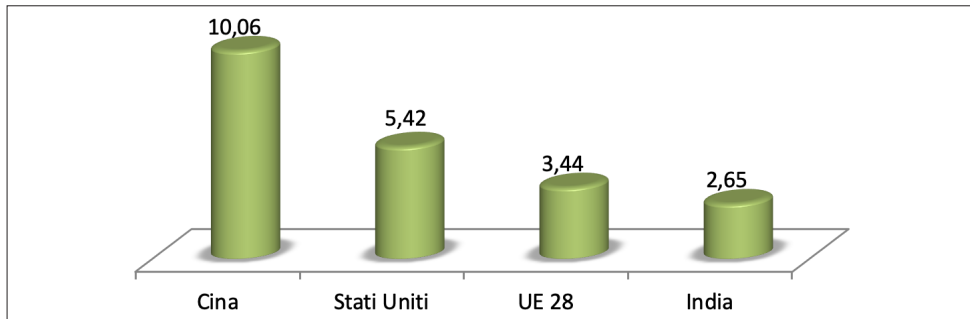
FIGURA 1 – Emissioni globali di CO₂ (Gigatonnellate)



Fonte: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Si tratta di un fenomeno a cui hanno contribuito per circa l'85% fino al 1950 gli Stati Uniti e l'Europa, ma negli ultimi decenni la dinamica è cambiata, con emissioni sempre più elevate, prevalentemente in Asia, come emerge dalla Figura 2.

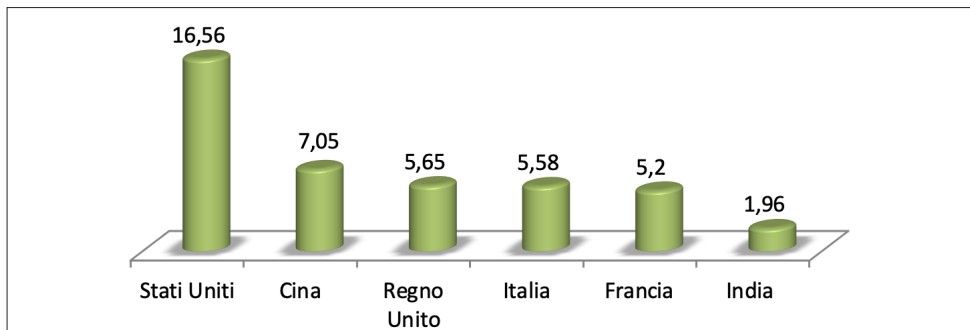
FIGURA 2 – Emissioni di CO2 nel 2018 – Principali paesi (Gigatonnellate)



Fonte: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Con riferimento allo stesso anno, ma in termini pro-capite, gli Stati Uniti sono il Paese con il valore più elevato, seguiti dalla Cina, Regno Unito, Italia, Francia e India (Figura 3).

FIGURA 3 – Emissioni di CO2 procapite nel 2018 – Principali paesi (Gigatonnellate)

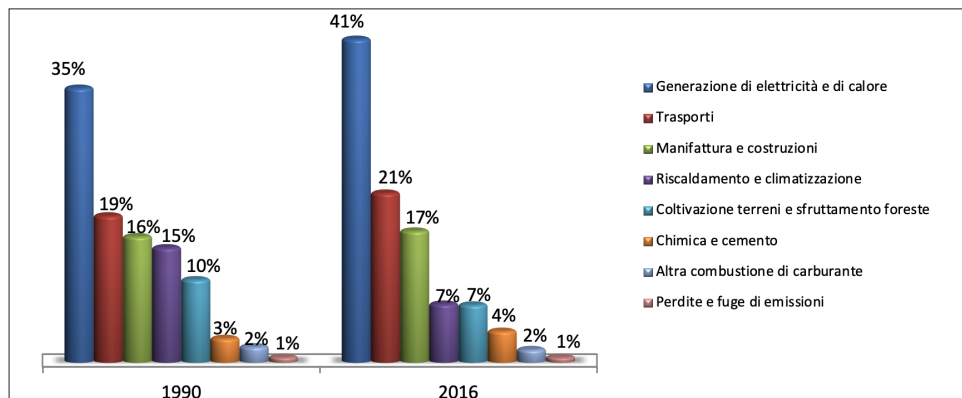


Fonte: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Il settore che contribuisce maggiormente all'emissione di CO2 è quello relativo alla generazione di elettricità e di calore. Sostanzialmente stabile è la quota attribuibile ai trasporti. Rimane sostanzialmente inalterato anche il contributo del settore ma-

nifatturiero e delle costruzioni, mentre si registra un calo della quota attribuibile al riscaldamento ed alla climatizzazione degli edifici, e di quella relativa alla coltivazione dei terreni ed allo sfruttamento delle foreste (Figura 4).

FIGURA 4 – Quote di emissioni di CO₂ per settori – confronto 1990 vs 2016



Fonte: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

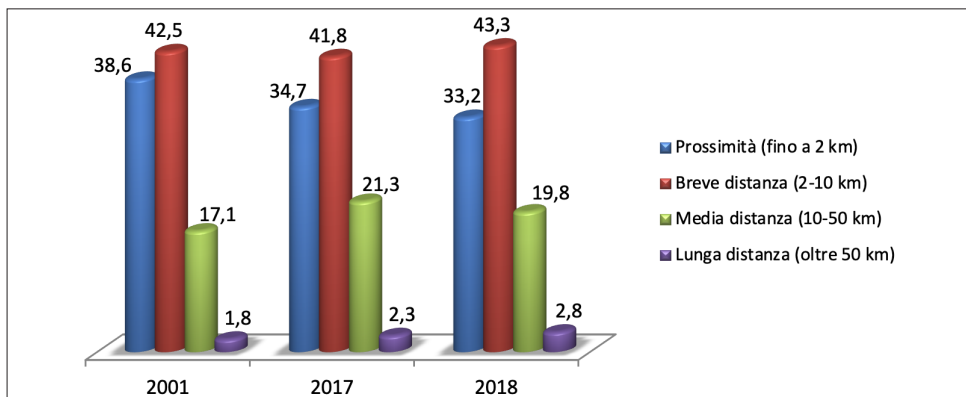
Danielis (2019), utilizzando le informazioni fornite dall'Eurostat e relative all'UE28, confronta i dati delle emissioni tra il 1990 e il 2017 e mette in evidenza come il livello di CO₂ rilasciato nell'atmosfera sia calato del 23%, ma rileva però che le emissioni del settore dei trasporti siano invece aumentate, in controtendenza rispetto agli altri settori. Esse passano infatti dal 14% al 22%, risultato imputabile a tutte le tipologie di trasporto, con una crescita particolarmente accentuata dei furgoncini e del trasporto aereo (aumentato di 2,29 volte), ma ad eccezione della navigazione interna e della ferrovia.

Concentrandosi solo sul trasporto stradale e distinguendo tra trasporto merci e persone, in Europa il trasporto su automobile contribuisce con 543 milioni di tonnellate (2017) pari al 13% del totale delle emissioni ed in crescita rispetto all'8% del 1990. Ciò si è realizzato nonostante vi siano stati miglioramenti nell'efficienza delle automobili, soprattutto quelle diesel, ma è fenomeno che va attribuito all'incremento del tasso di motorizzazione, soprattutto nei Paesi di nuova adesione, ma anche all'aumento delle percorrenze chilometriche derivanti da una crescente dispersione residenziale e commerciale.

Considerando la lunghezza dei viaggi percorsi è interessante notare alcuni fatti legati alla situazione italiana. Secondo l'ISFORT (2019) il 76,5% degli spostamenti nel 2018 avveniva su distanze brevi, ovvero inferiori ai 10 km, mentre solo il 2,8% riguardava distanze più lunghe ovvero superiori ai 50 km (Figura 5).

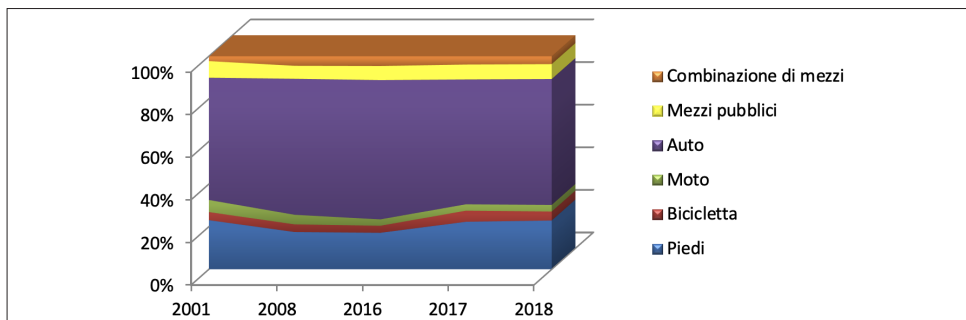
L'auto rappresentava il mezzo più diffusamente impiegato nel 2018 sebbene in leggero calo rispetto al 2016, mentre la seconda scelta modale era rappresentata dallo spostamento a piedi (Figura 6).

FIGURA 5- Distribuzione % degli spostamenti per distanze - confronto 2001, 2017, 2018



Fonte: ISFORT (2019)

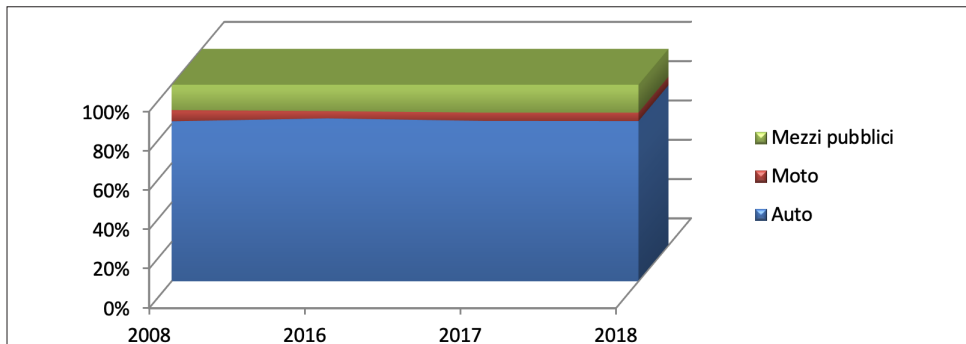
FIGURA 6 - Distribuzione % degli spostamenti per modo di trasporto utilizzato - diversi anni



Fonte: ISFORT (2019)

Tali confronti appaiono interessanti alla luce dell'opportuno confronto tra mobilità attiva e mobilità motorizzata. La prima, che include gli spostamenti a piedi ed in bicicletta ha aumentato la propria quota sul totale degli spostamenti, passando dal 20,4% del 2016 al 27,1% del 2018, mentre la quota attribuibile agli spostamenti con modalità motorizzata, che include gli spostamenti attraverso auto, moto e mezzi pubblici, è leggermente calata e si attestava al 72,9% alla fine del 2018. All'interno della categoria dei mezzi motorizzati la quota maggiore è attribuibile al trasporto attraverso l'automobile privata con una percentuale pari all'81,5%, sostanzialmente inalterata dal 2008 al 2018 (Figura 7).

FIGURA 7 – Distribuzione % degli spostamenti motorizzati per mezzi di trasporto – diversi anni

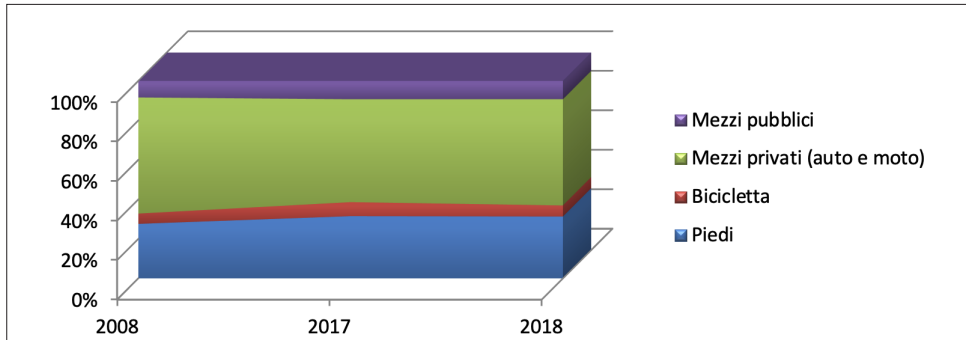


Fonte: ISFORT (2019)

Gli spostamenti in ambito urbano avvenivano per il 31,3% a piedi, per il 5,6% in bicicletta, per il 53,8% con l'auto o la moto privata, mentre solo il 9,3% con mezzi pubblici, una situazione al 2018 che evidenziava solo un modesto avanzamento della mobilità attiva (bici e piedi) rispetto al 2008 quando rappresentava circa il 33% (Figura 8).

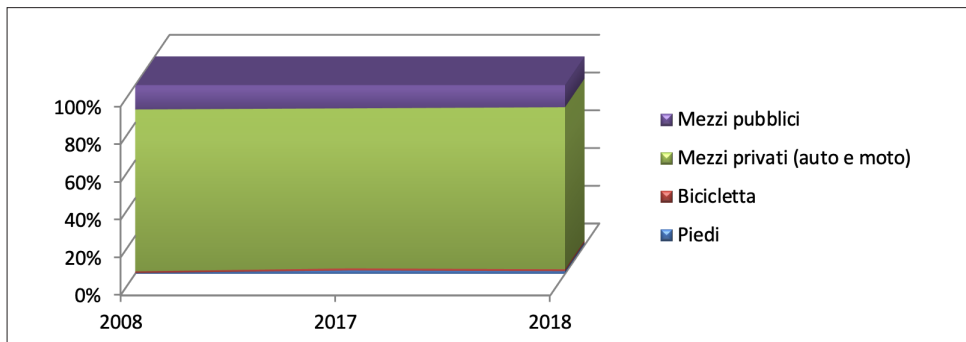
In ambito extraurbano nel 2018 gli spostamenti avvenivano nell'85,8% dei casi attraverso l'uso dell'auto o della moto privata, quelli con i mezzi pubblici nell'11,7%, quelli a piedi nell'1% e quelli in bicicletta nell'1,4%, con la modalità attiva (bici e piedi) in modestissima crescita rispetto al 2008 quando rappresentava l'1,3% (Figura 9).

FIGURA 8 – Scelta modale per gli spostamenti in ambito urbano – diversi anni



Fonte: ISFORT (2019)

FIGURA 9 – Scelta modale per gli spostamenti in ambito extraurbano – diversi anni



Fonte: ISFORT (2019)

In entrambi i contesti, urbano ed extraurbano, appare pertanto piuttosto evidente la dipendenza dal mezzo privato, anche nelle aree cittadine (sebbene in misura minore se la dimensione della città cresce) e si evidenzia un aspetto di rilevanza non trascurabile, ovvero la sostanziale immobilità nelle preferenze di scelta di mobilità dei cittadini italiani in un periodo di tempo certamente non brevissimo. Vale anche però sottolineare che esistono diversità tra aree del nostro Paese in termini di preferenza per la mobilità attiva, che è più diffusa nelle regioni dell'Italia nord-orientale e

nord-occidentale, con esempi particolarmente virtuosi nell'impiego della mobilità in bicicletta soprattutto nel Nord-Est. I valori italiani sono però molto più bassi rispetto a quelli registrati da città del Nord Europa in cui la penetrazione della bicicletta raggiunge il 20%, ad esempio Copenaghen, Eindhoven, Groningen, Leiden, Zwolle ed Amsterdam, per poi salire addirittura alle punte estreme di Munster e Friburgo, con rispettivamente il 38% e il 34% di spostamenti in bici. Alla luce di queste evidenze non appare quindi semplice delineare ed attuare politiche efficaci che possano portare ad un cambiamento delle abitudini di trasporto che consentano di muoversi rapidamente ed efficacemente verso la decarbonizzazione dei trasporti.

A livello europeo sulle distanze medio-lunghe, Danielis (2019) riporta dati che confermano la rilevanza nel 2017 (misurata in passeggeri-km) dell'automobile privata anche per l'UE28, ove viene utilizzata nell'82,9% dei casi a fronte del 9,4% delle corriere o bus e il 7,7% del treno. Nonostante esistano differenze nella combinazione modale tra diversi Paesi, la composizione non è particolarmente diversa rispetto a quella registrata nel 2007, quando la quota modale attribuibile a treno, automobile, bus e corriere era pari a 7,1%, 83,1% e 9,8%, rispettivamente. Di conseguenza, è evidente che il cambiamento modale non si è realizzato, sebbene sia stato e rappresenta tuttora uno degli obiettivi più importanti della politica comunitaria. Lo shift modale può rappresentare solo uno degli strumenti, probabilmente marginale vista l'esperienza passata, su cui l'Europa può puntare, come vedremo nella sezione dedicata alle politiche per la decarbonizzazione dei trasporti.

I dati sul trasporto merci a cui ha accesso Danielis (2019) riguardano esclusivamente il traffico nazionale interno per modalità per i Paesi dell'UE, ma non per classi di lunghezza dello spostamento. Nonostante ciò è comunque possibile osservare una certa stabilità nella composizione modale dal 2008 al 2017. Infatti la modalità stradale è prevalente ed utilizzata nel 76,7% dei casi dello spostamento delle merci, in crescita rispetto ad un orizzonte temporale di dieci anni, affiancata da un leggero declino nel trasporto ferroviario e fluviale. Anche in questo caso, le indicazioni programmatiche stabilite a livello europeo sembrano concretamente disattese, in particolare da parte dei Paesi dell'Est Europeo in cui si è osservato un calo piuttosto accentuato del trasporto ferroviario a favore del trasporto merci su gomma.

Scarne sono le informazioni sul trasporto urbano delle merci e le uniche evidenze recuperate da Danielis (2019) riguardano il caso del Regno Unito in cui si è assistito ad una diminuzione del chilometraggio percorso, ma ad un aumento del numero di furgoncini in circolazione. Ciò risulta presumibilmente associato ad un crescente utilizzo di internet da parte degli adulti per la realizzazione di acquisti a domicilio, con valori che sono passati dal 55% del 2008 al 77% del 2017. La gran parte (89,9%) di questi mezzi di trasporto è alimentata da gasolio e solo una minima frazione (1,2%) è mossa dall'elettricità.

Spostando però la prospettiva di osservazione a livello extraeuropeo si osserva che il trasporto internazionale di merci si realizza secondo l'ITF (2017) per l'87% dei volumi trasportati (in tonnellate-km) via mare, il 5% attraverso ferrovia, l'8% via strada, ed il restante tramite aereo. In un più recente rapporto l'ITF (2019), tenendo conto dell'evoluzione che finora ha mostrato il trasporto merci, sostiene che la domanda globale per questo tipo di trasporto triplicherà per l'anno 2050. La crescita annuale più elevata, pari al 4,5%, è attribuita al trasporto aereo, sebbene sia quella che consente un trasporto di tonnellate per km più contenuto, mentre il 75% di tutto il trasporto merci nel 2050 verrà realizzato via mare, una quota sostanzialmente analoga a quella del 2015. È però chiaro che queste previsioni, su un orizzonte temporale così esteso, scontano un grado di incertezza piuttosto elevato, che dipende da quale sarà lo sviluppo economico dei prossimi decenni, dalla domanda di beni ad essa associata, dall'evoluzione tecnica e tecnologica.

È quindi evidente che anche di fronte a possibili evoluzioni future che contemplano l'introduzione di innovazioni tecnologiche, incrementali o radicali, è fondamentale il ruolo del decisore pubblico per definire l'effettivo impatto che esse possono avere sulla trasformazione del sistema di trasporti e, quindi, anche sulle emissioni che tale settore genera.

Come decarbonizzare i trasporti?

Il carbon pricing

Come si è potuto evincere da quanto riportato alla fine della Sezione precedente, la decarbonizzazione dei trasporti è obiettivo articolato ed appare arduo affermare quale possa essere la migliore strategia per perseguirlo, anche se è ragionevole pensare che sia necessario contemplare una pluralità di azioni.

Il ruolo delle politiche è certamente fondamentale. Una delle modalità con cui classificare gli interventi diretti a contenere il livello delle emissioni consiste nel suddividere le azioni in quelle orientate all'“avoid”, allo “shift” ed all'“improve”. La strategia avoid include le politiche che mirano a ridurre il numero dei viaggi attraverso innovazioni di carattere organizzativo, come la condivisione dei veicoli, urbane o tecnologiche, come, ad esempio, la promozione del telelavoro. La strategia shift, invece, mira a spostare le preferenze di mobilità dei viaggiatori da opzioni che hanno un maggiore impatto ambientale verso altre che ne hanno uno minore, come la promozione dell'uso del mezzo pubblico o della mobilità attiva in alternativa all'uso del mezzo privato motorizzato (auto, moto). Tale strategia include però

anche strumenti fiscali come l'erogazione di sussidi per l'acquisto di veicoli a ridotte emissioni, ma anche misure di tipo regolamentare. Infine la strategia improve considera miglioramenti tecnologici che interessano i tipi di propulsione e i carburanti o che impattano sulla gestione del traffico al fine di ridurre il livello delle emissioni a parità di percorrenze. Sebbene sia arduo affermare con certezza quale strategia possa essere più efficace, la verifica di una sostanziale stabilità della composizione nelle scelte modali da parte dei viaggiatori, almeno quelli italiani, sembra lasciare poco spazio alle strategie avoid e shift, mentre sembra più promettente quella improve, basata sull'introduzione di miglioramenti incrementali e radicali, alle quali verrà dedicato spazio nel prosieguo della Sezione.

Prima di passare ad una trattazione specifica di alcune strategie di miglioramento, attenzione merita il tema del carbon pricing, che suscita particolare interesse da un punto di vista sociale e politico, oltre che, ovviamente economico. Con il termine carbon pricing si fa riferimento ad un insieme di strumenti che comprendono la tassa sul carbonio, la cosiddetta carbon tax, ma anche i diritti di emissioni, noti come Emission Trading Scheme, o con l'acronimo ETS. La carbon tax è un prezzo per tonnellata di CO₂ emessa e, quindi, visto che l'utilizzo di combustibili fossili genera emissioni di CO₂, si tratta di un'imposta sulla CO₂. Gli ETS identificano invece un tetto massimo di emissioni di CO₂ determinato a livello governativo, a cui corrispondono dei diritti di emissione che sono di proprietà delle aziende. Tali diritti possono essere assegnati gratuitamente, tramite aste, ma possono anche essere scambiati sul mercato. Il prezzo che deriva dall'incontro tra domanda ed offerta è indicativo del costo della tonnellata di CO₂ che è attività scambiabile sul mercato. La Direttiva 2003/87/CE (modificata dalla direttiva UE 2018/410) ha stabilito che dal 2013 gli impianti di produzione di energia elettrica e gli impianti deputati alla cattura, trasporto e stoccaggio del carbonio sono tenuti ad approvvigionarsi all'asta di quote a titolo oneroso per la totalità del proprio fabbisogno.¹ Diversamente, gli impianti relativi a settori manifatturieri sono beneficiari dell'attribuzione di quote di emissione a titolo gratuito in base al loro livello di attività ed in base ad uno standard di riferimento (benchmark).² Tale benchmark è espresso in termini di emissioni di CO₂ equivalente per unità di prodotto ed è calcolato sulla base del 10% degli impianti più efficienti di ciascun settore industriale.³ Per i settori ad alto rischio di carbon leakage, ovvero con un'alta probabilità di delocalizzazione verso

¹ Per una più dettagliata ma divulgativa descrizione del funzionamento delle aste, si rimanda il lettore interessato alla seguente URL: <https://www.gse.it/servizi-per-te/mercati-energetici/aste-co2> ed ai link ivi riportati.

² <https://www.mise.gov.it/index.php/it/energia/sostenibilita/gas-effetto-serra/sistema-europeo-per-lo-scambio-di-emissioni-eu-ets#3>

³ <https://www.gse.it/servizi-per-te/mercati-energetici/aste-co2/sistema-eu-ets>

paesi con una legislazione ambientale più permissiva, è prevista l'attribuzione di quote a titolo gratuito per il 100% del relativo benchmark.

Il carbon pricing e i diritti di emissione presentano caratteristiche che li rendono diversamente graditi dalle imprese e dal regolatore pubblico. Da un lato, la tassa sulle emissioni consente alle imprese di conoscere il prezzo associato ad un certo livello della produzione, ma non consente invece al regolatore di sapere quanto il prezzo definito potrà ridurre il livello delle emissioni. Dall'altro lato, i diritti di emissione sono in grado di soddisfare l'esigenza del decisore pubblico di rispettare un predefinito livello di rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera, ma non consentono alle imprese di pianificare la propria attività per effetto delle fluttuazioni nel prezzo dei diritti medesimi. Di conseguenza, per ovviare a queste limitazioni, su entrambi i fronti sono state realizzate delle strategie miste che mirano ad evitare livelli estremi dei prezzi o sistemi di aggiustamento automatico della tassa sul carbonio in base al livello complessivo di emissioni rilasciate in uno specifico arco temporale. Come segnalato da Danielis (2019), le politiche di prezzo, siano esse basate sull'applicazione di una tassa sul carbonio o sui diritti di emissione, appaiono più efficienti rispetto alle politiche regolatorie per una serie di ragioni. Tra le altre, queste includono una maggiore flessibilità che viene lasciata alle imprese nel poter gestire il volume della propria attività senza doversi necessariamente adeguare ad uno standard comune a tutte le imprese di un settore. Includono anche un incentivo economico alla riduzione delle emissioni e rappresentano una fonte di gettito fiscale che può essere utilizzato per sostenere attività di conservazione dell'ambiente.

Gli ETS sono stati applicati in Europa a seguito degli accordi di Kyoto e sono applicati ai settori dell'energia, delle industrie siderurgiche, dei prodotti minerali, della ceramica, della carta e dell'aviazione civile, però solo nazionale. Si applicano a circa 12.000 imprese nell'UE28 e coprono circa il 45% delle emissioni di gas serra all'interno della stessa Unione. Non riguardano però il settore dei trasporti (diverso da quello sopra citato) e neppure l'agricoltura e il riscaldamento degli edifici. È opportuno rilevare che durante il periodo 2013-2020, si è registrato un forte calo del prezzo degli ETS, dovuto ad un eccesso di offerta (in parte attribuibile ad un rallentamento dell'economia globale) che ha inibito gli investimenti da parte delle imprese con tecnologie a più bassa emissione di CO₂.⁴ L'Unione è quindi intervenuta attraverso la Direttiva 2018/410/UE entrata in vigore l'8 aprile 2018 al fine di dare un'accelerazione al processo di decarbonizzazione tramite ETS per il decennio 2021-2030. Ciò si è tradotto in una serie di prescrizioni, tra le quali riportiamo le più salienti. L'Unione impone l'aumento

⁴ <https://edelweiss-energia.it/eu-ets-come-funziona-e-le-principali-novita-introdotte-dalla-riforma-della-fase-4-2021-2030/>

del tasso di riduzione annuale degli ETS dall'1,74% (previsto per gli anni 2013-2020) al 2,2%, che determina, per i settori interessati, un calo delle quote di emissione del 43% rispetto ai livelli del 2005. L'Unione stabilisce poi un rafforzamento della riserva stabilizzatrice del mercato, un meccanismo creato con lo scopo di ridurre l'eccedenza di quote di emissione. In particolare, è previsto il raddoppio delle quote accantonate per giungere nel 2023 al 24% di quelle in circolazione e, a partire dal 2024, l'adozione di un tasso di alimentazione del 12%. La direttiva, inoltre, proroga per 10 anni il sistema di assegnazione gratuito e lo rimodula per tener conto dei settori a più alto rischio di delocalizzazione dell'attività produttiva al di fuori dell'Unione Europea. Diversamente, per i settori che presentano un minor rischio di riposizionamento geografico, è prevista un'assegnazione gratuita iniziale del 30% che andrà a ridursi progressivamente fino a scomparire nell'anno 2030. La direttiva stabilisce, infine, l'istituzione di due fondi mirati a sostenere la transizione verso la decarbonizzazione, ovvero il fondo per l'innovazione e il fondo per la modernizzazione.⁵

La tassa sul carbonio è stata adottata da alcuni Paesi europei, prima tra tutti la Finlandia, ma anche da Norvegia, Svizzera ed Irlanda, mentre l'Italia, dopo averla formalmente introdotta nel 1998, non ha dato poi seguito alla necessaria riforma della tassazione ambientale, lasciando di fatto inadempito questo passaggio.

È quindi particolarmente rilevante comprendere se estendere anche al settore dei trasporti ed a quello dell'agricoltura e del riscaldamento degli edifici la disciplina degli ETS o se sia più appropriato considerare l'utilizzo di una tassa sul carbonio, applicata ai combustibili in base alla quantità di CO₂ che la loro combustione determina. L'applicazione di una tassa sul carbonio appare di più semplice realizzazione da un punto di vista amministrativo, ma si accompagnerebbe ad un incremento del prezzo dei combustibili fossili per riscaldamento e trazione, con un impatto negativo sui consumatori, che potrebbe essere compensato (anche parzialmente) attraverso una riduzione nella tassazione sull'elettricità o tramite l'impiego del gettito ottenuto per erogare rimborsi alle famiglie con più basso reddito.

È importante chiedersi se l'applicazione delle misure di carbon pricing possano ritenersi efficaci nel settore dei trasporti per limitare il livello delle emissioni attraverso un mutamento nel comportamento degli individui. La limitata efficacia delle politiche di tipo avoid e di quelle shift, ma anche l'osservazione dei risultati sostanzialmente contenuti registrati in California, unico Stato degli USA ad aver adottato una carbon tax sui trasporti, sembrano ridurre le speranze in questa direzione, a meno che non venga ipotizzato un livello di tassazione piuttosto elevato che presumibilmente si scontrerebbe con un profondo e diffuso malcontento.

⁵ https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_it#tab-0-0

Di conseguenza, anche in considerazione del fatto che i gas ad effetto serra emessi dai veicoli sono aumentati in maniera continuativa a partire dal 2013, appare fondamentale intervenire in modo decisivo per utilizzare non solo strumenti di prezzo, ma anche di tipo regolatorio, come gli standard di emissione.

Gli standard di emissione

Gli standard di emissione indicano il livello massimo di inquinanti che un veicolo può rilasciare nell'atmosfera in fase d'uso a pena di sanzioni monetarie e non monetarie. Rappresentano certamente lo strumento più diffuso a livello internazionale per limitare le emissioni ed incentivare le case automobilistiche a realizzare innovazioni tecnologiche per rendere sempre più efficienti i motori.

Gli standard si applicano a tutti i mezzi di trasporto stradali con l'eccezione di navi ed aerei data la loro operatività internazionale. Raccolgono una pluralità di norme spesso complesse ed articolate, ma quelli più noti sono identificati dalla sigla Euro seguita da un numero e normano le emissioni massime consentite non solo di CO₂ (che non è propriamente un inquinante), ma anche di agenti inquinanti come gli ossidi di azoto, gli idrocarburi totali, gli idrocarburi non metanici, il monossido di carbonio ed il particolato. È evidente che dato il legame esistente tra emissioni di CO₂ e consumo di carburante, la sfida richiesta ai produttori di autoveicoli è quella di essere in grado di ideare e realizzare motori più efficienti o veicoli più leggeri.

Danielis (2019) ha messo in evidenza come le case automobilistiche siano state in grado di rispettare ampiamente gli standard richiesti per l'anno 2017, presumibilmente perché non sufficientemente ambiziosi. Di conseguenza si è sviluppato un dibattito molto acceso tra il legislatore e case produttrici che si è concluso con l'adozione del regolamento UE 2019/631 che stabilisce, tra gli altri obiettivi, quello di ridurre le emissioni medie di CO₂ delle nuove auto, rispetto al 2021, del 15% nel 2025 e del 37,5% nel 2030. Si tratta di obiettivi particolarmente ambiziosi che imporranno ai produttori sforzi tecnologici ed economici non trascurabili. Per poter agire verso questa direzione alle stesse case è consentito lavorare in pool garantendo ovviamente il rispetto della concorrenza. Nonostante la presenza di una serie di strategie che il legislatore ha attribuito ai produttori per parzialmente limitare lo sforzo richiesto dalla normativa, sembra che molti brand, come appare dalla pubblicità attraverso diversi canali (social media, TV, giornali), stiano orientando i propri sforzi verso la costruzione di veicoli elettrici. Le strategie di investimento di cui siamo testimoni sono giustificate dal fatto che le case produttrici tramite la produzione di veicoli elettrici non incorrerebbero in alcuna sanzione perché essi non emettono inquinanti in fase d'uso. Un ampliamento della varietà

di questi veicoli destinati a segmenti diversi di consumatori, ne aumenta le probabilità di penetrazione sul mercato.

Gli effetti delle politiche sugli standard di emissione sono stati stimati, tra gli altri, dalla Commissione Europea come richiamato da Danielis (2019). Questa evidenza ha quattro risultati preminenti: 1) una riduzione delle emissioni pari a 170 milioni di CO₂ nel periodo 2020-2030; 2) un aumento del PIL fino a 6,8 miliardi di Euro nel 2030; 3) risparmi per i consumatori nell'acquisto di un'automobile che possono arrivare fino a 1.500 Euro nel 2030; 4) una riduzione del consumo di petrolio pari a 380 milioni di tonnellate tra il 2020 e il 2040 con un risparmio di 125 miliardi di Euro ai prezzi odierni.

Danielis (2019) fornisce un confronto sull'efficacia delle politiche proposte. Afferma che sul carbon pricing ci sono opinioni contrastanti. Viene citato il lavoro di Tvinnerheim e Mehling (2018) secondo i quali il carbon pricing può portare a una riduzione della crescita delle emissioni, ma non è in grado di stabilizzare i livelli di concentrazione assoluta. Ciò viene confermato osservando che in 31 Paesi europei in cui è in vigore l'ETS si è registrata una riduzione del 3% delle emissioni rispetto al controfattuale *business as usual*. Simili, deludenti risultati si sono registrati anche in Svezia che dal 1990 al 2015 ha registrato una riduzione delle emissioni del solo 4% nonostante un livello di tassazione piuttosto elevato. È possibile ipotizzare incrementi massicci della tassazione, ma questo non appare socialmente e politicamente realizzabile. Tvinnerheim e Mehling (2018), in linea anche con altri autori, affermano che risultati più incisivi possono essere raggiunti se vengono realizzate azioni che combinano standard tecnologici, incentivi e politiche per l'innovazione. Una modalità con cui confrontare l'efficacia delle politiche proposte è fornita da Zhou e Kousmanen (2020) che hanno scomposto i fattori che determinano le emissioni di CO₂ per le auto in Finlandia nel periodo 2002-2014. Il loro lavoro mette in evidenza come la riduzione delle emissioni medie sia stata conseguita prevalentemente attraverso l'offerta di auto con una tecnologia più efficiente, ottenuta attraverso il progresso tecnologico e seguendo la regolamentazione europea. Secondo i sostenitori di questo punto di vista sono più importanti i fattori sul fronte dell'offerta che pongono, in particolare, l'accento sull'efficacia delle politiche e, apparentemente, quelle emanate a livello europeo sembrano esserlo di più rispetto a quelle nazionali, con le dovute eccezioni, come la Norvegia. Diversamente, Brandt et al. (2019) ritengono che non sia cauto riporre le proprie speranze di decarbonizzazione dei trasporti sul mero progresso tecnologico e, più in generale, sul miglioramento sul fronte dell'offerta. Infatti affermano che sia invece determinante spingere anche sul fronte della domanda, ponendo in essere azioni che mirano a realizzare cambiamenti nello stile di vita. Evidenziano che il solo mutamento delle abitudini di mobilità determina una riduzione delle emissioni di CO₂ del 12% nel 2030 e del 28% nel 2050 rispetto al *business as usual*, e porta a risultati

più rapidi rispetto ad uno scenario che si basa solo sul miglioramento tecnologico. Ovviamente risultati ancora migliori si ottengono quando alla modifica dello stile di vita si aggiungono il progresso tecnologico soprattutto sotto forma di elettrificazione dei trasporti.

Le innovazioni tecnologiche

Consapevoli delle difficoltà incontrate nello spingere i viaggiatori verso scelte modali alternative o a ridurre, in generale, gli spostamenti, è ragionevole pensare che le innovazioni tecnologiche possano rappresentare una soluzione con buone prospettive di successo nell'ottica di decarbonizzazione dei trasporti. In particolare, ci si riferisce alla progressiva diffusione di veicoli elettrici e di quelli alimentati ad idrogeno. All'interno del primo gruppo si considerano veicoli puramente elettrici (BEV), veicoli ibridi plug-in (PHEV), che sono dotati di batteria elettrica che può essere ricaricata attraverso il collegamento ad una presa di corrente, veicoli ibridi elettrici (HEV) che sono dotati di un motore elettrico che è alimentato dalla combustione del combustibile fossile e che sono prevalentemente mossi da questi ultimi.

I veicoli elettrici non rappresentano una novità dal punto di vista storico in quanto erano già stati introdotti durante il XX secolo per poi essere abbandonati, soprattutto perché le batterie da cui erano mossi erano (e sono tuttora) caratterizzate da un minore contenuto energetico per unità di massa rispetto ai carburanti fossili. A differenza di questi ultimi, però, i motori elettrici presentano una maggiore efficienza rispetto a quelli a combustione interna perché possono prelevare tra l'85% e il 90% dell'energia elettrica immagazzinata nelle batterie, a differenza dei secondi che possono tradurre in energia utile al massimo il 20% circa dell'energia immagazzinata. È però anche necessario segnalare che l'energia elettrica deve viaggiare attraverso la rete elettrica per poter raggiungere l'automobile e ciò determina una dispersione dell'energia. Secondo le analisi dell'Environmental Protection Agency (EPA) statunitense si stima che i veicoli elettrici sono in grado di trasformare in potenza alle ruote il 60% circa dell'energia elettrica. Di conseguenza, il vantaggio in termini di efficienza dimostrato dai veicoli elettrici è circa tre volte maggiore rispetto a quelli endotermici, aspetto che parzialmente compensa il minore contenuto energetico delle batterie.

Nonostante ciò, il confronto non è certo privo di elementi di dubbio che devono considerare la densità della rete di distribuzione dell'elettricità e del collegato grado di dispersione. Esistono inoltre peculiarità dell'auto elettrica che non rendono agevole il calcolo dei consumi e comprendono lo stile di guida e la possibilità delle auto elettriche di ricaricarsi durante le discese o in frenata. Inoltre, ulteriori elementi di incertezza riguardano le fasi a monte ed a valle, ovvero la composizione del mix energetico con cui

viene generata l'energia elettrica che viene impiegata per garantire lo spostamento del veicolo, nonché il costo e l'impatto ambientale derivante dallo smaltimento delle batterie. Di particolare importanza è il primo aspetto, perché se l'energia elettrica viene prevalentemente prodotta da fonti rinnovabili, come il caso dell'idroelettrico in Norvegia, allora l'impatto ambientale dell'impiego dell'auto elettrica sarà decisamente più basso rispetto al caso in cui l'energia elettrica è generata dalla combustione di carbone, come ad esempio accade in Cina. Il mix energetico con cui viene prodotta l'energia elettrica è quindi fattore che influenza notevolmente la definizione di quanto la costruzione di un'auto elettrica generi una maggiore o minore quantità di emissioni di CO₂ rispetto alle auto endotermiche durante il proprio ciclo di vita. La letteratura specialistica non è giunta ad una risposta univoca, sottolineando però che la risposta dipende in modo determinante da qual è il mix energetico con cui viene prodotta l'energia elettrica.

È però vero che i consumatori solo parzialmente assumono le loro decisioni di acquisto sulla base di considerazioni ambientali, e spesso la letteratura ha messo in evidenza come siano mossi anche da altre ragioni, tra le quali emergono il prezzo di acquisto e l'autonomia di percorrenza (Danielis et al. 2018, 2019; Giansoldati et al. 2017, 2018, e Scorrano et al. 2019). Nel momento in cui si scrive le auto elettriche sono sempre più diffusamente offerte da diverse case automobilistiche, con prezzi che progressivamente si spostano verso il basso cercando di catturare sempre più ampie quote di mercato, soprattutto nel segmento delle auto compatte e delle city car. Allo stesso tempo, i progressi nell'ambito tecnologico hanno consentito di offrire batterie che garantiscono autonomie di percorrenza sempre più elevate con costi in apprezzabile calo.

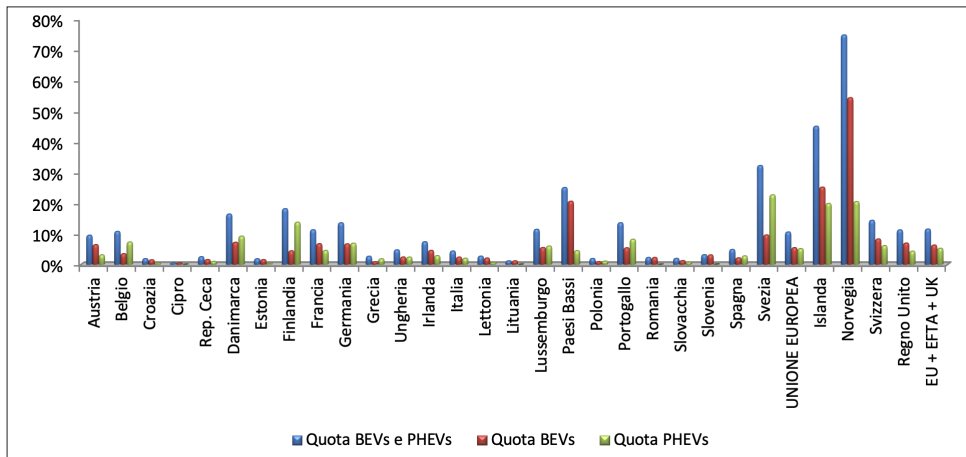
Uno sguardo più attento sulle quantità di auto elettriche (BEVs più PHEVs) vendute nel mondo ci consente di notare il valore si attesta alla fine 2020 a 3,4 milioni di unità (in crescita del 6% rispetto al 2018), con l'Europa che ha registrato una crescita del 137% rispetto al 2019 sorpassando i tassi di crescita registrati in Cina che hanno evidenziato un forte rallentamento.⁶ La quota di auto elettriche in circolazione è passata dal 2,5% del 2019 al 4,4% del 2020.

Almeno venti Paesi nel mondo hanno mostrato una quota di penetrazione dei veicoli elettrici superiore all'1%, soprattutto in Europa, ed è interessante notare come i volumi di vendita siano in crescita. L'esempio più eclatante è quello norvegese, in cui le vendite di veicoli elettrici alla fine del 2020 rappresentavano i tre quarti del totale delle auto vendute (di cui 54% BEVs e 20% PHEVs). Un altro Paese del Nord Europa con percentuali piuttosto elevate per lo stesso periodo è la Svezia, con il 32% di vendite di veicoli elettrici, di cui 10% BEVs. Vi sono poi i Paesi Bassi con il 25% di cui ben il 20% BEVs, la Finlandia con il 18% di cui però solo il 4% circa sono BEVs, la Danimarca con il

⁶ <https://www.ev-volumes.com/>

16% di cui circa 7% BEVs, il Portogallo e la Germania con valori attorno al 14% ed una quota di BEVs rispettivamente pari al 5% ed al 7% circa. Valori superiori al 10% sono raggiunti anche dalla Francia, dal Belgio e dal Lussemburgo, mentre l'Italia si colloca al 4,3% di cui la metà circa riferibili ai BEVs. Osservando nuovamente fuori dall'UE quote molte elevate si registrano in Islanda con vendite di veicoli elettrici nel 2020 pari al 45% di cui ben 25% circa BEVs, e valori superiori al 10% si rilevano anche in Svizzera e nel Regno Unito⁷ (Figura 10).

FIGURA 10 – Quota auto elettriche sul totale delle vendite – anno 2020



Fonte: nostra elaborazione su dati ACEA

L'Italia ha anch'essa registrato un incremento apprezzabile nel numero delle immatricolazioni delle BEV passando da 622 unità vendute nel marzo 2020 a 7.362 unità vendute nel marzo 2021, corrispondenti al 4,3% del totale delle auto vendute. Per quanto riguarda le PHEV si è registrato un progresso delle vendite che, sullo stesso orizzonte temporale, sono passate da 389 a 7.732 unità, rappresentando a fine marzo 2021 il 4,5% delle vendite totali di auto.⁸

⁷ https://www.acea.be/uploads/press_releases_files/20210204_PRPC_fuel_Q4_2020_FINAL.xlsx

⁸ http://www.unrae.it/files/07%20marzo%202021%20UNRAE%20Top%2010%20per%20alimentazione_6065c0aa1a619.pdf

La progressiva crescita nei volumi di vendita delle auto elettriche (BEV e PHEV), come brevemente accennato in precedenza, è attribuibile non solo ad un calo del costo delle batterie, quindi delle stesse auto e ad una maggiore autonomia di percorrenza, ma dipende anche dalle politiche di incentivazione poste in essere da governi di diversi Paesi, sia sotto forma di sussidi sul prezzo di acquisto delle auto elettriche e/o sotto forma di una maggiore tassazione delle auto a combustione interna. Dipende inoltre dalla costante diffusione di infrastrutture di ricarica rapida realizzate da case automobilistiche (es. Tesla) o da distributori di energia elettrica (es. EnelX).

Appare quindi chiaro che l'evoluzione nella diffusione delle auto elettriche, pure o plug-in, sia il risultato dell'effetto congiunto di più fattori che operano sul fronte dell'offerta e su quello della domanda. Decisivo è il ruolo del decisore pubblico a diversi livelli, come testimoniato dal caso italiano in cui la recente introduzione dell'E-cobonus, un sussidio all'acquisto di veicoli meno inquinanti, è nato sulla base di un'azione dell'amministrazione centrale, ma molte regioni hanno poi offerto incentivi che potevano essere cumulati con quelli erogati dallo Stato. Fondamentale è anche il ruolo informativo del decisore pubblico e quello delle case automobilistiche al fine di poter educare il potenziale consumatore sulle caratteristiche tecniche ed economiche del veicolo elettrico ed essere quindi consapevole della propria decisione d'acquisto.

La diffusione delle auto elettriche deve anche considerare ulteriori criticità che riguardano gli effetti sulle infrastrutture di distribuzione di energia elettrica e l'approvvigionamento dei materiali rari per la costruzione delle batterie.

Un'ulteriore tipologia di innovazione tecnologica che ha trovato molto spazio nel dibattito scientifico riguarda le prospettive dei veicoli alimentati ad idrogeno. L'idrogeno può essere prodotto dal gas naturale attraverso una procedura energeticamente inefficiente ma che, tra l'altro, genera CO e CO₂. Può essere anche prodotto tramite elettrolisi, processo che non genera CO₂, ma che presenta però comunque un'efficienza molto bassa (circa l'80%). Rispetto all'energia elettrica esiste un primo rilevante svantaggio che riguarda la sostanziale assenza di una infrastruttura di ricarica per i veicoli ad idrogeno, a fronte di una rete elettrica che, almeno a livello domestico, è di fatto capillare. Un secondo svantaggio riguarda il fatto che l'idrogeno per poter essere utilizzato deve essere stoccato ad un'elevata pressione, che ne determina una perdita di efficienza del 15%, e se deve essere trasportato questo determina un'ulteriore perdita di efficienza pari ad un ulteriore 20%. Ciò determina un'efficienza residua del 20%, molto inferiore rispetto al 65% attribuibile ai veicoli alimentati ad energia elettrica. Tuttavia, grazie alla molto elevata densità energetica per unità di massa, l'idrogeno si presta ad essere il carburante ideale per quei mezzi di trasporto come camion, navi, aerei che non possono essere ragionevolmente mossi dalle batterie visto che queste presentano una bassa densità energetica. Esperimenti in questa dire-

zione comprendono ad esempio i bus ad idrogeno su cui Tokyo puntava di investire per le Olimpiadi del 2020.

Infine, nell'ambito delle innovazioni tecnologiche va certamente annoverato quanto gli Stati possono fare per modificare il proprio mix energetico per comprendere sempre più fonti energetiche rinnovabili. Secondo le informazioni riportate da Danielis (2019), in Europa si è registrato un dimezzamento nell'uso del carbone tra il 1990 e il 2016 a favore di combustibili fossili più puliti come il gas naturale, ma è anche aumentata la quota delle energie rinnovabili nel mix energetico passando dal 13% a quasi il 30%, con l'Italia in grado di mostrare un valore superiore al 38%, più elevato della media europea. Tra i diversi Paesi europei esistono notevoli differenze che derivano da scelte politiche e dalle risorse a disposizione. Eclatante, ancora una volta, è il caso della Norvegia, in cui il 95% della produzione di energia elettrica deriva da impianti di generazione di energia idroelettrica, mentre i Paesi mediterranei sembrano sfruttare ben poco l'energia solare. Una dinamica di spostamento verso fonti meno inquinanti si è registrata anche negli Stati Uniti che, nel 2019, producevano il 17% della propria elettricità da fonti rinnovabili.⁹

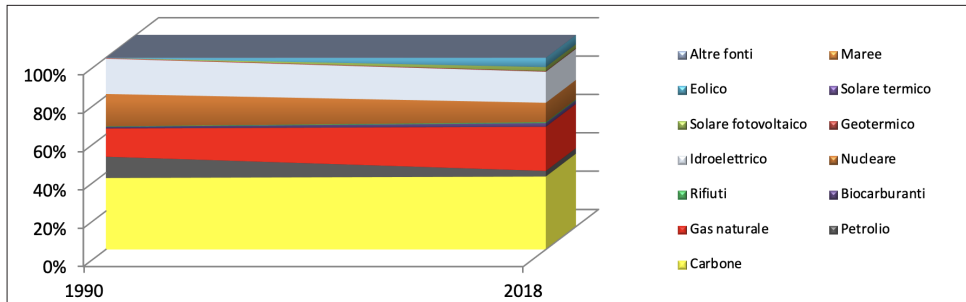
Non è così, invece a livello globale, in cui alla fine del 2018, la produzione di energia elettrica derivava per circa il 64% da fonti fossili, in crescita di un punto percentuale rispetto al 1990. Sul totale delle fonti impiegate per la generazione di energia elettrica la quota del carbone è cresciuta dal 37% al 38%, mentre si assiste ad una contrazione del petrolio dall'11% al 3% ed una crescita dell'impiego del gas naturale che è passato dal 15% al 23%. Durante lo stesso periodo è cresciuto il peso delle rinnovabili, che comprendono l'idroelettrico, il geotermico, il solare termico, il solare fotovoltaico, l'eolico e le maree, che, nel loro complesso, sono passate dal 19% al 23%. Il progresso delle rinnovabili è presumibilmente ascrivibile al solare fotovoltaico che raggiunge il 2%, e all'eolico che raggiunge il 5%, entrambi partendo da valori sostanzialmente nulli. L'idroelettrico subisce invece un arretramento dal 18% al 16%¹⁰ (Figura 11).

Si rileva però che, sebbene siano stati raggiunti risultati apprezzabili verso un mix elettrico più pulito, soprattutto nelle aree più economicamente evolute del globo, non è così nei Paesi in forte industrializzazione, come la Cina, che utilizza ampiamente il carbone, risorsa di cui è ricca e che non desidera sostituire con le importazioni di gas naturale, anche per ragioni di natura strategico-politica.

⁹ <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427&t=3>

¹⁰ <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel>

FIGURA 11 – Mix energetico per la produzione di elettricità – confronto 1990 vs 2018



Fonte: nostra elaborazione su dati IEA

Una sfida per l'Europa

Il European Green Deal

L'obiettivo della decarbonizzazione dei trasporti si inserisce nell'ambito di un più ampio desiderio dell'UE di dare attuazione alle indicazioni poste all'interno dell'European Green Deal (da qui in poi EGD).

Questo documento nasce nel dicembre del 2019 (Commissione Europea, 2019) a seguito dell'insediamento della presidente della Commissione Europea, Ursula von Der Leyen, che ha sin da subito segnalato in modo chiaro e deciso che la politica europea avrebbe dovuto necessariamente contemplare uno sviluppo economico in armonia con l'ambiente. Il documento vede la luce il 12 dicembre 2019 e pone le basi per una profonda ristrutturazione nella struttura politica, economica e sociale all'interno dell'UE con il supremo obiettivo di giungere al 2050 ad un'Unione in cui le emissioni di gas ad effetto serra saranno completamente annullate. L'Unione si impegna altresì a proteggere e conservare il proprio patrimonio naturale ed a evitare che i cittadini siano esposti ai rischi di tipo ambientale. Affinché questo obiettivo possa essere raggiunto si prospettano radicali cambiamenti nella struttura produttiva delle nazioni con riallocazione degli investimenti in capitale e lavoro da attività con impatti ambientali negativi verso nuove attività economiche in armonia con l'ecosistema. Per far ciò è necessario che le azioni da intraprendere abbiano una natura inclusiva e che venga stabilito un nuovo tipo di relazioni tra cittadino, amministrazione locale, regionale, statale, mondo imprenditoriale e istituzioni dell'Unione. La transizione verso questo nuovo paradigma infatti richiede ingenti investimenti non solo di natura pubblica, ma anche di natura privata,

che impone anche una nuova finalità dei mercati finanziari che promuova soluzioni di tipo sostenibile. Il EGD vede l'UE come attore leader mondiale nella transizione verso un'economia priva di impatti ambientali, ma sostiene che tale obiettivo non può essere raggiunto senza una fondamentale cooperazione internazionale, che coinvolge i partner geograficamente confinanti, ma anche le nazioni meno prossime, ma con le quali vi sono relazioni commerciali particolarmente strette. È ovvio infatti che il cambiamento climatico non può essere arginato con successo se l'Unione agirà da sola e non verrà imitata nel suo esempio dalle altre nazioni alle quali l'Unione può offrire la propria influenza e le proprie competenze. L'Unione, però, riconosce l'importanza di salvaguardare la propria sicurezza ed i propri approvvigionamenti e, secondo il EGD, agirà comunque nella direzione prevista anche se gli altri attori internazionali non desidereranno seguirla.

Il EGD definisce un cronoprogramma delle azioni da intraprendere a livello della Commissione e dei singoli Paesi. Il EGD è parte della strategia della Commissione per l'attuazione dell'Agenda 2030 e degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite. Questi ultimi sono stati inseriti su specifica indicazione della Presidente all'interno del semestre europeo, diventando centrali all'interno della politica economica dell'Unione e dei singoli Stati membri.

Il EGD si caratterizza per una serie di leve su alcune delle quali ci concentriamo più diffusamente, mentre ci limitiamo a citare altre che appaiono legate in misura più marginale agli obiettivi del presente lavoro.

La prima leva richiede di rendere più stringenti gli obiettivi dell'UE in materia di clima ed ambiente per il 2030 e per il 2050, attraverso l'introduzione di una legge per il clima, e imponendo una riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra di almeno il 50%-55% rispetto al 1990. Al fine di poter raggiungere questo obiettivo la Commissione riesaminerà entro giugno 2021 tutte le politiche in termini di clima, proponendovi eventualmente delle revisioni. Tra queste, appaiono di particolare interesse ai nostri fini, il sistema per lo scambio delle quote di emissione, compresa l'eventuale inclusione nel sistema di nuovi settori, ma anche un attento scrutinio di quello che accade nei diversi Stati membri nei settori ora non interessati dallo scambio delle quote. In questo modo è auspicabile che queste misure possano essere utili per un'adeguata fissazione del prezzo del carbonio in modo da poter alterare i comportamenti di cittadini ed imprese verso sentieri più sostenibili di consumo ed investimento pubblico e privato. Ciò presuppone che vengano poste in essere anche azioni di imposizione fiscale sul carbonio nei confronti di quelle realtà aziendali dell'Unione che desiderano rilocalizzare le proprie attività inquinanti al di fuori dei confini dell'Unione stessa, ma vale anche nei confronti dei produttori (di manufatti generati con emissioni inquinanti) con sede all'esterno dell'Unione che desiderano importare i propri prodotti nell'Unione, minando quindi il percorso verso il conseguimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi.

La seconda leva riguarda la garanzia di un approvvigionamento di energia pulita, economica e sicura. Partendo dall'osservazione che la produzione e l'uso dell'energia generano oltre il 75% delle emissioni di gas ad effetto serra nell'UE, si pone l'attenzione sull'efficienza energetica e sulla necessità di sviluppare un settore dell'energia largamente basato su fonti rinnovabili, che vada di pari passo con l'eliminazione del carbone e la decarbonizzazione del gas. Strumentali a questo obiettivo sono i Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima, di cui ci occuperemo in dettaglio nella prossima Sezione, che stabiliscono le modalità attraverso le quali gli Stati membri contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi dell'Unione. Tale transizione dovrebbe avvantaggiare i consumatori che dovrebbero avere accesso alle fonti rinnovabili a costi accessibili e va in questa direzione anche la volontà di ridurre la povertà energetica supportando finanziariamente le famiglie che non sono in grado di affrontare le spese necessarie per la ristrutturazione della propria abitazione e conseguire un efficientamento energetico che permetta di godere di bollette più basse. Questa leva prevede inoltre che vengano realizzati investimenti sulle infrastrutture energetiche, in particolare sulle reti transeuropee dell'energia.

La terza leva sottolinea l'importanza di mobilitare l'industria per un'economia pulita ed enfatizza l'importanza del passaggio verso un'economia di tipo circolare verso la quale il movimento è ancora troppo lento, nonostante le rilevanti ricadute occupazionali che potrebbe avere nell'Unione, soprattutto in settori ad alta intensità di risorse come quello tessile, dell'edilizia, dell'elettronica e delle materie plastiche. All'interno di questo segmento d'azione anche i settori ad alta intensità di energia, come quello dell'acciaio, della chimica, e del cemento, sono chiamati ad uno sforzo di decarbonizzazione e modernizzazione. Sarà dato particolare impulso al riciclo, alla possibilità da parte dei consumatori di scegliere se acquistare prodotti riutilizzabili, durevoli e che possono essere tracciati elettronicamente in tutte le loro fasi di trasformazione e rinascita. L'economia circolare permetterà quindi di ridurre le quantità di rifiuti, il problema del loro smaltimento ed avrà ricadute importanti anche nel settore dei trasporti. Infatti viene sostenuta la "European Battery Alliance" con lo sviluppo di una catena del valore delle batterie che può rifornire il mercato delle auto elettriche.

La quarta leva sottolinea l'importanza di costruire gli edifici e ristrutturarli in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse. Il tasso annuo di ristrutturazione del parco immobiliare negli Stati membri varia dallo 0,4% all'1,2%, livelli che la Commissione ritiene debbano essere almeno raddoppiati se si desidera raggiungere gli obiettivi prestabiliti in termini di efficacia energetica e di clima, anche considerando che circa 50 milioni di consumatori dichiarano di avere difficoltà nel riscaldare la propria abitazione. La Commissione quindi pensa ad un'ondata di ristrutturazioni di edifici pubblici e privati, azione che permetterebbe di ridurre la povertà energetica e dare

impulso al settore delle costruzioni in cui sono spesso attive piccole e medie imprese (PMI). È contemplata la possibilità di inserire le costruzioni all'interno del sistema degli scambi dei diritti di emissione. È questo un settore strettamente collegato allo sviluppo della mobilità elettrica perché la ristrutturazione degli edifici può prevedere l'installazione di pannelli fotovoltaici deputati non solo alla creazione di calore, ma anche alla generazione di energia elettrica per il consumo domestico e per la carica delle auto mosse da questa fonte.

La quinta e, presumibilmente, la più importante ai fini della presente analisi, è la leva che richiede di accelerare verso una mobilità sostenibile ed intelligente. Considerando che i trasporti, come si è visto, contribuiscono in maniera crescente alle emissioni di gas ad effetto serra all'interno non solo dell'UE, la Commissione afferma che il raggiungimento della neutralità climatica impone di ridurre le emissioni del settore dei trasporti del 90% entro l'anno 2050. Strumentale a questo obiettivo è lo sviluppo del trasporto merci multimodale trasferendo gran parte dei trasporti interni che ora avvengono su gomma verso le ferrovie e le vie navigabili. Appare anche fondamentale dare impulso alla mobilità delle persone in forma multimodale, anche attraverso modalità automatizzate e connesse. Cruciale è la necessità di definire un costo dei trasporti che rappresenti adeguatamente l'impatto che ha sull'ambiente e sulle persone. Il EGD sostiene che sia necessario terminare l'erogazione delle sovvenzioni a favore dei combustibili fossili, anche nel settore del trasporto marino e di quello aereo, che saranno interessati anche da modifiche nelle modalità di scambio e attribuzione delle quote di emissione. Il EGD sottolinea esplicitamente anche come l'Unione dovrebbe sostenere la produzione e la diffusione di carburanti alternativi e sostenibili, ed indica che entro il 2025 sarà necessario 1 milione di stazioni di ricarica per i 13 milioni di veicoli a basse emissioni che sono previsti sulle strade per quell'anno. La Commissione sosterrà la diffusione delle infrastrutture di ricarica a fianco delle iniziative realizzate dai singoli Stati, soprattutto con riferimento alle aree più isolate e per sostenere i viaggi di lunghe percorrenze. Infine, la leva pone l'accento sulla necessità di ridurre l'inquinamento dei trasporti, soprattutto in ambito urbano imponendo norme più rigorose in termini di emissioni di inquinanti nell'atmosfera.

Vi sono poi altre leve sulle quali il EGD si concentra, ma che appaiono di minore interesse ai fini del presente contributo. La sesta riguarda la definizione di un sistema alimentare rispettoso dell'ambiente. La settima sottolinea l'importanza di preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità. L'ottava delinea l'obiettivo "inquinamento zero", orientato alla definizione di un ambiente (aria, acqua, suolo) privo di sostanze tossiche.

Al di là delle singole leve, il EGD sottolinea come la sostenibilità debba essere inserita all'interno di tutte le politiche dell'UE. Questo si traduce in un fabbisogno fi-

nanziario significativo, stimato in 260 miliardi all'anno, ovvero pari all'1,5% del PIL dell'UE nel 2018, uno sforzo che richiede l'impegno congiunto del settore pubblico e di quello privato. In questo sentiero, il bilancio dell'UE riveste un ruolo preminente e la Commissione ha, a tale proposito, richiesto di innalzare al 25% l'obiettivo di integrazione degli obiettivi climatici di tutti i programmi dell'UE. In questa logica si inserisce la stretta cooperazione prevista dalla Commissione con le banche dei singoli Paesi membri, istituzioni finanziarie internazionali, ma soprattutto con la Banca Europea degli Investimenti (BEI), che diventerà la banca europea per il clima.

L'inserimento della sostenibilità all'interno di tutte le politiche dell'UE passa anche attraverso ulteriori azioni che contemplano il ricorso a strumenti di bilancio nazionali "verdi" che permetteranno di riordinare gli investimenti pubblici verso scopi in linea con la sostenibilità. Passa inevitabilmente però anche attraverso il sostegno alla ricerca ed all'innovazione, e quindi anche attraverso l'istruzione e la formazione.

Attraverso il percorso delineato dall'EGD, e come già sottolineato, l'Unione dichiara di volersi porre come leader mondiale nello sforzo per contrastare il cambiamento climatico e il degrado ambientale. È intenzionata a operare in questa direzione per garantire il rispetto degli impegni assunti con l'Accordo di Parigi, è consapevole della rilevanza di coinvolgere nel percorso interlocutori di diversi continenti, ed è altrettanto conscia della rilevanza della politica commerciale e di rappresentare il più grande mercato unico al mondo, in grado di applicare norme che possono influire sulle catene globali del valore.

Sulla base di questa lunga, ma doverosa presentazione dell'EGD, che ricalca largamente quanto riportato nel documento ufficiale, è possibile comprendere l'importanza dei Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima, strumenti programmatici che delineano il percorso che gli Stati membri intendono perseguire per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione stabiliti dall'Unione, soggetti a periodica verifica ed eventuale rimodulazione.

I piani nazionali integrati per l'energia e il clima

Visto che la produzione di energia è responsabile per oltre il 50% delle emissioni di gas serra nell'atmosfera, non stupisce che l'UE sottolinei l'importanza di passare a fonti rinnovabili al fine di poter giungere alla neutralità energetica. In un recente lavoro, Danielis et al. (2020) ripercorrono le principali tappe legislative che l'Unione ha emanato per muoversi verso la decarbonizzazione. Secondo gli autori, probabilmente il più rilevante intervento è dato dalla direttiva sulle energie rinnovabili (2009/28/EC) che ne ha specificato le linee guida per la produzione e l'incentivazione, imponendo che il 20% del fabbisogno energetico dell'Unione fosse soddisfatto da energie rinnov-

abili entro il 2020. La direttiva si focalizza anche sul settore dei trasporti e stabilisce che entro il 2020 almeno il 10% dei carburanti destinati ai trasporti provenga da fonti rinnovabili. La norma stabilisce, altresì, che ogni due anni i Paesi membri riportino i progressi realizzati nel raggiungimento degli obiettivi stabiliti per l'anno 2020.

Danielis et al. (2020) riportano i risultati di una prima analisi dei risultati raggiunti, realizzata nel 2017, osservando le informazioni fornite dagli Stati membri per le azioni condotte fino al 2015. Gli autori indicano che la quota di energia consumata proveniente da fonti rinnovabili era pari al 16,4% alla fine del 2015, mentre sul fronte dei trasporti la quota di energia rinnovabile si attestava nello stesso anno al 6%. A fronte di questi risultati, nel dicembre 2018, l'UE ha emesso una nuova direttiva (2018/2001/EU) che ha inasprito gli obiettivi da raggiungere al fine di poter rispettare i vincoli dell'Accordo di Parigi. Infatti la norma stabilisce che entro il 2030 si realizzi una riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra del 40% rispetto al 1990, si aumenti l'efficienza energetica di almeno il 32,5%, si aumenti la quota di energia derivante da fonti rinnovabili sul consumo finale di energia nell'UE almeno al 32% e si garantisca un livello di interconnessione elettrica tra i Paesi dell'Unione pari ad almeno il 15%. Inoltre la direttiva definisce un nuovo obiettivo del 14% come quota minima di carburanti rinnovabili nel settore dei trasporti da raggiungere entro il 2030.

Al fine di realizzare un approccio coordinato verso gli obiettivi stabiliti dalla direttiva, ad ogni Stato membro è richiesto di inviare alla Commissione Europea un Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) relativo al periodo 2021-2030. In tale documento ogni Stato membro deve delineare, tra gli altri, come intende agire per rispettare gli obiettivi desiderati dall'Unione sul fronte delle energie rinnovabili, dell'efficienza energetica e delle emissioni di gas climalteranti. Tali PNIEC dovevano essere inviati alla Commissione entro il 31 dicembre 2018, che li ha esaminati e fornito raccomandazioni specifiche per ogni Paese, ciascuno dei quali, tenuto conto delle osservazioni ricevute, ha dovuto inviare la versione finale del proprio PNIEC entro il 31 dicembre 2019. Nel corso del settembre 2020 la Commissione ha pubblicato una valutazione dei PNIEC unitamente ad indicazioni su come procedere per la realizzazione delle linee di intervento previste da ogni Stato membro.

Danielis et al. (2020) forniscono quindi un duplice contributo. Da un lato elaborano una descrizione di come è avvenuto il processo di decarbonizzazione nel settore dei trasporti considerando i rapporti nazionali redatti per l'anno 2015 e per l'anno 2018. In questa valutazione vengono osservati prevalentemente i dati relativi alla quota totale di energie rinnovabili utilizzate nel settore dei trasporti, quelli relativi al consumo dei biocarburanti, e quelli relativi alle strategie per i trasporti per il triennio 2015-2018. Dall'altro lato analizzano e confrontano i PNIEC 2020-2030, ponendo particolare attenzione agli obiettivi concernenti la quota di energia elettrica generata da fonti

rinnovabili e la quota di energie rinnovabili utilizzate nel settore dei trasporti, ma esaminano anche gli indirizzi programmatici stabiliti per il periodo 2020-2030.

Sul fronte del primo contributo, Danielis et al. (2020) osservano che nel 2018 solo tre Paesi europei, Norvegia, Svezia e Finlandia avevano superato la quota del 10% di energie rinnovabili nei trasporti imposta dalla direttiva 2009/28/EC per il 2020, alcune nazioni vi erano vicine, ma numerose erano al di sotto della soglia del 5%. La fonte di energia rinnovabile che di più aveva contribuito a rendere pulito il settore dei trasporti alla fine del 2018 era data dai biocarburanti. Essi infatti rappresentavano l'89%, mentre il restante 11% era relativo a trasporti alimentati da energia elettrica generata anch'essa da fonti rinnovabili. Danielis et al. (2020) specificano che all'interno dei biocarburanti la parte più ampia era attribuibile al biodiesel, seguito dal bioetanolo. Dell'11% dei trasporti mossi da energia elettrica, il 10% riguardava il trasporto ferroviario e l'1% quello su strada. La quota di energia rinnovabile nei trasporti è cresciuta del 23% tra il 2015 e il 2018. Sul fronte dei biocarburanti ciò è attribuibile soprattutto ad una notevole crescita dei biodiesel (+32%), ed è anche osservabile un notevole progresso nell'uso dell'elettricità per i trasporti stradali (+139%). Questo ampio progresso nei biocarburanti è verosimilmente legato al fatto che la direttiva 2009/28/EC ha esplicitamente imposto ad ogni Stato membro di raggiungere una quota minima di biocarburante pari al 14% entro il 2030. La notevole crescita dell'uso dell'elettricità per la mobilità stradale si associa anche all'impulso che è stato dato all'elettromobilità. Ciò si è realizzato attraverso investimenti sulla rete delle infrastrutture di ricarica pubblica e privata, in forme di incentivazione all'acquisto di veicoli elettrici attraverso sussidi sul prezzo di acquisto, l'esenzione dal pagamento di tasse di proprietà, e agevolazioni per la circolazione all'interno dei centri urbani. Tra i Paesi più attivi in quest'ambito vi sono Svezia, Germania, Austria, Paesi Bassi, ma anche l'Italia.

Sul fronte del secondo contributo, Danielis et al. (2020) rilevano che molti dei Paesi dell'Unione affermano nei rispettivi PNIEC di poter raggiungere entro il 2030 almeno il 14% di energia rinnovabile nei trasporti, ad eccezione di Lettonia, Ungheria, Croazia ed Irlanda che indicano livelli più bassi. Ben oltre l'obiettivo prestabilito dichiarano di poter giungere Svezia e Finlandia con quote rispettivamente uguali al 48% ed al 45%. Secondo Danielis et al. (2020), se l'obiettivo del 14% deve essere raggiunto questo implica il raddoppio della quota di energia rinnovabile, che dovrebbe passare dall'8,1% del 2018 al 19,1%. Le nazioni che dichiarano di poter giungere alle quote più elevate di energie rinnovabili all'interno dei trasporti sono quelle che puntano a due strategie per la decarbonizzazione, ovvero il ricorso ai biocarburanti ed all'elettrificazione dei trasporti. La prima opzione è percorribile attraverso l'imposizione di misure regolatorie che stabiliscono obblighi di miscelazione ed è di potenziale successo nel breve periodo, perché applicabile alla maggior parte dei veicoli in circolazione, mentre la

seconda appare di maggiore successo nel medio-lungo periodo e dovrebbe essere realizzata congiuntamente ad una ridefinizione del mix elettrico, alimentato da una quota crescente di fonti rinnovabili. È utile sottolineare che le strategie proposte dai diversi Paesi dell'Unione per raggiungere gli obiettivi prefissati dalla Commissione riflettono elementi di diversità derivanti dalla propria struttura industriale e dalla propria recente storia. Infatti, i Paesi dell'Europa orientale e di più recente accesso all'Unione manifestano una maggiore difficoltà nell'agire lungo le traiettorie richieste, perché il processo di transizione all'economia di mercato si è spesso accompagnato con un'ampia motorizzazione, tuttora in atto, e con la necessità di procedere ad un ammodernamento delle infrastrutture di trasporto. Queste ultime esigenze devono essere bilanciate con la necessità di procedere ad una decarbonizzazione profonda dei trasporti ed identificare l'equilibrio non è compito semplice. Paesi di consolidata industrializzazione e tradizionalmente aperti all'economia di mercato hanno un margine di operatività più flessibile e possono permettersi di proporre opzioni strategiche puntuali che includono politiche di tipo avoid, shift e non solo improve.

Dalla lettura dei PNIEC elaborati dai singoli Paesi membri si rileva sì la comune intenzione di far leva sull'uso dei biocarburanti e sull'elettrificazione dei trasporti – con il secondo che sembra raccogliere maggiore attenzione rispetto al passato – ma esistono diversità tra gli Stati membri sul ruolo che questa può avere rispetto ad altre forme di trasporto sostenibile. Se alcuni Paesi sembrano spingere in maniera decisa ed esclusiva sull'elettrificazione, altri invece non trascurano il ruolo della mobilità attraverso l'idrogeno o sugli altri combustibili puliti derivanti dal gas naturale. Tutti gli Stati membri confermano di voler sostenere il processo di decarbonizzazione attraverso misure fiscali e regolatorie. Tra le prime, Danielis et al. (2020) annoverano ad esempio esenzioni dal pagamento delle tasse di immatricolazione e sussidi, come quelli diretti a ridurre il prezzo di acquisto delle auto elettriche, come avviene in Italia. Tra le seconde, gli autori citano l'imposizione di obblighi relativi alle quote di miscelazione dei biocarburanti con i carburanti fossili e di standard energetici che gli edifici devono rispettare. La combinazione delle misure di tipo fiscale e di quelle regolatorie è diversa da Paese a Paese ed è pertanto arduo e presumibilmente inaccurato formulare delle generalizzazioni. È per questo motivo che il percorso verso la neutralità energetica è colmo di incertezze e proliferano gli studi che forniscono scenari deterministici e/o probabilistici per stimare l'evoluzione di una scelta rispetto a scenari alternativi. Ciò però presuppone in molti casi di partire da una situazione che esula dalla possibilità di innovazioni radicali o da combinazioni di innovazioni incrementali che potrebbero svilupparsi in un momento successivo alla predisposizione dello scenario e non note al ricercatore. Nel corso della prossima Sezione tenteremo di speculare sulle possibili evoluzioni future, dedicando spazio limitato alle formulazioni tecniche, ma concen-

trandoci invece sulle informazioni, di carattere divulgativo, di cui si trova discussione nel dibattito politico, economico e sociale, anche attingendo largamente alle discussioni che si sviluppano in rete.

Scenari possibili

Abbiamo rilevato un'ampia serie di contributi che si sono occupati di formulare ipotesi su come pervenire al risultato della decarbonizzazione dei trasporti, con sforzi che sono stati realizzati prevalentemente da centri di ricerca europei come il Joint Research Centre o l'Ispra, sebbene non manchino tentativi in questa direzione anche in ambito accademico. Per una rassegna esaustiva rimandiamo il lettore interessato al contributo di Danielis et al. (2020). Ci limitiamo qui a proporre solo l'ipotesi di scenario proposta dall'International Transport Forum pubblicata nell'anno 2019, (ITF 2019), a cui seguono delle informazioni e delle riflessioni di matrice socio-economica e politica.

Lo scenario più conservativo (current ambition) delineato dall'ITF (2019) ipotizza che le attuali misure di contenimento delle emissioni annunciate alla fine del 2018 vengano poste in essere. Esse mirano alla mitigazione dell'uso dell'auto privata ed includono, rispetto all'anno 2050, restrizioni crescenti all'accesso in alcuni centri cittadini per giungere a limitazioni che riguardano il 20% degli spostamenti con l'auto privata, incrementi del prezzo dei parcheggi fino al 20% e il raggiungimento della quota del 20% di viaggiatori che utilizzano la mobilità come servizio per pianificare i propri spostamenti. Lo scenario ipotizza altresì che continui l'attuale trend di integrazione ed espansione del trasporto pubblico, una stabilizzazione o una crescita molto limitata dello urban sprawl, un modesto incremento del carbon pricing nel trasporto extra urbano, una modesta riduzione nel consumo di carbone e petrolio nel trasporto delle merci, un moderato incremento dell'efficienza della logistica ed anche un incremento moderato dell'efficienza e della diffusione dei veicoli elettrici sia nel trasporto delle persone (urbano e non urbano) sia in quello delle merci.

Lo scenario più ambizioso (high ambition) presuppone che rispetto all'anno 2050 vi siano restrizioni all'accesso in centri cittadini che riguardano il 40% degli spostamenti con l'auto privata, incrementi del prezzo dei parcheggi tra il 10% e il 40% e che il 50% dei viaggiatori utilizzi la mobilità come servizio per pianificare i propri spostamenti. Lo scenario inoltre ipotizza che l'integrazione ed espansione del trasporto pubblico mostri una forte accelerazione e che ciò accada in tutto il mondo, suppone un incremento della densità urbana nella misura del 5%-10%, ipotizza un sostanziale incremento del carbon pricing nel trasporto extra urbano, così come una significativa ridu-

zione nel consumo di carbone e petrolio nel trasporto delle merci. Suppone un elevato incremento dell'efficienza della logistica ed un notevole incremento dell'efficienza e della diffusione dei veicoli elettrici nel trasporto delle persone (urbano e non urbano), ma non in quello delle merci. Ciò è in linea con lo scenario EV30@30, secondo cui il numero di veicoli elettrici leggeri sulla strada nel 2030 sarà di 220 milioni di unità di cui 130 milioni elettrici a batteria e 90 milioni ibridi plug-in (IEA, 2018).

Entrambi gli scenari però anche considerano quale potrebbe essere l'evoluzione di forme di mobilità con caratteristiche di rottura dirompente rispetto al passato. Queste includono i veicoli a guida autonoma (per il trasporto delle persone in aree urbane ed extraurbane, ma anche per il trasporto delle merci), la mobilità condivisa (per il trasporto delle persone in ambito urbano ed extraurbano), il tele lavoro (che impatta sul trasporto urbano), i viaggi low cost a lungo raggio, le innovazioni energetiche relative al trasporto aereo, la ferrovia ultraveloce, (tutte e tre le ultime forme impattano sul trasporto delle persone chiaramente in ambito extraurbano), il commercio elettronico, la stampa 3D, lo sviluppo di nuove rotte commerciali, la transizione energetica per il trasporto delle merci su lunghe distanze e la diffusione di veicoli ad alta capacità di trasporto.

Secondo lo scenario più conservativo le emissioni di CO₂ subiranno un incremento del 60% nell'anno 2050. Tale crescita deriverà in prevalenza dall'aumento della domanda di trasporto merci e passeggeri in contesti non urbani, che si stimano entrambi in crescita del 225% entro il 2050. Diversamente, le emissioni derivanti dal trasporto passeggeri in contesto urbano sono attese in calo del 19%, per effetto delle politiche di riorganizzazione dei trasporti in ambito cittadino. Nello scenario più ambizioso la domanda di trasporto globale per passeggeri è stimata più bassa del 20% nel 2050 e le relative emissioni il 70% più basse dello scenario più conservativo. Nonostante ciò, questo non sarebbe sufficiente per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi di portare la temperatura del pianeta ben al di sotto dei 2° C dell'era pre-industriale.

Secondo l'ITF (2019) la riduzione delle emissioni di CO₂ può essere accelerata dando maggiore impulso alle sopra citate fonti di rottura dirompente rispetto al passato. L'ITF (2019) stima, nello scenario più conservativo (current ambition), che l'impiego della mobilità condivisa potrebbe portare ad un dimezzamento dei chilometri percorsi in aree urbane con una riduzione delle emissioni del 30% per il 2050, mentre appare più contenuto il contributo derivante dall'uso di veicoli a guida autonoma e dal telelavoro. L'utilizzo di combustibili con un più basso contenuto di carbonio per l'alimentazione degli aerei su tratte di modesta distanza, nazionale o europea, in un contesto in cui la domanda di spostamenti di questo tipo è cresciuta significativamente negli ultimi anni, soprattutto grazie alle compagnie a basso costo, potrebbe determinare nello scenario più conservativo una riduzione delle emissioni al 2050 pari al 55%. La rapida crescita del commercio elettronico potrebbe determinare un incremento del volume

del trasporto merci tra il 2% e l'11% (in base alla modalità utilizzata) con un incremento delle emissioni di CO₂ pari a circa il 4%. Lo sviluppo di nuove rotte commerciali potrebbe determinare una riduzione dei volumi di commercio del 2% e dell'1% nelle emissioni di CO₂ al 2050, ma appare arduo formulare delle ipotesi sceve da incertezza perché potrebbe essere necessario ridefinire le catene globali della logistica ed i mezzi in esse impiegati. Per ciò che attiene il trasporto stradale delle merci, una maggiore diffusione di mezzi di trasporto pesanti (ad alta capacità) potrebbe determinare una riduzione delle emissioni del 3% per il 2050, percentuale che potrebbe essere più elevata (16% in meno nel 2050) se si considera la possibilità che tali mezzi siano alimentati da carburanti a basso o nullo contenuto di carbonio.

I risultati proposti poco sopra da parte dell'ITS determinano una riduzione delle emissioni ancora più accentuata se si considera uno scenario più ambizioso (high ambition). Ad esempio, nell'ambito del trasporto urbano di persone una diffusa adozione di veicoli condivisi ed a guida autonoma potrebbe determinare una riduzione delle emissioni del 73% al 2050. In modo simile, innovazioni tecnologiche radicali nel trasporto non urbano delle persone potrebbero portare ad una riduzione delle emissioni del 76% nel 2050 se gestite attraverso appropriate politiche complementari. Le sole innovazioni tecnologiche nel trasporto delle merci potrebbero determinare una riduzione delle emissioni di CO₂ del 44% per il 2050, percentuale che può salire al 60% se accompagnate da azioni del decisore pubblico sul fronte della logistica.

Nonostante il quadro articolato proposto dall'ITF (2019), in questo momento gli scenari di decarbonizzazione si basano prevalentemente su due strategie i cui risultati sembrano promettenti e più facilmente quantificabili nel futuro, ovvero da un lato un crescente uso dei biocarburanti, in termini di percentuali di miscelazione sempre maggiori con i combustibili fossili e, dall'altro, una forte spinta all'elettrificazione della mobilità con azioni regolatorie e fiscali che favoriscano la vendita di auto elettriche.

È altrettanto vero che esiste però un'ampia varietà di possibili evoluzioni future che non vengono ora contemplate nei modelli matematici e che attengono variabili economico-politiche, sociali e tecnologiche di cui si scorgono potenziali indizi con frequenza anche quotidiana attraverso la consultazione di siti web specialistici che raccolgono notizie, dichiarazioni, interventi legislativi e programmatici provenienti dalle fonti più disparate.

Una valutazione delle informazioni recenti rilevate nel momento in cui questo contributo viene realizzato ci spinge a portare all'attenzione del lettore alcuni fatti che possono essere spunto di riflessione.

Un primo gruppo di informazioni riguarda direttamente il Vecchio Continente. L'Unione Europea, presumibilmente consapevole della difficoltà di raggiungere l'obiettivo della totale decarbonizzazione dell'economia per il 2050 e della limitata ambizio-

ne delle richieste formulate ai singoli Stati membri per il 2030, ha deciso di introdurre lo scorso settembre il Climate Target Plan 2030. Si tratta di un documento programmatico che sposta dal 40% ad almeno il 55% la quota di riduzione delle emissioni previste per il 2030, obiettivo sul quale non sono stati ancora raggiunti accordi con gli Stati membri.¹¹ Si comprende, quindi, anche dalla lettura di quanto riportato in questo contributo, come sia arduo raggiungere questo tipo di obiettivo per la maggior parte dei Paesi dell'Unione e dell'Europa nel suo complesso e che sforzi sempre maggiori sono quindi richiesti alla tecnologia per poterli ottenere. In questa direzione possono essere lette alcune azioni che abbinano l'avanzamento della tecnica con l'importanza strategica nel perseguire la decarbonizzazione, non solo nei trasporti, ma soprattutto nel mix energetico. È questo il caso dello sfruttamento delle energie rinnovabili offshore per le quali è stato stimato un investimento di 800 miliardi di Euro da qui al 2050, ampiamente supportato dal vicepresidente per il Green Deal europeo, Frans Timmermans e dalla Commissaria per l'Energia, Kadri Simson. Si tratta di un progetto che mira a sfruttare la dotazione marina dell'Unione sotto diversi profili energetici che includono l'eolico, fisso o galleggiante, e il fotovoltaico flottante, ma anche impianti che permettono di sfruttare maree, correnti, e tecnologie che consentono di raccogliere le alghe e trasformarle in biocarburanti.¹² Questa Strategia Energie Rinnovabili Offshore è compatibile con gli obiettivi Climate Target Plan 2030, in cui era stimata una capacità di 300 Gigawatt derivanti da energia eolica prodotta da impianti marini, ed alla quale si stima di poter aggiungere 40 Gigawatt di energie rinnovabili derivanti dallo sfruttamento degli oceani. Gran parte degli 800 miliardi sopracitati si stima arriveranno dai privati, ai quali viene garantito un supporto pubblico non solo attraverso investimenti, ma anche mediante la necessaria predisposizione di un quadro normativo sulle energie marine che oggi risulta assente. Viene quindi auspicata una revisione degli orientamenti sugli aiuti di stato e tra le proposte in fase di discussione vi è anche la possibilità di creare una zona di offerta offshore all'interno della quale gli operatori di mercato potranno scambiarsi energia liberamente.

Il secondo gruppo di informazioni riguardano la Cina e l'India. Sicuramente c'è molto interesse per il documento (Nationally Determined Contributions) che la Cina dovrà produrre entro la fine dell'anno in cui delineare le strategie per rispettare gli impegni dell'Accordo di Parigi in virtù del fatto che è il primo paese al mondo per emissioni. La Cina ha affermato attraverso il suo presidente di voler raggiungere la neutralità climatica entro il 2060 e, secondo le attuali previsioni sull'andamento del PIL, è prevista una

¹¹ <https://www.rinnovabili.it/energia/efficienza-energetica/rinnovabili-europee-target-2030-40/>

¹² <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/strategia-energie-rinnovabili-offshore-ue/>

riduzione al 2030 dell'intensità di carbonio tra l'87% e il 93% rispetto ai livelli del 2005, una quota ben maggiore dell'attuale obiettivo del 60%-65%.¹³ Esistono però indicazioni ancora contrastanti su come il Paese intenda muoversi rispetto alla generazione di energia attraverso il carbone nel breve periodo a causa di frizioni tra il governo centrale e quelli delle province. Al momento sono state ancora concesse autorizzazioni alla costruzione di centrali a carbone, ma all'interno del prossimo piano quinquennale (2021-2025) verrà probabilmente vietata un'ulteriore espansione in questa direzione, almeno secondo le dichiarazioni del Ministero dell'Ambiente di Pechino.

Per quanto riguarda più da vicino il settore dei trasporti, Cina, India ed altri Paesi emergenti, però hanno un grande interesse ad abbandonare il petrolio, non solo per ragioni di carattere ambientale, ma anche e, forse di più, per ragioni economiche. Secondo uno studio condotto da Carbon Tracker¹⁴, un passaggio massiccio verso la mobilità elettrica in Cina determinerebbe un crollo della crescita della domanda di petrolio del 30% dal 2020 al 2030. Ciò in virtù del fatto che al settore dei trasporti di Cina e India è attribuibile nei prossimi dieci anni circa il 40% della crescita globale della domanda di petrolio. Secondo i calcoli riportati nel rapporto e basati su stime conservative fornite dall'Agenzia Internazionale per l'Energia, nel 2030 il 40% delle auto vendute in Cina sarà elettrica, mentre la quota sarà del 20% in India. Ciò che renderebbe attrattivo questo cambio di paradigma risiede nel fatto che Cina ed India risparmierebbero all'anno rispettivamente 80 e 30 miliardi di dollari dalle minori importazioni di petrolio. Tali somme sarebbero sufficienti a predisporre la rete infrastrutturale necessaria per un'ampia diffusione delle auto elettriche. Non solo, da un punto di vista politico, Cina ed India limiterebbero la loro dipendenza da una determinante non domestica di estrema importanza strategica.¹⁵

Il terzo gruppo di informazioni riguarda gli Stati Uniti. La vittoria di Joe Biden alle presidenziali americane può rappresentare un deciso punto di svolta nella politica energetica statunitense. Il presidente eletto ha investito una quota importante della propria campagna elettorale sulla piena consapevolezza del cambiamento climatico in atto e sulla necessità di intervenire prontamente per farvi fronte. Tale enfasi è stata determinante per ottenere il supporto di quella parte dell'elettorato democratico più sensibile alla conservazione dell'ambiente e probabilmente più vicina alle posizioni socialdemocratiche di Bernie Sanders e di Alexandra Ocasio-Cortez, spesso portate avanti con vigore dai cosiddetti millennials. Forse anche in virtù delle pressioni che provengono dall'ala più liberale del suo partito, Biden ha già indicato che il cambia-

¹³ <https://www.rinnovabili.it/ambiente/politiche-ambientali/neutralita-climatica-cina-ndc/>

¹⁴ <https://carbontracker.org/shift-to-electric-vehicles-in-emerging-markets-will-end-oil-era/>

¹⁵ <https://www.rinnovabili.it/mobilita/veicoli-ecologici/auto-elettriche-fine-petrolio/>

mento climatico è una delle priorità programmatiche sul quale intende agire attraverso un set di leve.¹⁶ Queste includono, tra le altre, investimenti nel settore automobilistico, tra cui viene esplicitamente citato l'intervento per la costruzione di infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici, la realizzazione di infrastrutture a favore della mobilità di ciclisti e pedoni, migliorare l'efficienza energetica degli edifici esistenti, in particolare in termini di isolamento termico, ma anche dar vita ad un programma edilizio per la costruzione di 1,5 milioni di abitazioni sostenibili. Le misure proposte includono altresì una spinta all'innovazione che possa favorire lo sviluppo di tecnologie pulite, tra cui batterie, idrogeno rinnovabile e materiali da costruzione di nuova generazione. Viene anche posta l'enfasi sull'agricoltura intelligente, sull'importanza della conservazione e sulla creazione di 250.000 posti di lavoro destinati alla chiusura di pozzi di petrolio e giacimenti di gas abbandonati e sulla volontà di bonificare le miniere abbandonate di carbone, roccia dura e di uranio. Viene inoltre indicato l'obiettivo di decarbonizzare la generazione di energia elettrica entro il 2035. In un recente intervento pubblico,¹⁷ Biden ha inoltre dichiarato di voler porre in atto le azioni necessarie per raggiungere l'obiettivo delle zero emissioni entro il 2050. Un futuro in cui gli Stati Uniti possano basarsi al 100% su energia generata da fonti rinnovabili appare possibile se si considera che nel 2020 viene prodotta una quantità di energia elettrica dall'eolico e dal solare che è quattro volte superiore a quella registrata nel 2010.

La possibilità di poter iniziare questo percorso di cambiamento radicale dipende dall'evoluzione politica domestica e dalla composizione della Camera dei Rappresentanti e del Senato. Infatti, il partito repubblicano mantiene relazioni privilegiate con le grandi imprese di estrazione e raffinazione del petrolio e sminuisce l'importanza del cambiamento climatico derivante dall'uso dei combustibili fossili. Ci troviamo in una situazione in cui gli equilibri politici sono ancora in fase di definizione e quindi appare arduo identificare con chiarezza che tipo di percorso Biden si troverà ad affrontare nel perseguimento dei propri obiettivi di salvaguardia dell'ecosistema.

A fronte di questi elementi di carattere politico vi sono incertezze, ma anche prospettive e potenzialità di natura tecnologica, tra le quali riteniamo vada citata una in particolare. Se la decarbonizzazione del trasporto persone sulle brevi distanze e soprattutto per veicoli privati sembra possa essere conseguita attraverso l'elettromobilità, sulle lunghe percorrenze che coinvolgono anche le merci e che si realizzano attraverso nave o aereo, è verosimile che sia necessario far affidamento a fonti energetiche come i biocarburanti e soprattutto sull'idrogeno. Si è visto che quest'ultimo presenta un'elevata densità energetica per unità di massa, ma che vi sono criticità che

¹⁶ <https://buildbackbetter.com/priorities/climate-change/>

¹⁷ <https://insideclimatenews.org/news/14092020/joe-biden-climate-change-speech-full-text>

riguardano il suo processo di produzione, di stoccaggio e di trasporto. Recentemente, sembrano esserci però indicazioni positive per il suo utilizzo. Infatti i ricercatori della Northwestern University hanno sviluppato un sistema per ottenere idrogeno dall'ammoniacca ad una temperatura di 250° C, rispetto a quella, molto più elevata, che era normalmente richiesta per la realizzazione di questo processo. In questo modo, la fonte riporta,¹⁸ la produzione dell'idrogeno non solo avviene con emissioni molto basse, ma genera un prodotto che è sostanzialmente puro, non necessita di ulteriori fasi di raffinazione e può essere facilmente trasportato attraverso le stesse modalità con cui viene stoccata e trasportata l'ammoniacca.

L'evoluzione del processo di decarbonizzazione dei trasporti passa inevitabilmente anche attraverso l'implementazione di innovazioni nelle abitudini dei cittadini e nella capacità delle istituzioni di farsi portatrici di cambiamenti radicali nella produzione e nel consumo di energia elettrica. A tale proposito appare particolarmente interessante riportare l'esempio delle comunità energetiche e dell'autoconsumo¹⁹ (già contemplate all'interno delle direttive 2018/2001/UE e 2019/944/UE) in cui i cittadini assumono non solo il ruolo di consumatori di energia elettrica, ma diventano anche produttori.²⁰ La comunità energetica è un'entità giuridica in cui soggetti dalle caratteristiche diverse, come persone fisiche, PMI, autorità locali, uniscono i propri sforzi con lo scopo principale di dar vita a dei benefici ambientali, economici e sociali per i membri della medesima comunità piuttosto che finalizzare la propria attività al conseguimento di un profitto. Vi sono due tipologie di comunità energetica. Le prime, introdotte dalla direttiva 2018/2001/UE, sono denominate comunità energetica di cittadini e vi possono far parte cittadini, autorità locali, e piccole, ma non medie imprese. Sono impegnate nella generazione, distribuzione, consumo, stoccaggio e fornitura di servizi energetici, tra i quali anche la ricarica di auto elettriche. Non vi è la necessità che i membri della comunità siano localizzati in prossimità del luogo in cui avviene la generazione dell'energia. Ciò le differenzia dal secondo tipo di istituto introdotto dalla direttiva 2019/2001/UE, denominato comunità energetiche rinnovabili, che possono essere considerate come un sottoinsieme delle prime in quanto riguardano la fornitura, il

¹⁸ <https://www.rinnovabili.it/energia/idrogeno/idrogeno-dall-ammoniacca-conversione-verde/>

¹⁹ È opportuno segnalare che l'autoconsumo è supportato anche dal Superbonus 110%, "una misura che eleva al 110% l'aliquota di detrazione delle spese sostenute dal 1° luglio 2020 al 31 dicembre 2021, per specifici interventi in ambito di efficienza energetica, di interventi antisismici, di installazione di impianti fotovoltaici o delle infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici negli edifici". (www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25)
<https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25>

²⁰ <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/sostenibilita-patrimonio-costruito-comunita-energetiche/>

consumo, lo stoccaggio e la vendita di energia rinnovabile, sia elettrica sia termica. Si tratta di un soggetto aperto alla partecipazione di cittadini, autorità locali, piccole e medie imprese che devono essere necessariamente collocati nelle vicinanze di progetti comunitari di energia rinnovabile.²¹

L'ENEA (2020) afferma che la regolamentazione italiana delle comunità energetiche e dell'autoconsumo di natura collettiva è descritta all'interno dell'art. 42 bis del "Decreto Milleproroghe", (convertito nella legge n. 8/2020 del 29 febbraio 2020). Sulla base delle indicazioni fornite dal legislatore, "l'autoconsumo collettivo è fatto da una pluralità di consumatori ubicati all'interno di un edificio in cui è presente uno o più impianti alimentati esclusivamente da fonti rinnovabili. Gli impianti possono essere di proprietà di soggetti terzi e usufruire di specifici benefici, come le detrazioni fiscali." (ENEA 2020: 13)²². L'autoconsumo collettivo può essere "istituito solo tra utenti dello stesso condominio che producono, immagazzinano e consumano l'energia rinnovabile" (Pisello et al. 2020: 43).

I soggetti che partecipano alle comunità energetiche rinnovabili sono tenuti a produrre energia destinata al proprio consumo attraverso impianti alimentati da fonti rinnovabili²³ di potenza complessiva non superiore a 200 kW. La comunità energetica rinnovabile deve essere composta da consumatori che fanno uso della rete elettrica di bassa tensione e sotto la stessa cabina di trasformazione di media/bassa tensione. I membri della comunità energetica rinnovabile preservano i loro diritti come consumatori finali ivi compreso quello di poter optare per un fornitore preferito ed abbandonare la comunità (ENEA 2020: 14). La legge n. 8/2020 specifica altresì quali sono le modalità di scambio e di condivisione dell'energia identificando un soggetto responsabile dell'energia condivisa che potrebbe essere anche un Gestore di Servizi Energetici che svolge un ruolo importante nella definizione delle modalità di accesso agli incentivi per la realizzazione dei progetti delle comunità.

Sulle comunità energetiche rinnovabili e sul loro ruolo nella decarbonizzazione dei trasporti vale la pena richiamare i lavori della Decima Commissione Industria,

²¹ "Tali comunità hanno la possibilità di produrre, consumare, stoccare e vendere energia rinnovabile anche attraverso accordi di transazione *ad hoc* per energia rinnovabile, possono condividere l'energia prodotta all'interno della comunità, ma anche accedere ad ogni mercato ritenuto adeguato" (<https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/Explanatory-note-on-energy-community-definitions.pdf>, p. 5)

²² Nucci et al. (2020) ricordano che nell'autoconsumo collettivo vi sono più "point of delivery con il distributore e lo scambio di energia elettrica (tra prosumer e prosumer e rete) avviene lungo reti di distribuzione pubblica, verosimilmente di bassa tensione sotto la stessa cabina secondaria di media/bassa tensione".

²³ Si noti che la disciplina dell'autoconsumo collettivo è legata esclusivamente alla fruizione di energia generata da fonti rinnovabili e non quella generata da fonti fossili.

Commercio Turismo (Senato della Repubblica Italiana 2019) chiamata già nel marzo 2019 a svolgere un'istruttoria "su costi e benefici, rischi ed opportunità, ostacoli normativi ed interventi legislativi" relativi al "Sostegno alle attività produttive mediante l'impiego di sistemi di generazione, accumulo e autoconsumo di energia elettrica". La Commissione, a suo tempo, aveva sottolineato come le comunità energetiche rinnovabili potevano rappresentare una leva verso l'elettrificazione sostenibile in grado di incentivare l'autoconsumo in loco e per le quali si auspicavano forme di tariffazione speciale per l'energia destinata alla mobilità elettrica dei soci delle comunità medesime. La Commissione aveva altresì sottolineato come nell'ambito degli impianti di autoconsumo condominiale fosse necessario prevedere un obbligo di potenza da installare sia per le nuove costruzioni sia per quelle esistenti, per favorire lo sviluppo della mobilità elettrica attraverso punti di ricarica condominiali.

Nonostante i recentissimi progressi realizzati in termini normativi vi sono ancora delle barriere tecniche e culturali all'adozione delle comunità energetiche sia nei Paesi che le hanno adottate per primi, ma, ancora di più, in quelli che ne hanno visto la genesi più recentemente. Al fine di promuoverne una più rapida diffusione in questi ultimi, come l'Italia, sono state predisposte azioni a livello progettuale (per esempio Horizon 2020) con lo scopo di favorire il confronto tra le migliori pratiche, sviluppate in Paesi pionieri come i Paesi Bassi, e quelle in fieri in nazioni in cui il recepimento normativo è estremamente recente.

Un esempio strettamente collegato alle esperienze sopra citate è emerso recentemente negli Stati Uniti, in Australia ed in alcuni Paesi Europei per soddisfare le esigenze di coloro che desiderano avere accesso ad energia pulita, solare in particolare, ma che non possono realizzare un impianto fotovoltaico nell'abitazione in cui vivono, perché non di proprietà (soprattutto negli Stati Uniti dove l'affitto è più diffuso) oppure perché vivono in condomini ove possono sussistere difficoltà di tipo normativo, edilizio o di semplice raggiungimento di un accordo con i soggetti che abitano lo stesso stabile. Si tratta di un fenomeno denominato solare di comunità o giardini solari, in cui una comunità di individui si accorda per la realizzazione di un impianto fotovoltaico su un appezzamento di terreno. Ogni persona della comunità può acquistare una quota di tale progetto oppure pagare una quota di sottoscrizione al progetto e con l'energia prodotta dall'impianto la persona può risparmiare, ricevendo pagamenti dal gestore dell'energia a cui viene ceduta (ovvero un credito nella propria bolletta).²⁴

Sono questi solo alcuni, ma rilevanti spunti, che lasciano presagire come l'evoluzione futura del percorso di decarbonizzazione appaia fortemente legata a fattori in continua evoluzione, di cui non è semplice tener traccia.

²⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=buv-EE6IYaM>

Conclusioni

Ridurre drasticamente le emissioni di CO₂ in Europa e nel mondo rappresenta l'unica alternativa possibile per consentire di bloccare il surriscaldamento del pianeta ed anzi invertirne la tendenza per non compromettere ulteriormente l'ecosistema già fortemente danneggiato dalle attività antropiche, in particolare a partire dal Secondo Dopoguerra.

In questa direzione uno sforzo particolare è necessario nell'ambito dei trasporti, settore che diversamente dagli altri, ha visto crescere il proprio contributo alle emissioni di CO₂ tra il 1990 ed il 2019. Appare però particolarmente arduo pensare di pianificare strategie volte alla decarbonizzazione dei trasporti sceve da elementi di profonda incertezza. Il presente contributo ha delineato gli strumenti che possono essere potenzialmente messi in campo (o che lo sono tuttora) per poter favorire la decarbonizzazione dei trasporti, dal carbon pricing, agli standard di emissione fino alla considerazione delle innovazioni tecnologiche che riguardano i biocarburanti, la mobilità elettrica ed a idrogeno. Lo studio dei PNIEC, realizzati dai singoli Stati membri anche in ottemperanza alle indicazioni dell'EGD, in momenti diversi nel corso degli ultimi cinque anni, ha però evidenziato che solo tre Paesi Europei, Svezia, Finlandia e Norvegia (sebbene quest'ultima non parte dell'UE) siano riusciti a portare la quota di energia rinnovabili nel settore dei trasporti ad un valore superiore al 10% già alla fine del 2018. Diversamente molti altri Paesi sono lontani da questo traguardo.

Si è visto che sono due le principali modalità che i Paesi membri hanno deciso di impiegare per raggiungere la decarbonizzazione dei trasporti, ovvero il ricorso alla miscelazione dei biocarburanti con i combustibili fossili, da un lato, e la spinta all'elettromobilità, dall'altro.

La prima strategia sembra essere quella di maggiore successo nel breve periodo in quanto la quasi totalità dei mezzi di trasporto in circolazione è ancora a combustione interna. Non è però una soluzione scevra di problematiche che riguardano l'intera catena del valore dei biocarburanti che deve essere in grado di garantire la realizzazione di un prodotto finito attraverso un processo produttivo che non generi impatti negativi sull'ambiente. Ciò riguarda l'approvvigionamento delle materie prime sia a livello nazionale sia internazionale, lo smaltimento degli scarti della produzione di biocarburante e il delicato rapporto che si instaura con il settore agricolo. Inoltre, è verosimile che sia necessario predisporre investimenti anche sul fronte delle infrastrutture deputate alla distribuzione dei biocarburanti, che potrebbe avvenire attraverso l'adeguamento delle strutture esistenti oppure mediante la realizzazione di impianti completamente nuovi. Quest'ultima opzione appare certamente più verosimile nel caso dell'idrogeno anche se gli ultimi sviluppi della ricerca di cui si è fatta menzio-

ne nel contributo, sembrano poter lasciar spazio all'utilizzo delle stesse infrastrutture impiegate per il trasporto dell'ammoniaca.

La seconda strategia è certamente più efficace sul fronte delle emissioni durante la fase d'uso del veicolo, ma è vincente se una serie di aspetti vengono tenuti in adeguata considerazione. È fondamentale che il mix energetico dei Paesi europei (e non solo) sia sempre più e sempre più velocemente costituito da fonti rinnovabili. Investimenti in questa direzione sono auspicabili a livello nazionale, ma sono desiderabili anche accordi intra-comunitari ed internazionali attraverso i quali Paesi in eccedenza di energia elettrica rinnovabile la possano cedere a Paesi che si trovano ancora in una fase più arretrata di rinverdimento del proprio mix energetico. È altrettanto rilevante il ruolo del decisore pubblico, direttamente o tramite il supporto ad investitori privati, affinché si possa giungere ad una sempre più capillare infrastrutturazione del territorio con punti di ricarica veloce. È necessario pensare ad una profonda ristrutturazione della catena del valore delle imprese automobilistiche, un processo che è già in atto, e che vede diverse aziende impegnate nella produzione sia di modelli endotermici sia di modelli puramente elettrici. Incertezze esistono certamente sulle fasi a monte del processo produttivo, legate all'evoluzione del prezzo dei materiali rari necessari per il funzionamento delle batterie, ma anche a valle, per lo smaltimento e il recupero delle stesse. L'elettrificazione dei trasporti può essere sostenuta dall'intervento del decisore pubblico attraverso azioni legislative non solo a livello comunitario, ma anche nazionale e locale, che si traducono nel mantenimento degli incentivi all'acquisto delle auto elettriche, come i sussidi sul prezzo di acquisto, ma dovrebbero anche contemplare un progressivo incremento della tassazione sui carburanti fossili. Ciò appare particolarmente complesso da un punto di vista sociale e politico, ma è auspicabile che possa essere identificato un set di strumenti che permettano gradualmente di incrementare l'imposizione fiscale su benzina e gasolio e di diminuire allo stesso tempo quella sull'elettricità. Il ruolo del decisore pubblico come regolatore entra prepotentemente in gioco quando è necessario dare accoglimento normativo a buone pratiche di generazione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili che si sviluppano all'interno di aggregazioni come le comunità energetiche. In tali circostanze, il regolatore dovrebbe non solo snellire le procedure amministrative richieste, ma dovrebbe anche farsi carico di dare divulgazione delle opportunità in atto, attraverso un coordinamento efficiente tra l'amministrazione centrale e quella periferica di regioni e comuni che, presumibilmente, meglio conoscono la realtà locale e possono cercar di dare la maggior diffusione possibile ai progressi scientifici ed alle loro possibilità di applicazione pratica.

Riteniamo che l'obiettivo della decarbonizzazione dei trasporti possa essere raggiunto in Europa non solo se vengono realizzati gli sforzi di coordinamento intra-comunitario ed extra-comunitario delineati nel contributo, ma soprattutto attraverso

una capillare attività informativa destinata a tutta la popolazione di ogni Stato membro. È auspicabile che quest'azione possa sviluppare la sensibilità ambientale della cittadinanza e la generazione di comportamenti virtuosi, anche attraverso l'erogazione di forme di incentivo, la cui natura può variare per ciascuno Stato membro e specifiche aree territoriali dello stesso.

È verosimile, quindi, che il cambiamento climatico generato in buona parte anche dal settore dei trasporti, possa essere limitato con successo attraverso un approccio organico, diretto dal decisore pubblico europeo che coinvolge però in modo attivo i livelli di governo di grado inferiore, le imprese automobilistiche ed i cittadini dell'Unione, collegati tra loro in modo interdipendente.

Bibliografia

Brand, C. et al.

2019 'Lifestyle, Efficiency and Limits: Modelling Transport Energy and Emissions using a Socio-Technical Approach', *Energy Efficiency*, Vol. 12, n.1, pp. 187-207.

Commissione Europea

2019 *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. Il Green Deal europeo*, Bruxelles, 11.12.2019 COM(2019) 640 final.

Danielis, R. (a cura di)

2019 *La decarbonizzazione dei trasporti: è un obiettivo possibile?* Trieste, EUT Edizioni Università di Trieste.

Danielis, R. et al.

2018 'A Probabilistic Total Cost of Ownership Model to Evaluate the Current and Future Prospects of Electric Cars Uptake in Italy', *Energy Policy*, Vol. 119, pp. 268-281.

2019 'A Meta-Analysis of the Importance of the Driving Range in Consumers' Preferences Studies for Battery Electric Vehicles', Working Paper SIET N. 2.

2020 *Decarbonising Transport in Europe: Trends, Goals, Policies and Passenger Car Scenarios*. Mimeo.

ENEA

2020 *Le comunità energetiche in Italia. Una guida per orientare i cittadini nel nuovo mercato dell'energia*, ottobre.

Giansoldati, M. et al.

2017 'La stima della domanda di auto elettriche basata sulla metanalisi', *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*, N. 2, articolo 5.

Giansoldati, M. et al.

2018 'The role of driving range in consumers' purchasing decision for electric cars in Italy', *Energy*, Vol. 165, pp. 267-274.

IEA

2018 *Global EV Outlook 2018: Towards cross-modal electrification*, Parigi, International Energy Agency.

ISFORT

2019 *Rapporto sulla mobilità degli italiani*, Roma.

ITF

2017 *ITF Transport Outlook 2017*, Parigi, OECD Publishing.

2019 *ITF Transport Outlook 2019*, Parigi, OECD Publishing.

Nucci, C.A.

2020 Estratto da “Le comunità energetiche oltre il 2021, in Italia e in Europa”, *Ecomondo – Keyenergy*, 6 novembre 2020.

Pisello, A.L. et al.

2020 ‘Un nuovo modello per il sistema energetico nazionale ed europeo: le comunità energetiche’, *AiCARR Journal*, Vol. 45, n. 6, pp. 42-47.

Scorrano, M. et al.

2019 ‘The Cost Gap between Electric and Petrol Cars. An Estimate via a Persona-Based Deterministic and Probabilistic Total Cost of Ownership Model’, *International Journal of Transport Economics*, Vol. XLVI, n. 3, pp. 93-122.

Senato della Repubblica Italiana

2019 *Green Energy. Il sostegno alle attività produttive mediante generazione, accumulo e autoconsumo di energia elettrica*, Decima Commissione, Industria, Commercio, Turismo, Consultazione Pubblica, Ufficio Valutazione Impatto, Roma.

Tvinnereim, E. e M. Mehling

2018 ‘Carbon Pricing and Deep Decarbonisation’, *Energy Policy*, Vol. 121, pp. 185-189.

Zhou, X. e T. Kuosmanen

2020 ‘What Drives Decarbonization of New Passenger Cars?’, *European Journal of Operational Research*, Vol. 284, n. 3, pp. 1043-1057.

About the Authors

Marco Giansoldati is Assistant Professor in Economic Policy in the Department of Social and Political Sciences of the University of Trieste, Italy where he teaches Macroeconomics and Public Economics. His research interests are in the fields of economics of transportation, international macroeconomics, firms' financial constraints and international engagement.

MARCO GIAN SOLDATI

Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali, Università di Trieste, Piazzale Europa, 1, 34127, Trieste, Italy, tel. 0405583296

e-mail: mgiansoldati@units.it

Romeo Danielis is Full Professor in Applied Economics in the Department of Economics, Business, Mathematics and Statistics "Bruno de Finetti" of the University of Trieste, Italy. He teaches Industrial Economics, Transport Economics and Logistics and Applied Microeconomics. His research focused on Input-output and environmental modelling, transport economics and policy, external cost evaluation, transport demand modelling, discrete choice modelling, and total cost of ownership of electric vehicles

ROMEO DANIELIS

Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti, Università di Trieste, Via dell'Università, 1, 34123, Trieste, Italy, tel. 0405587033

e-mail: romeo.danielis@deams.units.it

Mariangela Scorrano is a Post-Doctoral Researcher in Applied Economics in the Department of Economics, Business, Mathematics and Statistics "Bruno de Finetti" of the University of Trieste, Italy. where she teaches Microeconomics and Financial Economics. Her research interests focus on transport economics and policy, transport demand modelling, discrete choice modelling, total cost of ownership of electric vehicles, and the integration between electric mobility and renewable energy sources through the use of microgrids.

MARIANGELA SCORRANO

Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti, Università di Trieste, Via dell'Università, 1, 34123, Trieste, Italy, tel. 0405587060

e-mail: mscorrano@units.it