

## La transizione energetica verso una società post-carbon

La storia dell'umanità è sempre stata caratterizzata da periodi di grandi trasformazioni sociali, economiche e tecnologiche, spesso incentrate sul bisogno da parte dell'uomo di utilizzare nuove forme di energia per soddisfare i propri bisogni primari e per migliorare il proprio stile di vita. Si pensi ai profondi cambiamenti che il settore energetico ha subito nei secoli, dall'impegno della legna all'uso intensivo del petrolio fino all'introduzione del nucleare, per tornare nuovamente oggi ad una stagione in cui le fonti rinnovabili giocano un ruolo chiave, anche per limitare gli effetti del cambiamento climatico. Il percorso dell'uomo è sempre stato accompagnato da un'evoluzione energetica, sviluppata attraverso transizioni in termini di fonti di energia, tecnologie di produzione e trasporto, nonché modalità di utilizzo dell'energia nei suoi usi finali.

La capacità di sfruttare le risorse energetiche di un Paese è, da sempre, un indicatore del benessere di una nazione: il suo sviluppo economico è fisiologicamente accompagnato dalla maggior richiesta di energia per gli usi finali. La crescita socio-economica, infatti, ha mostrato negli anni di essere positivamente correlata al consumo energetico. Ad esempio, in Italia dal 1971 al 2016, il Total Primary Energy Supply (TPES) e il Prodotto Interno Lordo (PIL) sono cresciuti rispettivamente di 1.4 e 2.2 volte. Analizzando le serie storiche degli ultimi 50 anni, questo trend di proporzionalità appare evidente, considerando che un rapido decremento di PIL e TPES si è verificato in concomitanza delle due crisi energetiche degli anni '70 e della crisi economica del 2008. Nonostante ciò, nell'ultimo decennio i trend energetico ed economico stanno iniziando a disaccoppiarsi poiché, grazie all'avanzamento tecnologico e al miglioramento dell'efficienza energetica, spinti entrambi dalla sempre più urgente necessità di una società post-carbon, la domanda di energia è cresciuta molto meno rispetto al PIL.



Ad ogni modo, al giorno d'oggi, l'uso massiccio delle fonti fossili per scopi energetici è riconosciuto come una delle principali cause del problema ambientale in atto: solo un cambio di rotta sostanziale verso nuovi mix di fonti energetiche può aiutare ad affrontare il problema. Questo è il punto di partenza per la nuova transizione a basso impatto ambientale.

L'attuale quadro mondiale si caratterizza con più dell'81% dell'energia nel mondo prodotta da combustibili fossili, responsabile dei due terzi delle emissioni di gas serra e della maggior parte (80%) delle emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente. Anche su scala locale, le emissioni da trasformazioni energetiche risultano essere il maggior responsabile dell'inquinamento dell'aria, considerando che più dell'85% del PM<sub>2,5</sub> è emesso da attività umane.

Come indicato anche dall'Unione Europea, appare evidente che l'attuale sistema energetico necessita di una sostanziale revisione, al fine di raggiungere quattro obiettivi chiave della politica energetica comunitaria: riduzione della dipendenza energetica, riduzione della domanda energetica, aumento dell'efficienza energetica dei sistemi dalla produzione all'uso, incremento di penetrazione delle fonti energetiche rinnovabili. Un quinto obiettivo strategico è coinvolgere nel processo la società intera. Sono gli uomini che consumano energia, non i sistemi energetici: per questo, solo una diffusa e radicale consapevolezza delle questioni energetiche e ambientali che coinvolga tutti i cittadini può permettere di ottenere una vera accelerazione del percorso di transizione energetica verso una società "decarbonizzata".

È opinione condivisa che questa transizione vedrà come elemento chiave l'elettrificazione e, per essere efficace, dovrà essere portata avanti in tutti i settori: trasporti, civile e industriale.

Grazie alla maggiore consapevolezza delle potenzialità delle fonti rinnovabili, alla maturità delle tecnologie in grado di sfruttarle e al ricorso alle tecnologie ICT, si avrà una profonda trasformazione del settore energetico che porterà alla prossima, cruciale per l'umanità, transizione energetica.

L'energia elettrica generata da fonti rinnovabili sembra quindi porsi come protagonista in questa evoluzione. Fino ad oggi le fonti rinnovabili non hanno sostituito il tradizionale paradigma energetico, ma lo hanno semplicemente affiancato. Il sistema energetico odierno, infatti, è ancora fortemente basato su una struttura centralizzata, governata da grandi centrali a fonti fossili. La maturità tecnologica raggiunta negli ultimi anni consente oggi tuttavia di iniziare un processo di sostituzione del sistema energetico in essere, dando vita anche a soluzioni con impianti di produzione distribuita di piccola taglia, interconnessi tra loro, di proprietà dei cittadini stessi e capaci di sfruttare le risorse rinnovabili locali. Il ricorso a queste fonti di energia, per natura non programmabili e non distribuite uniformemente sul territorio, aprirà una nuova sfida per la gestione delle reti di trasmissione e distribuzione, sempre più efficienti, resilienti ed in grado di garantire la continuità e la qualità del servizio.

Questa transizione non avrà effetto solo sul settore energetico, ma produrrà positivi effetti sia sull'economia, con la creazione di nuovi posti di lavoro, il cambiamento del mercato elettrico e lo sviluppo di nuovi modelli di business per i servizi energetici, sia sulla società, con il miglioramento della qualità della vita dovuto all'uso di nuovi prodotti-servizi e ad una più ampia offerta degli stessi, sempre orientati a mitigare gli effetti climatici e a migliorare la qualità climatica esterna e interna percepita dagli utenti. Il ruolo del cittadino andrà gradualmente modificandosi, passando da essere una figura passiva a diventare un soggetto attivo, protagonista consapevole delle proprie scelte in campo energetico. Con sistemi e apparecchiature sempre più "plug and play", il cittadino di domani sarà in grado, ad esempio, di installare autonomamente un impianto fotovoltaico sul tetto, trasformandosi in prosumer (produttore-consumatore) e diventando così parte attiva del mercato dell'energia. Egli potrà anche decidere di condividere l'energia autoprodotta con i propri "vicini di casa", creando una vera comunità energetica, in modo da massimizzare l'autoconsumo. Di fatto, un sistema energetico interconnesso anche a micro-scala, che riprodurrà l'esperienza di connettività, già ampiamente vissuta nel mondo delle telecomunicazioni.

Per consentire la buona riuscita di questa transizione energetica e sociale è necessario l'utilizzo ben orientato delle potenzialità delle nuove tecnologie digitali.

La digitalizzazione è un aspetto chiave per la gestione della trasmissione, della distribuzione dell'energia e per l'uso dell'energia. L'Internet of Things (IoT) già rende possibile la connessione tra il mondo analogico (persone, edifici, tecnologie, ecc.) e il mondo digitale (big data), consentendo di processare, analizzare ed utilizzare sempre più dati, anche per poter prevedere i comportamenti futuri. L'IoT applicato al settore energetico permetterà la stessa evoluzione al settore dell'energia.

La digitalizzazione è fondamentale non solo lato produzione/distribuzione, ma anche per quanto riguarda gli usi finali. A livello urbano, i settori maggiormente interessati da questa trasformazione sono mobilità ed edifici, in quanto offrono il maggior potenziale di elettrificazione. L'elettrificazione degli edifici (all-electric buildings) è una delle traiettorie prioritarie per la Commissione Europea. Nel settore dei trasporti, soprattutto quelli urbani, il ricorso alle tecnologie digitali potrà supportare la penetrazione dei veicoli elettrici autonomi e connessi, portando ad un miglioramento locale della qualità dell'aria e ad una riduzione delle emissioni di  $\text{NO}_x$  e  $\text{CO}_2$ . Per guidare questa transizione, gli aspetti chiave riguardano non solo il veicolo in sé ma tutta l'infrastruttura a supporto, dove un aspetto cruciale è legato alle modalità di accumulo dell'energia.

In ambito edilizio, d'altro canto, è stato stimato che la digitalizzazione porterà ad una riduzione dei consumi dell'energia fino a 65 PWh entro il 2040. Gli edifici del futuro saranno quindi prevalentemente utenti elettrici, fortemente digitalizzati e si comporteranno come soggetti attivi della società post-carbon. Grazie a questo processo di digitalizzazione, gli edifici saranno in grado di dialogare direttamente con la rete elettrica: sarà infatti possibile effettuare strategie di demand-response, tali da aumentare o ridurre il proprio consumo energetico in risposta alle variazioni del costo dell'energia elettrica o alla produzione di energia da fonti rinnovabili, oppure l'ottimizzazione della carica del veicolo elettrico.

La digitalizzazione avrà un grande impatto anche sulle abitudini dei consumatori: grazie a sistemi di monitoraggio real-time collegati ad applicazioni per smartphone o dashboard sarà possibile informare in modo interattivo le persone rispetto ai loro consumi, rendendole protagoniste e consapevoli delle loro scelte in ambito energetico. Questo si tradurrà nell'ottimizzazione dei consumi finali, nella riduzione degli sprechi e conseguentemente in una diminuzione delle emissioni di  $\text{CO}_2$ .

La transizione energetica è già in atto, le tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili sono mature e competitive, i processi di efficientamento sono sempre più diffusi, e la sinergia con i device digitali sta mostrando il suo potenziale, ma questi sforzi non sono ancora sufficienti. Affinché questa evoluzione post-carbon vada a buon fine sarà necessario interpretarla come un'opportunità di crescita economica e sociale, puntando in particolar modo sul coinvolgimento proattivo del consumatore. La tecnologia è pronta, ora dobbiamo rendere pronti anche i cittadini.