

FOCUS: Quanto è sfidante la transizione energetica italiana

Francesco Gracceva e Bruno Baldissara

La transizione energetica europea: obiettivi e strumenti

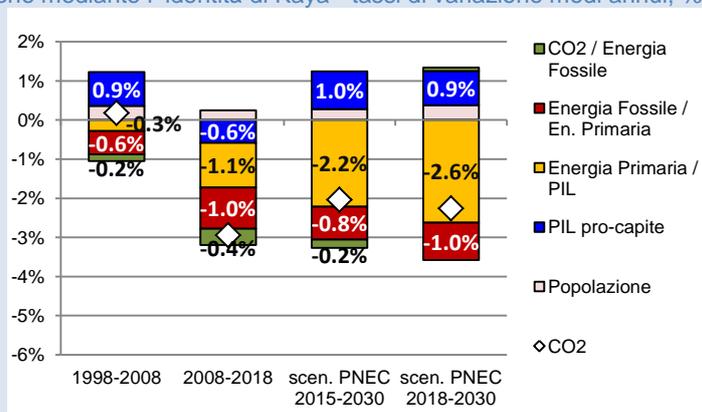
Il quadro 2030 per il clima e l'energia prevede alcuni obiettivi chiave per il periodo 2021-2030 a livello dell'intera UE: a) almeno il 40% di taglio alle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990 (-43% rispetto al 2005 per i settori ETS, -30% per i settori non ETS); b) un obiettivo vincolante di energia rinnovabile nell'intera UE di almeno il 32% del consumo finale di energia (rivisto al rialzo nel 2018 dal precedente 27%); c) almeno il 32,5% di miglioramento dell'efficienza energetica, intesa come riduzione rispetto allo scenario tendenziale PRIMES del 2007 (target anche questo rivisto al rialzo nel 2018). Inoltre, nel più lungo periodo, per essere in linea con l'accordo di Parigi, la prospettiva proposta dalla Commissione Europea è quella di emissioni nette di gas a effetto serra nulle entro il 2050. Per indirizzare il sistema energetico europeo verso questi ambiziosi obiettivi l'Unione dell'Energia ha messo in campo un nuovo regolamento sulla governance dell'Energy Union e dell'azione per il clima (dell'11 dicembre 2018), parte del pacchetto Clean energy for all Europeans. Il fine principale del nuovo regolamento è quello di vincolare gli Stati membri a sviluppare strategie a supporto degli obiettivi dell'Energy Union, in primo luogo mediante l'obbligo per ogni paese di stilare i cosiddetti integrated national energy and climate plans (NECPs), che devono fornire "a clear perspective on the ambition of the Member States up to 2030 and the measures and the means they are putting forward to reach it", per di più in coerenza con una strategia di più lungo termine (2050). I piani devono stabilire obiettivi nazionali per ciascuna delle cinque dimensioni dell'Unione dell'energia (decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica, mercato interno dell'energia, ricerca, innovazione e competitività), a partire da una base analitica e secondo uno schema comune, che garantisce che siano sufficientemente completi e ne facilitino il confronto e l'aggregazione.

La traiettoria di decarbonizzazione italiana: caratteristiche essenziali

La Proposta di Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) che il Ministero dello Sviluppo Economico ha inviato alla Commissione europea l'8 gennaio 2019 rappresenta dunque la più recente "visione" del decisore politico italiano riguardo alla auspicata traiettoria di decarbonizzazione italiana. I principali obiettivi del piano sono una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%, una riduzione dei consumi di energia primaria del 43% (rispetto allo scenario tendenziale PRIMES 2007), a fronte di un obiettivo UE del 32,5%, la riduzione delle emissioni di gas serra nei settori non-ETS del 33% rispetto al 2005. Per valutare quanto sia sfidante questa traiettoria è utile partire da un'analisi dello scenario che include le politiche e misure previste nella proposta di PNIEC (scenario PNIEC).¹ In Figura 1.6 lo scenario PNIEC viene analizzando scomponendo la variazione prevista delle emissioni di CO₂ mediante la cosiddetta identità di Kaya², un'espressione matematica che lega le emissioni di CO₂ al prodotto interno lordo, alla popolazione, all'intensità energetica dell'economia, all'intensità carbonica dell'energia consumata.

Il tratto saliente dello scenario PNIEC che emerge dalla scomposizione è che la riduzione dell'intensità energetica è di gran lunga il fattore più importante per il raggiungimento del target di emissioni, un dato peraltro in linea con la raccomandazione per gli Stati membri di tenere conto del principio dell'efficienza energetica al primo posto. Il contributo alla riduzione delle emissioni che viene dalla riduzione media annua dell'intensità energetica³ è infatti quasi triplo rispetto al contributo che viene dalla riduzione della quota di energia fossile sul totale dell'energia primaria: nello scenario PNIEC la prima è prevista ridursi a un tasso medio annuo del 2,2% tra il 2015 e il 2030 (che sale al 2,6% m.a. se si considera il periodo 2018-2030, visto l'aumento dei consumi registrato nell'ultimo triennio), mentre la seconda si riduce dello 0,8% medio annuo. Ha invece un ruolo marginale l'intensità carbonica dell'energia fossile, la cui riduzione si ferma peraltro al 2025, con l'ipotesizzato completamento del *phase-out* del carbone nella termoelettrica, per poi tornare a un sia pur leggero aumento nel quinquennio successivo, nel quale la contrazione dei consumi di gas naturale è prevista maggiore di quella dei consumi di prodotti petroliferi (più *carbon intensive*).

Figura 1.6 - Variazione delle emissioni di CO₂ nello scenario PNIEC e nei due precedenti decenni (scomposizione mediante l'identità di Kaya - tassi di variazione medi annui, %)



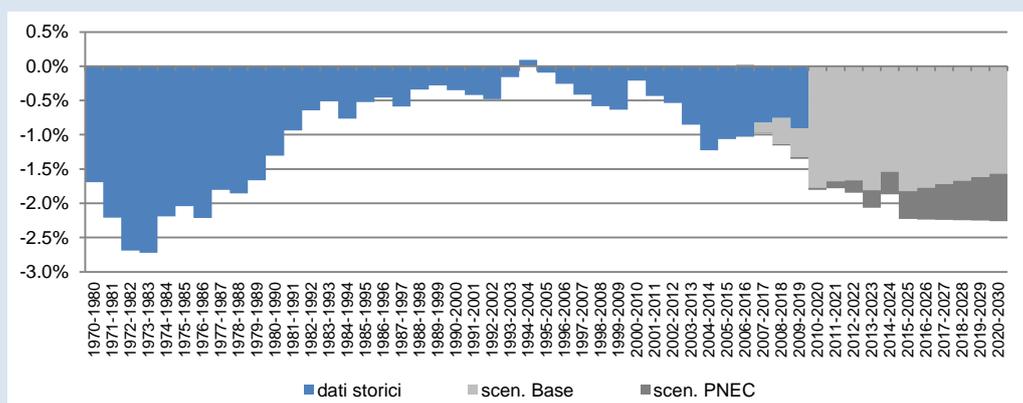
Il confronto con l'evoluzione dei due decenni precedenti evidenzia come la differenza fondamentale fra lo scenario PNIEC e i dati storici sta proprio nell'accelerazione della riduzione dell'intensità energetica, almeno doppia rispetto a quella registrata nel decennio 2008-2018, decennio nel quale il calo dell'intensità energetica aveva accelerato in coincidenza della forte crisi economica. Considerando che la variazione della quota di fossili, dell'intensità carbonica dell'energia fossile e della popolazione non è invece prevista discostarsi molto dal passato, l'accelerazione del ritmo di riduzione dell'intensità energetica risulta nello scenario PNIEC evidentemente condizione necessaria per controbilanciare la spinta positiva proveniente dal PIL, che a differenza dell'ultimo decennio è previsto in aumento.

Intensità energetica elemento centrale della decarbonizzazione italiana al 2030

Il ruolo centrale svolto dall'intensità energetica nella traiettoria di decarbonizzazione descritta dalla proposta di PNIEC induce a ritenere di primaria importanza provare a comprendere l'effettiva possibilità di una riduzione dell'intensità energetica dell'ordine di quella prevista nello scenario PNIEC. In effetti negli ultimi anni è stata già più volte sottolineata la centralità della sfida del cosiddetto disaccoppiamento tra crescita economica e consumi energetici, al centro della quale vi è evidentemente il tema dell'efficienza energetica (vedi ad esempio Checchi e Saraceno, 2018). La **Figura 1.6** rende evidente come il raggiungimento degli obiettivi richieda infatti che si manifesti un segno opposto fra dinamica dell'economia e dinamica dei consumi energetici, un fenomeno di cui però gli ultimi quattro anni hanno dimostrato la difficoltà di realizzazione: fra il 2014 e il 2018 il PIL è aumentato dell'1,1% medio annuo, mentre i consumi di energia sono aumentati dello 0,8% medio annuo, perché si è assistito a un marcato rallentamento del disaccoppiamento fra le due variabili che si era registrato negli anni delle due crisi economiche (vedi Staffetta quotidiana 11 maggio 2018).

Per provare a valutare la plausibilità della riduzione dell'intensità energetica descritta nella proposta di PNIEC, un esercizio utile è approfondire il confronto fra quest'ultima e l'esperienza storica, sia estendendo l'analisi a una serie storica più lunga, sia entrando più nel dettaglio dei settori di uso finale dell'energia.

Figura 1.7 - Tassi medi annui decennali di variazione dell'intensità energetica (dati storici e dati impliciti nello scenario PNIEC)



La **Figura 1.7** mostra i tassi medi annui di variazione dell'intensità energetica su base decennale (ogni istogramma rappresenta dunque il tasso medio annuo di variazione dell'intensità energetica in quel decennio), e confronta i dati storici con i tassi medi annui decennali che si registrerebbero nei prossimi dodici anni se si realizzasse lo scenario PNIEC. Il primo dato che emerge dalla figura è che la riduzione dell'intensità energetica italiana si è mantenuta su tassi medi annui decennali superiori all'1% medio annuo fino all'inizio degli anni '90. La riduzione media annua registrata fra il 1981 e il 1991 è infatti stata appena inferiore all'1% medio annuo, e tale soglia è stata di nuovo superata soltanto nel periodo della recente crisi economica (la riduzione media annua dell'intensità energetica registrata tra il 2004 e il 2014 è stata pari all'1,2%). Ma negli ultimi quattro anni la citata ripresa dei consumi ha determinato inevitabilmente un nuovo calo del ritmo di riduzione medio decennale: secondo gli ultimi dati disponibili, in parte ancora provvisori, nel decennio 2008-2018 l'intensità energetica si è ridotta a un tasso medio annuo dello 0,8%.

Il confronto fra i dati storici e quelli dello scenario PNIEC chiarisce in modo molto evidente la "rottura" implicita in tale scenario, che di fatto implica un ritorno dei tassi di riduzione dell'intensità energetica su valori superiori al 2% m.a. (su base decennale), valori che si sono registrati solo nella prima metà degli anni ottanta, cioè nel periodo degli effetti massimi delle crisi petrolifere (tra il 1979 e il 1983 i consumi di energia primaria hanno perso circa 10 Mtep, a fronte di una crescita del PIL del 6%), che determinarono una forte ristrutturazione del sistema produttivo italiano.

Nella consultazione successiva alla proposta di PNIEC, come anche nel più ampio dibattito pubblico, e infine ancora nelle raccomandazioni della Commissione Europea, la valutazione sulla plausibilità degli obiettivi fissati dalla proposta di PNIEC in termini di efficienza energetica si è concentrata principalmente sull'effettiva realizzabilità dei circa 10 Mtep di minori consumi di energia previsti nello scenario PNIEC rispetto allo scenario a politiche correnti. In particolare, molta attenzione è stata dedicata alla necessità di verificare meglio che: a) "gli strumenti politici fondamentali illustrati (...) permettano risparmi adeguati", con un "un consistente potenziamento che permetta di conseguire gli obiettivi di risparmio energetico indicati" (Raccomandazione della Commissione del 18.6.2019 sulla proposta di piano nazionale integrato per l'energia e il clima dell'Italia 2021-2030); b) le misure identificate siano le più efficaci per il sistema nel suo complesso.

Una caratteristica di rilievo della traiettoria di decarbonizzazione italiana prevista dal PNIEC, forse meno apprezzata finora, è che le politiche e misure previste si vanno a innestare su un'evoluzione tendenziale del sistema ("a politiche correnti") che in effetti già rappresenta una notevole "rottura" rispetto alla storia passata del sistema. La [Figura 1.7](#) mostra come già lo scenario Base descritto nella proposta di PNIEC implichi tassi medi annui decennali di riduzione dell'intensità energetica di poco inferiori al 2% per l'intero periodo 2015-2030 (e perfino superiori se calcolati a partire dal 2018), valori non più registrati dalla fine degli anni ottanta.

È inoltre interessante notare come l'ultimo scenario "di riferimento" elaborato per conto della Commissione Europea con il modello PRIMES (nel 2016) prevedesse per il periodo 2015-2030 un tasso medio annuo di riduzione dell'intensità energetica dell'1,6%, mentre lo scenario Base della Strategia Energetica Nazionale del 2013 prevedeva per il periodo 2010-2020 un tasso medio annuo di riduzione dell'intensità energetica dello 0,9%.

Il ritorno a variazioni negative dell'intensità energetica nel decennio 2005-2015, su valori anche superiori al -1% m.a. su base decennale (ma per periodi non più lunghi di un triennio), può certamente costituire un motivo di ottimismo circa la possibilità per l'Italia di disaccoppiare il fabbisogno di energia dal PIL, ma va anche tenuto presente come in quegli anni abbiano avuto un ruolo importante cambiamenti strutturali che non è plausibile né auspicabile che possano riprendere ed estendersi per un intero decennio: tra il 2005 e il 2015 la quota dell'industria sul valore aggiunto totale ha perso ben tre punti percentuali (passando dal 26% al 23%) mentre la quota dei servizi è salita di altrettanto (dal 72% al 75%). Né sembra plausibile un ritorno a tassi di crescita elevati della produttività, che come si è visto avevano accompagnato le forti riduzioni dell'intensità energetica negli anni settanta e ottanta.

Per comprendere meglio in che modo la proposta di PNIEC ritiene che il sistema energetico italiano possa modificare il proprio sentiero di sviluppo in direzione meno energivora è utile guardare all'evoluzione di consumi e intensità a livello di settori di uso finale, concentrandosi sui due settori da cui ci si attende che le politiche previste possano produrre i maggiori risparmi, cioè residenziale e trasporti. In mancanza dei dati relativi ai consumi settoriali nello scenario PNIEC, ci si sofferma sui dati relativi allo scenario Base, comunque già significativi.

La [Figura 1.8](#) mostra come per entrambi i settori già lo scenario Base della proposta di PNIEC preveda tassi medi annui decennali di variazione delle rispettive intensità maggiori di quelli registrati in passato (per il residenziale le valutazioni partono dal decennio 1990-2000, per i trasporti dal decennio 1971-1981). Nel settore Residenziale il tasso medio annuo di variazione dei consumi di energia pro-capite nell'insieme del periodo di proiezione (2015-2030) è dello 0,7%, ma il ritmo già verificato nel triennio 2015-2018 è stato più lento. I dati mostrano come un tasso di riduzione medio annuo decennale dell'energia pro-capite del settore dell'ordine dello 0,8% si sia in effetti verificato di recente, cioè nel decennio 2005-2015. D'altra parte, si tratta di un decennio caratterizzato da una crescita negativa del PIL (che pure non è il driver principale in questo caso) e soprattutto dall'aumento delle temperature medie, che ha ridotto le necessità di riscaldamento. Si tratta di una tendenza che ci si aspetta possa continuare in futuro ma di cui è difficile stimare l'entità.

Nel caso del settore trasporti il tasso medio annuo di variazione dell'intensità energetica nell'intero periodo di proiezione (2015-2030) è pari all'1,5% medio annuo. Anche in questo caso gli anni recenti hanno presentato tassi di riduzione medi annui di lungo periodo in decisa rottura con la storia passata, ma comunque inferiori all'1%. Inoltre, anche in questo caso va tenuto presente il ruolo avuto dell'andamento del PIL, un driver di rilievo in particolare per il trasporto merci, che oggi è ancora al di sotto dei valori di dieci anni fa.

Figura 1.8 - Tassi medi annui decennali di variazione dei consumi di energia pro-capite del settore Residenziale (dati storici e scenario Base della proposta di PNIEC, asse sx) e gradi giorno riscaldamento (asse dx)

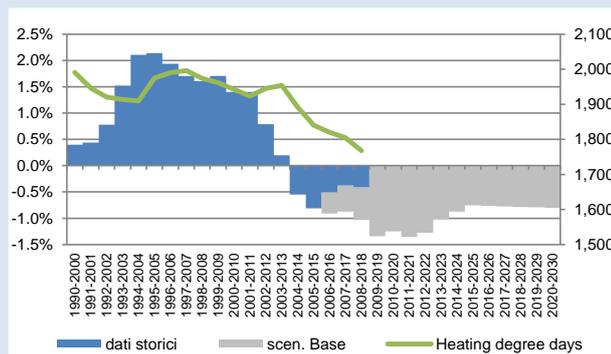
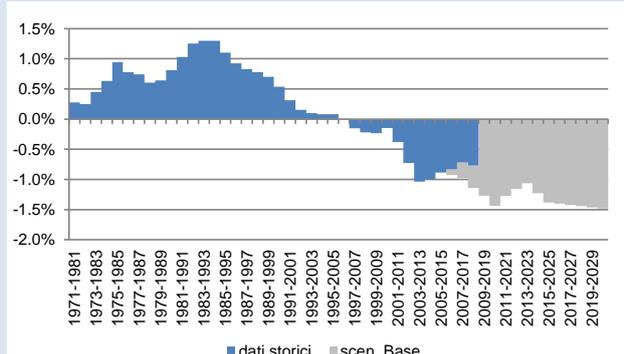


Figura 1.9 - Tassi medi annui decennali di variazione dell'intensità energetica del settore Trasporti (energia/PIL, dati storici e scenario Base della proposta di PNIEC)



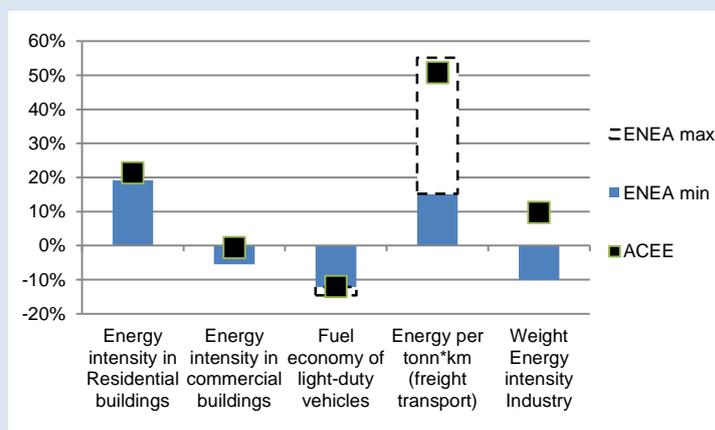
Quanto è già virtuoso il sistema energetico italiano

Per indagare ulteriormente la possibilità che l'evoluzione tendenziale del sistema energetico italiano discussa qui preveda una qualche sopravvalutazione della capacità del sistema di sganciarsi dal legame con l'evoluzione dell'economia, il necessario passo successivo sarebbe quello di analizzare nel dettaglio l'evoluzione del mix tecnologico che caratterizza il sistema energetico italiano negli scenari della proposta di PNIEC (la disponibilità di questi dati sarebbe di grande utilità per il dibattito pubblico sulla transizione, come dimostrato da esperienze virtuose di altri Paesi, ad esempio il 2050 Energy Calculator messo a punto dal governo inglese, <http://2050-calculator-tool.decc.gov.uk/#/home>)⁴. In mancanza di questi dati, un'altra strada può essere quella di arrivare a una valutazione dell'attuale "performance" del sistema italiano nei diversi settori, a partire dal confronto con i principali Paesi europei simili per dimensione e livello di sviluppo economico.

Da questo punto di vista, la valutazione frequentemente ripetuta, non solo nei documenti governativi ma anche nel dibattito pubblico, è quella di un relativo “virtuosismo” del sistema energetico italiano (ad esempio, nella SEN del 2017 si afferma che “l’ Italia presenta performance elevate in termini di efficienza energetica rispetto agli altri Paesi europei”). L’ argomento principale su cui si fonda normalmente questa valutazione è che l’ intensità energetica italiana è “ben al di sotto della media UE” (SEN 2017, pag. 95). In effetti vi sono anche diversi studi ed articoli che sottolineano come quello italiano sia uno dei sistemi energetici più “efficienti” dal lato dei settori di impiego finale dell’ energia. Una valutazione approfondita della questione sarà svolta prossimamente, a partire da una banca dati ancora in corso di elaborazione (rielaborazione ENEA dell’ analisi svolta negli annuali rapporti della ACEEE, American Council for an Energy-Efficient Economy, l’ ultimo dei quali, basato su dati 2015, pone il sistema energetico italiano al vertice della classifica globale insieme a quello tedesco)⁵.

Riducendo l’ analisi ad un sottoinsieme di soli indicatori di performance (uno per settore di uso finale) e limitando il confronto ai principali Paesi UE, dal momento che questi ricoprono tutti posizioni di vertice della classifica globale (in UE le politiche sul contenimento dei consumi di energia sono infatti in vigore da molto prima rispetto alla gran maggioranza dei restanti Paesi), ne emerge come l’ Italia risulti sostanzialmente in linea con le prestazioni dei sistemi energetici di Germania, Francia, Spagna e Gran Bretagna. In **Figura 1.10** sono riportate le prestazioni del sistema energetico italiano per l’ anno 2015 in termini di scostamento percentuale rispetto alla media dei cinque Paesi esaminati (quindi Italia compresa). La figura riporta i dati ACEEE e le rielaborazioni ENEA per lo stesso set di indicatori: quando possibile si è infatti provveduto ad affinare l’ analisi, dal momento che per i Paesi UE sono disponibili dati ed informazione di maggiore dettaglio rispetto a quelli utilizzati dallo studio americano.

Figura 1.10 - Distanza percentuale tra l’ intensità energetica media italiana e dei cinque principali Paesi UE (stime ENEA e dati ACEE)



Nel settore dell’ edilizia residenziale i consumi energetici specifici (per unità di abitante o per numero di nuclei familiari) per il riscaldamento degli ambienti, una volta normalizzati rispetto alla severità climatica (i gradi giorno per l’ Italia sono inferiori di circa il 20% rispetto alla media dei cinque Paesi), risultano penalizzare l’ Italia nel confronto con la media dei principali Paesi UE. Si tratta di un dato molto diverso rispetto a quello che deriva da un confronto basato sui dati “grezzi”, cioè non corretti per tener conto della diversa severità climatica dei diversi Paesi, che porta a concludere che in Italia i consumi specifici del settore sono inferiori alla media degli altri Paesi. L’ analisi non tiene conto di altri fattori strutturali che incidono sui consumi del settore, come tipologie edilizie e soluzioni impiantistiche, ma certamente sembra indicare in effetti l’ esistenza di uno spazio significativo per aumenti di efficienza nel settore. È invece sostanzialmente in linea con gli altri Paesi il dato degli edifici del terziario (calcolato stavolta in termini di consumi finali/valore aggiunto del settore).

Nel caso dell’ industria l’ utilizzo di indicatori di intensità energetica ponderata, per “normalizzare” le intensità energetiche “grezze” per tener conto del peso delle branche industriali più o meno energivore nei diversi Paesi, porta a una valutazione positiva della performance italiana: il consumo specifico risulta infatti inferiore di circa il 10% rispetto alla media dei cinque Paesi esaminati (N.B.: la differenza fra il dati ACEEE e quello ENEA è da ricercare nel diverso numero di branche industriali esaminate e nella diversa procedura di benchmarking). Questo dato è anche frutto del miglioramento più sostenuto registrato dall’ intensità energetica dell’ industria italiana nell’ ultimo decennio (2005-2015), perché nel 2005 la performance italiana risultava decisamente peggiore di quella degli altri Paesi. Questi dati sembrerebbero dunque suffragare aspettative di miglioramenti di efficienza più ridotte in questo settore rispetto agli altri.

Infine, la prestazione del sistema energetico italiano nel settore dei trasporti risulta significativamente differente nei due segmenti del trasporto passeggeri e del trasporto merci, sebbene i dati alla base degli indicatori inducano alla prudenza nelle valutazioni, perché in molti casi diversi a seconda delle diverse fonti utilizzate.

Nel caso del trasporto privato passeggeri su strada, le diverse fonti dati (OCSE, PRIMES, Odyssee) sembrano comunque convergere verso una valutazione positiva del sistema italiano, con un consumo specifico (litri/km) inferiore di oltre dieci punti percentuali rispetto alla media dei principali Paesi UE. I dati dell’ ultimo decennio mostrano inoltre un miglioramento più sostenuto di quello registrato in media negli altri Paesi. Anche allargando la valutazione all’ insieme del trasporto passeggeri, quindi non solo auto, ma anche bus e ferro, il sistema italiano risulta più performante rispetto alla media dei principali Paesi europei, con consumi di energia finale per unità di passeggeri*km trasportati inferiori tra il 10 e il 20% a seconda della fonte dati.

Le ragioni sarebbero da ricercare, oltre che nella migliore efficienza del parco auto circolante, anche nel minore ricorso al trasporto privato, il più ampio ricorso al trasporto collettivo su gomma, mentre margini di miglioramento si riscontrano nel trasporto su ferro, dal momento che tale modalità in Italia soddisfa una quota inferiore della domanda interna rispetto a tutti gli altri Paesi.

Relativamente al trasporto merci su strada, i consumi specifici (consumi finali per unità di tonnellate*km movimentate) risultano in Italia notevolmente maggiori rispetto alla media dei cinque Paesi. Sebbene in questo caso la differenza nella performance italiana sia molto variabile a seconda della fonte dati utilizzata, tutte le fonti sono comunque univoche nell' indicare una prestazione negativa (tra +15% e +50%). In effetti, anche più semplici indicatori tradizionali, come i consumi finali per il trasporto merci su strada per unità di PIL, la prestazione italiana risulta peggiore rispetto alla media dei principali Paesi UE.

In conclusione, pur con i limiti legati alla limitata disponibilità dei dati, la valutazione effettuata qui mostra che la transizione energetica italiana delineata nella proposta di PNIEC rappresenta una decisa rottura con il passato, in modo particolare per quel che riguarda la riduzione dell' intensità energetica del sistema. Il confronto con la situazione dei principali Paesi europei segnala che qualche motivo di fiducia può venire dal relativo deficit di efficienza che sembra caratterizzare il sistema italiano nei due settori da cui sono attese le maggiori riduzioni dei consumi energetici, cioè residenziale e trasporto (merci). Ma preso nel suo complesso il sistema energetico italiano non sembra caratterizzato da deficit di efficienza rilevanti, per cui non sembra che la transizione possa confidare nell' esistenza di ampi spazi di miglioramento legati al semplice allineamento ai sistemi più avanzati.

NOTE

¹ L' esercizio deve scontare la parziale trasparenza e completezza dei dati degli scenari, in alcuni casi perché manca il dettaglio settoriale necessario, in alcuni casi perché presentati solo in forma di figura. Il modo in cui sono sintetizzate e comunicate le proiezioni è in realtà un problema di rilievo, perché essenziale per permettere agli analisti l' effettiva possibilità di entrare nel merito degli obiettivi e valutarne la reale fattibilità. Già Di Giulio e Migliavacca (*Energia*, 4/2018) avevano rilevato, a proposito della Strategia Energetica Nazionale del 2017, come "tutto ciò appare ironico visto che a p. 43 della SEN si legge: una barriera degli scenari europei è che, pur sviluppati su impulso della Commissione, non sono pienamente accessibili ai singoli Stati, sebbene questi vengano consultati in fase di elaborazione. Ne consegue la difficoltà di esaminare criticamente tutti i risultati ovvero di valutare gli effetti di specifiche politiche".

² La variazione delle emissioni di CO₂ è scomposta secondo una variante dell' Identità di Kaya, In ogni momento, dunque, il livello delle emissioni di CO₂ derivanti dai consumi energetici può essere visto come il prodotto delle quattro componenti dell' identità di Kaya. Se si prendono i tassi di variazione, l' identità di Kaya può essere espressa come:

$$d(\ln C)/dt = d(\ln C/E)/dt + d(\ln E/PIL)/dt + d(\ln PIL/POP)/dt + d(\ln POP)/dt,$$

da cui si evince come, nel corso del tempo, il tasso di variazione delle emissioni di CO₂ sia uguale alla somma dei tassi di variazione delle quattro componenti di Kaya. Nel documento viene proposta una variante della Identità di Kaya tradizionale, alla quale viene aggiunta la quota di energia da fonti fossili sul totale del fabbisogno energetico (Fossili/Energia):

$$CO_2 = POP \times PIL/POP \times Energia/PIL \times Fossili/Energia \times CO_2/Fossili.$$

³ NB: la riduzione dell' intensità energetica nello scenario è in realtà solo "implicita", perché il modello utilizzato per la costruzione dello scenario non è un modello dell' intero sistema economico, ma è un modello del solo settore energetico, per cui la variazione del PIL non è una risultante dello scenario, ma è ipotizzata "esogenamente", tanto che non risulta variare tra lo scenario base e quello PNIEC. Si tratta di una questione metodologica che ha però un impatto di rilievo sulla realismo dei risultati relativi all' intensità energetica.

⁴ Da questo punto di vista è significativa la visione sempre più frequente presente nella letteratura scientifica. Ad esempio, in Pfenninger et al. (*Opening the black box of energy modelling: Strategies and lessons learned*) si legge: "The global energy system is undergoing a major transition, and in energy planning and decision-making across governments, industry and academia, models play a crucial role. (...) Because of their policy relevance and contested nature, the transparency and open availability of energy models and data are of particular importance. Energy system analyses and scientific studies are usually realized with different simulation or optimisation models. The outcome is used to shape energy policy and develop measures or even directives and laws. As this affects the general public, policy makers, stakeholders, and scientists demand transparency of the whole process. This includes disclosure of applied assumptions and input data, energy system models, results of the analysed scenarios, conclusions, and discussions that lead to the final recommendations. The general lack of transparency in energy system modelling leads to irreproducible results and the loss of traceability in decision making. This lack of transparency is an important obstacle to the scientific debate on energy system analyses and has been analysed and addressed in different investigations."

⁵ Berg ET AL., *The 2017 State Energy Efficiency Scorecard*, September 2017, Report U1710. L' analisi condotta dal gruppo di ricerca americano è basata su un set di indicatori relativi a quattro ambiti, ciascuno di pari peso: "National efforts for promoting industrial efficiency", edifici, industria e trasporti. L' insieme di indicatori esaminati rappresentano tuttavia sia misurazioni di performance vera e propria nei diversi settori energetici, sia valutazioni delle policy messe in campo dai vari Paesi nel campo dell' efficienza energetica.