

La decarbonizzazione in Italia fra driver tecnico-economici e (mutevoli) indirizzi di policy

La traiettoria del sistema energetico italiano, pur pienamente in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione al 2020, negli ultimi tre anni si è invece allontanata dagli obiettivi di medio-lungo periodo, per effetto della combinazione di ripresa economica e cambiamenti sia negli esiti dei mercati energetici sia nelle priorità dei decisori. L'analisi dei dati mostra come la transizione italiana resti distante dall'obiettivo di uno sviluppo sinergico ed equilibrato dei diversi aspetti della questione energetica (decarbonizzazione, prezzi, sicurezza degli approvvigionamenti)

DOI 10.12910/EAI2018-028

di **Francesco Gracceva, Alessandro Zini, ENEA**

L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, adottata a settembre 2015 da 193 Paesi, ha fissato 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals*), miranti a “porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e assicurare pace e prosperità per tutti”. A differenza dei precedenti Millennium Development Goals (MDGs) fissati nel 2000 per l'orizzonte 2015, nell'Agenda 2030 viene riconosciuto all'energia un ruolo centrale. Tra i nuovi obiettivi vi è infatti quello di

garantire l'accesso a “*affordable, reliable, sustainable and modern energy for all*” (SDG 7), declinato in cinque target e sei indicatori. Inoltre, l'uso dell'energia ha un ruolo decisivo anche per il raggiungimento di diversi altri target, inclusi all'interno di altri SDG. Tra i target del SDG7 vi sono in particolare l'aumento della quota di energie rinnovabili nel mix energetico e il raddoppio del tasso di miglioramento dell'efficienza energetica, le due strade per la decarbonizzazione di un sistema economico. In genera-

le, per decarbonizzazione si intende infatti la progressiva transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, che può essere perseguita sia riducendo i consumi di energia (e le relative emissioni) per unità di prodotto interno lordo, sia con la progressiva riduzione del contenuto di carbonio nell'energia consumata dal sistema energetico. Non a caso la strategia europea per il 2030 include un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra (-40% rispetto ai livelli del 1990), una quota minima



di energia rinnovabile sui consumi finali di energia (27%), un obiettivo di riduzione dei consumi di energia (almeno il 27% dei consumi previsti dallo scenario *business-as-usual* del 2007).

La traiettoria delle emissioni nell'ultimo decennio

Secondo la stima preliminare ENEA, nel 2017 le emissioni di CO₂ del sistema energetico italiano sono state pari a circa 330 Mt, in leggera diminuzione (-0,5%) rispetto al 2016. Si tratta di un valore inferiore del 17,5% rispetto al dato 2010, contro l'obiettivo del -15% fissato nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) del 2013 (per la sola CO₂). Anche le emissioni di CO₂ dei soli settori non rientranti nell'Emission Trading System (settori civile e trasporti), per i quali è previsto un obiettivo vinco-

lante di riduzione del 13% rispetto al 2005, sono stimate in marginale riduzione rispetto al 2016, su un valore inferiore del 18% rispetto al 2005. Infine, anche le emissioni dei

settori ETS sono stimate in calo nel 2017, con valori in riduzione di quasi il 40% rispetto al 2005 (in questo caso l'obiettivo è fissato a livello continentale).

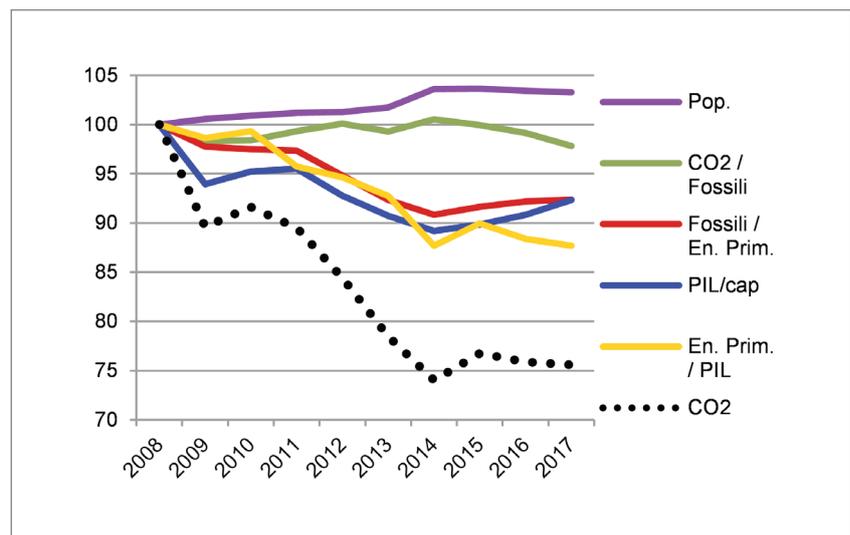


Fig. 1 Emissioni di CO₂ in Italia e suoi driver (2008=100)

Questi dati rendono praticamente certo il raggiungimento degli obiettivi 2020. È però utile riprendere quanto evidenziato nel documento di consultazione della SEN 2017, cioè che il raggiungimento dell'obiettivo 2020 "riflette essenzialmente tre fattori che dalla metà degli anni duemila hanno limitato, anche oltre le attese, le emissioni:

- la flessione del livello della produzione di beni e servizi;
- la prima forte accelerazione della produzione energetica da fonti rinnovabili, innescata anche dall'introduzione degli schemi incentivanti, e il calo dell'olio combustibile;
- progressivo rafforzamento degli strumenti attivi per stimolare gli interventi di efficienza energetica nei diversi settori". Evidentemente non tutti questi fattori possono essere considerati "virtuosi", in particolare la flessione del PIL e della produzione di beni e servizi.

Anche per valutare le prospettive della decarbonizzazione nel medio-lungo periodo, il necessario passo preliminare consiste nella comprensione di quanta parte delle recenti tendenze sia congiunturale e quanta parte sia invece legata a fattori strutturali. A tale scopo, un utile strumento di analisi utile è l'identità di Kaya¹, che aiuta a misurare l'importanza relativa di alcuni principali macro-fattori nella variazione delle emissioni. La Figura 1 mostra l'evoluzione nel tempo delle cinque variabili dell'identità di Kaya a partire dal 2008, anno di inizio della crisi economica.

Fino al 2014 la forte riduzione delle emissioni è stata guidata da tre componenti: PIL pro-capite, intensità energetica del PIL e quota di fossili

sull'energia primaria (riflesso dei forti investimenti in fonti rinnovabili). Hanno invece spinto in direzione opposta l'intensità carbonica dell'energia fossile (perché la generazione elettrica da carbone si riduceva meno della generazione elettrica da gas naturale) e la popolazione. Il 2014 è l'ultimo anno di forte calo delle emissioni (-6%), grazie al clima particolarmente mite (i gradi giorno riscaldamento sono scesi al valore minimo della serie storica disponibile ...).

Il carattere solo parzialmente "strutturale" delle riduzioni delle emissioni di CO₂ registrate fino al 2014, anno conclusivo della recessione, è confermato da quanto avvenuto nei tre anni successivi, nei quali la traiettoria di ripide riduzioni si è bruscamente interrotta. A partire dal 2015 la traiettoria del sistema è cambiata, perché hanno cambiato di segno sia l'impulso alla riduzione delle emissioni esercitato dal calo del PIL pro-capite sia quello proveniente dal calo della quota delle fonti fossili sull'energia primaria (per la ripresa del ruolo del gas nella generazione). Se si concentra dunque l'attenzione sugli ultimi quattro anni, nei quali la variazione del PIL è tornata in territorio positivo, la variazione media annua delle emissioni è scesa al -1% medio annuo, mentre tra il 2007 e il 2015 aveva oscillato intorno al -4%. Questo perché i cali dell'intensità energetica dell'economia e dell'intensità carbonica delle fonti fossili (per la sostituzione di carbone con gas nella termoelettrica) non sono stati sufficienti a compensare le spinte provenienti dalla crescita del PIL pro-capite e dall'aumento della quota di energia fossile sull'energia primaria. È vero che negli ultimi anni hanno giocato un ruolo importante

fattori che è lecito considerare "congiunturali", cioè la forte riduzione della produzione idroelettrica e i problemi del parco nucleare francese, ma il drastico cambiamento della traiettoria sembra rendere più problematici gli obiettivi di medio-lungo periodo.

Assicurati gli obiettivi 2020 ma la traiettoria del sistema non sembra in linea con gli obiettivi 2030

Nell'Analisi trimestrale del sistema energetico italiano pubblicata dall'ENEA² la traiettoria di decarbonizzazione del sistema energetico italiano è *valutata* mediante un indicatore composito, costruito confrontando la coerenza di tale traiettoria sia con gli obiettivi di penetrazione delle fonti energetiche rinnovabili sia con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂, ai due orizzonti temporali del 2020 e del 2030. L'indicatore composito relativo alla decarbonizzazione è uno dei tre indicatori che costituiscono l'indice sintetico della transizione energetica – ISPREDE, Indice Sicurezza energetica, PPrezzo Energia e Decarbonizzazione, che ha l'obiettivo di valutare l'evoluzione delle diverse dimensioni del cosiddetto trilemma energetico, aiutando a coglierne complessità e interdipendenze.

Complessivamente, nel 2017 la componente dell'indice ISPREDE relativa alla decarbonizzazione risulta in peggioramento del 14% rispetto al 2016, attestandosi su un valore di 0,78, comunque in un'area di criticità ridotta perché tutti gli indicatori relativi all'orizzonte 2020 presentano valori molto elevati, in quanto gli obiettivi in questione sembrano assicurati. È invece meno soddisfacente e in peggioramento la situazione

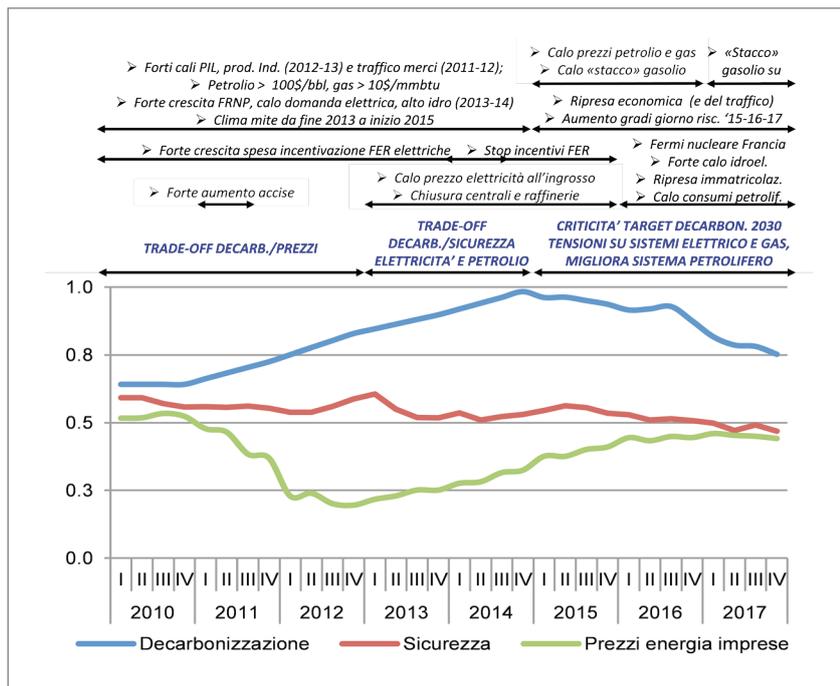


Fig. 2 Evoluzione temporale degli indici sintetici relativi alle tre dimensioni del trilemma energetico (indici variabili tra 0 e 1) ed evoluzione di alcuni driver di rilievo

di *trade-off* fra decarbonizzazione da un lato, accelerata dalla forte crescita dell'incentivazione delle rinnovabili elettriche, aiutata dal generale contesto di crisi economica e alti prezzi del petrolio, e prezzi dell'energia dall'altro, penalizzati dal brusco rialzo delle accise di fine 2011 e dai crescenti incentivi alle rinnovabili. Negli anni successivi questo processo ha prodotto alcuni effetti indesiderati sulla sicurezza del sistema elettrico (brusca crescita della generazione intermittente, crescente eccesso di capacità e crollo della redditività degli impianti a gas) come anche sulla raffinazione, mentre continuavano a migliorare gli indicatori della decarbonizzazione. A partire dal 2013, anche per le valutazioni effettuate nella Strategia Energetica Nazionale elaborata in quell'anno, è dunque iniziata una correzione di rotta nelle politiche, con (tra le altre cose) lo stop alla crescita degli incentivi alle rinnovabili e l'avvio di un processo di razionalizzazione del parco elettrico e delle raffinerie. Sul fronte dei prezzi il calo del prezzo del petrolio si riversava su tutti i prezzi, mentre il

relativa agli obiettivi di lungo periodo (2030). L'indicatore relativo alla proiezione delle emissioni totali si colloca ancora sulla soglia della criticità ridotta, mentre è decisamente più problematico l'obiettivo relativo ai settori non rientranti nell'Emission Trading System (ESD). Quanto alle fonti rinnovabili, una proiezione di sviluppo che tenga conto delle tendenze degli ultimi anni evidenzia come tali tendenze non sono in linea con gli obiettivi.

L'evoluzione degli indicatori di decarbonizzazione negli ultimi anni

Indicazioni interessanti emergono dall'analisi dell'evoluzione temporale degli indici sintetici relativi alle tre dimensioni del trilemma energetico (indici variabili tra 0 e 1), associando ai vari periodi storici alcuni elementi

che hanno influito in modo rilevante sulla traiettoria seguita dal sistema energetico italiano. Gli anni 2010-2012 sembrano essere stati caratterizzati da una relazione

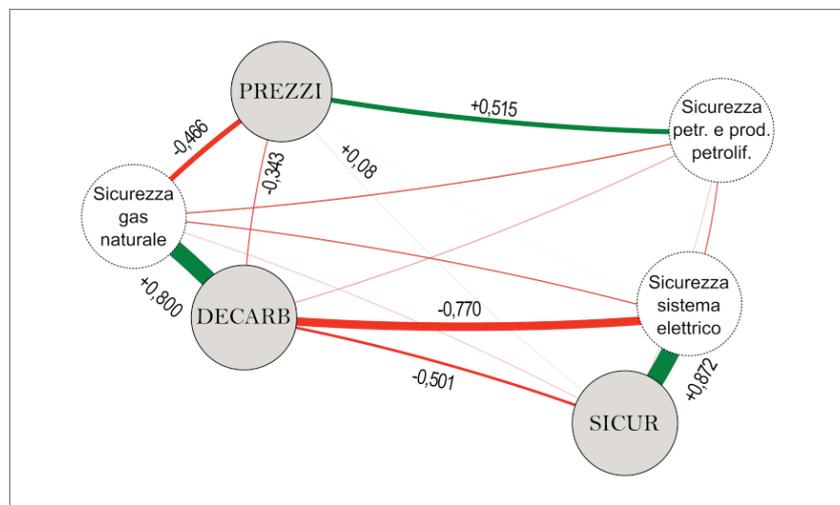


Fig. 3 Coefficienti di correlazione parziale tra le diverse dimensioni dell'ISPREM

crescente ruolo delle fonti rinnovabili nel mercato elettrico contribuiva ad abbassare i prezzi all'ingrosso dell'elettricità.

Negli ultimi tre anni la ripresa del sistema economico e la brusca frenata degli incentivi alle rinnovabili elettriche hanno infine impresso una discontinuità nella transizione energetica italiana, determinando un peggioramento nella dimensione della decarbonizzazione, che ha guidato il peggioramento dell'intero ISPRED. Questa discontinuità ha anche avuto dei riflessi positivi, imponendo una temporanea frenata ad alcune implicazioni problematiche che la decarbonizzazione aveva prodotto sulla sicurezza del sistema elettrico, in particolare negli anni 2013-2014. Nell'ultimo biennio i riflessi positivi della frenata della decarbonizzazione sono però stati compensati dal

fatto che la ripresa della domanda di gas ha fatto di nuovo riemergere alcune fragilità dei sistemi elettrico e gas, sempre più interdipendenti. Mentre il percorso di decarbonizzazione sembra consolidarsi su una traiettoria non in linea con gli obiettivi di lungo periodo. D'altra parte, gli effetti della frenata sugli incentivi sono infine arrivati ai prezzi al dettaglio, con miglioramenti per i prezzi di gas e elettricità, sebbene segnali contrastanti siano cominciati ad arrivare dalle tensioni crescenti sul mercato dei certificati bianchi.

Sinergie e trade-off tra la decarbonizzazione e le altre dimensioni del trilemma energetico

L'analisi delle correlazioni fra gli indici compositi relativi alle tre dimensioni decarbonizzazione, sicurezza e

prezzi aiuta a indagare in che misura l'evoluzione del sistema energetico italiano negli ultimi anni sia stata caratterizzata dalla presenza di *trade-off*, o al contrario di sinergie, tra le dimensioni del trilemma energetico. L'analisi non ambisce a estrapolare curve di trade-off, sia perché è lecito attendersi che gli effetti di compensazione tra le diverse componenti costituiscano piuttosto delle regolarità empiriche, sia perché i tre indici considerati, che a loro volta sintetizzano un numero ancora più elevato di indicatori, nascondono l'insidia di fenomeni di correlazione spuria. L'evoluzione temporale di questi indici fa emergere però alcuni interessanti andamenti di fondo, sintetizzati dai coefficienti di correlazione parziale (Figura 3). Nella figura le linee in rosso indicano coefficienti di correlazione negativa, indizio di una possibile relazione di *trade-off*, mentre le linee colorate in nero indicano coefficienti positivi, a denotare possibili dinamiche di sinergia. La correlazione tra decarbonizzazione e sicurezza è negativa (-0,5), ed in particolare è elevata quella tra decarbonizzazione e sicurezza del sistema elettrico (-0,77). Anche la correlazione tra decarbonizzazione e prezzi è negativa (-0,34). In sintesi, tra le principali dimensioni energetiche non sembrano sussistere evidenze di relazioni di sinergia, quanto piuttosto di compensazione.

La decarbonizzazione tra indirizzi di policy e driver tecnologici

I dati relativi alla serie storica degli indicatori inclusi nell'indice ISPRED possono essere sottoposti a un'analisi in componenti principali (ACP), una metodologia di statistica multivariata che tenta di ridurre un numero

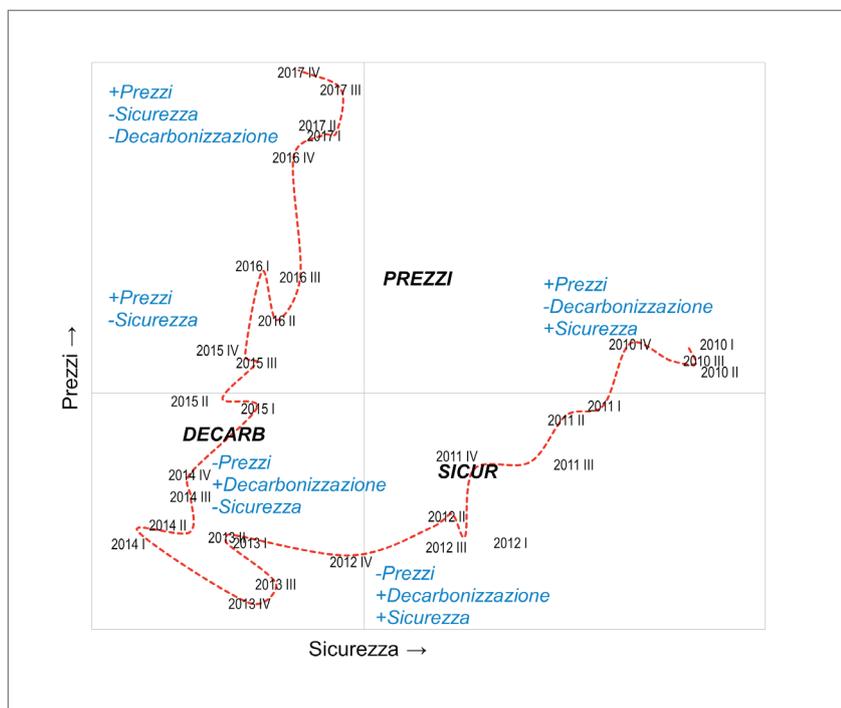


Fig. 4. Analisi in componenti principali. Proiezione degli indici sul piano definito dalle prime due componenti con evidenziazione del trend

elevato di variabili a un numero più ridotto di “variabili latenti”, che possono aiutare a individuare le relazioni esistenti tra le diverse variabili originarie e in tal modo validare empiricamente il costruito teorico alla base del trilemma, ovvero l’articolazione in tre distinte dimensioni della questione energetica. In effetti il primo dato che emerge dalla Figura 4 è che se si uniscono le coordinate sul piano cartesiano relative alle tre dimensioni sicurezza, decarbonizzazione e prezzi, si delinea la figura di un triangolo quasi-equilatero, a conferma del fatto che l’insieme degli indicatori coglie validamente i tre aspetti del trilemma, in quanto questioni sufficientemente separate tra loro ed internamente coerenti. Se si legge il grafico da sinistra verso destra (ciò che corrisponde alla prima componente principale) ci si muove in uno spazio che contrappone la dimensione della sicurezza a quella della decarbonizza-

zione, nel senso che quando aumenta l’una per lo più diminuisce l’altra. Se invece si legge dal basso verso l’alto (la seconda componente principale) la contrapposizione maggiore è tra sicurezza e decarbonizzazione da un lato e prezzi dall’altro. Le due componenti identificano quindi, rispettivamente, versioni di sicurezza e prezzi mediate proprio dal ruolo della decarbonizzazione.

Per comprendere meglio questa evidenza empirica la linea tratteggiata in rosso costituisce un tentativo di proiettare sul piano definito dalle prime due componenti principali il valore osservato nei diversi trimestri. Il dato interessante che sembra emergere da questa traiettoria è la presenza di un trend, molto articolato e variabile. Con una certa approssimazione, questo *trend* può essere interpretato come l’effetto del concorso delle preferenze rivelate dei *policy maker* e delle spinte esogene del mercato e della tecnolo-

gia sulle tre dimensioni del trilemma. Il trend conferma come a partire dal 2011 si sia delineata una tendenza al miglioramento degli obiettivi di decarbonizzazione, a scapito dei prezzi e, a partire dal 2013 anche a scapito della sicurezza. L’ultimo tratto della curva, invece, è in netta risalita verticale, in favore dei prezzi e in progressivo allontanamento sia dalla sicurezza sia dalla decarbonizzazione, a conferma di una discontinuità sia negli esiti dei mercati energetici sia nelle priorità dei decisori, in particolare a partire dal 2015.

In conclusione, anche da questa lettura sembra delinearci una certa distanza tra la traiettoria della transizione italiana e l’obiettivo di uno sviluppo congiunto ed equilibrato dei diversi aspetti della questione energetica.

*Per saperne di più:
francesco.gracceva@enea.it*

¹ La variazione delle emissioni di CO₂ è scomposta secondo una variante dell’identità di Kaya, un’espressione matematica che individua i fattori che influenzano l’evoluzione delle emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo di energia:

$$CO_2 = (CO_2 / Energia) \times (Energia / PIL) \times (PIL / POP) \times POP.$$

La formula lega le emissioni annue di CO₂ all’energia consumata, al prodotto interno lordo (PIL), e alla popolazione (POP).

Le prime due componenti rappresentano l’intensità carbonica dell’energia consumata (CO₂/Energia) e l’intensità energetica dell’economia (Energia/PIL), mentre il livello dell’attività economica è misurato dal reddito pro-capite (PIL/POP). 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 vince 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. In questa analisi viene utilizzata una variante della versione tradizionale dell’identità di Kaya, alla quale si è aggiunta la quota di energia da fonti fossili sul totale del fabbisogno energetico (Fossili/Energia):

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

² Vedi <http://www.enea.it/it/sequici/pubblicazioni/analisi-trimestrale-del-sistema-energetico-italiano>