

# L'impatto della pandemia da Covid-19 sull'energia: fluttuazioni, energie rinnovabili e transizione ecologica

MARCO GIAN SOLDATI e TULLIO GREGORI

## INTRODUZIONE

La pandemia da Covid-19 che si è manifestata a partire dal 2020 per esprimersi con varia intensità nel corso dei due anni successivi ha determinato conseguenze drammatiche in termini di perdite di vite umane ed un impatto profondamente negativo per le economie mondiali. Sebbene con modalità differenti, ogni nazione ha subito un calo della produzione dovuta ad una pluralità di shock sia dal lato della domanda che dell'offerta sia per le politiche decise dai governi. Queste ultime includono, tra le altre, le misure emergenziali poste in essere per contenere la diffusione del contagio, tradottesi nella chiusura di alcune attività produttive e commerciali per periodi variabili di tempo. Ciò ha avuto chiaramente ricadute occupazionali negative, anch'esse eterogenee per settore di attività economica e per durata. La differente gradualità delle azioni governative di chiusura e di riapertura ha impattato in modo più rilevante su quelle professioni che, per loro natura, richiedevano un contatto diretto con il pubblico, come nel caso della ristorazione, ma ha, invece, interessato in modo meno drammatico altre

attività che potevano essere svolte a distanza, attraverso lo strumento dello *smart-working*.<sup>1</sup>

È intuibile che un periodo di crescita economica negativa sia associato ad una riduzione della produzione di energia, *tout court*. Però, tra le peculiarità della pandemia da Covid-19 c'è quella di aver determinato delle scelte di contenimento del contagio, come il *lockdown*, che hanno determinato uno spostamento della domanda di energia dagli uffici alle case ed hanno pure avuto conseguenze difformi sulla produzione di energia. Gli effetti sulle fonti di energia rinnovabile e su quelle non rinnovabili sono stati differenti nei diversi paesi del mondo. A fronte di una riduzione del consumo dei derivati del petrolio, come benzina e gasolio, a causa di una limitazione negli spostamenti, non è però univocamente chiaro se vi sia stato un maggior consumo di energia relativa agli edifici, come per il riscaldamento, alimentato a gas naturale (presumibilmente nei paesi più avanzati) oppure a carbone (presumibilmente nei paesi meno avanzati). La diffusione del telelavoro può altresì aver determinato una crescita dei consumi di energia elettrica, con un impatto sull'ambiente non definibile *ex ante*, perché dipendente dal mix energetico necessario per produrla. È, quindi, inappropriato, ed anche scientificamente rischioso, trarre delle conclusioni generalizzate sugli effetti della pandemia sull'uso di energia derivante da fonti rinnovabili e da quelle non rinnovabili. Ciò perché, come evidente, sono determinanti una molteplicità di fattori, quali la diversità tra paesi in termini di specializzazione produttiva, la dotazione di risorse naturali destinate alla generazione di energia, ma anche la sensibilità ambientale, valore individuale, ma che può qualificare anche una pluralità di soggetti e caratterizzare in maniera prevalente o meno un contesto statale.

Questa breve nota, di carattere prettamente descrittivo, ha sostanzialmente due obiettivi. Il primo è quello di tratteggiare gli impatti dell'evento pandemico sul settore dell'energia a livello globale, soprattutto durante il primo anno di diffusione della malattia, in cui l'elemento di novità dell'evento ha determinato il tipo di risposta di *policy*. In questo senso, particolare attenzione è rivolta, quando i dati lo consentono, alla produzione ed al consumo di energia elettrica. Il secondo è di definire se, e in quale misura, l'evento pandemico ha determinato delle conseguenze sulla transizione verso

---

<sup>1</sup> È certo che l'estrema diversità degli impatti della pandemia sui settori di attività economica in differenti paesi è trattazione complessa ed articolata che, in forma dettagliata, va al di là degli obiettivi, scopi e dimensione di questo contributo.

l'impiego di fonti di energia rinnovabile. Sotto quest'ultimo profilo abbiamo voluto dedicare una riflessione al caso virtuoso dell'Unione Europea, che aveva intrapreso un percorso di transizione ecologica già prima della pandemia ed aveva continuato in modo convinto in quella direzione anche dopo che l'emergenza sanitaria si era conclusa. All'interno delle conclusioni vengono non solo riportati gli elementi di sintesi del lavoro, ma vengono anche fornite indicazioni su come trasformare gli elementi di crisi derivanti dalla pandemia in opportunità. Queste riguardano certamente una maggiore diffusione delle energie rinnovabili, non solo attraverso fondi pubblici, ma anche privati, includono anche la necessità di investire in digitalizzazione, nella diffusione di una più profonda consapevolezza ambientale e nella necessità di tener conto dell'incertezza che è associata al presente contesto geopolitico.

#### L'IMPATTO DELLA PANDEMIA SUL SETTORE DELL'ENERGIA: DA UNA PROSPETTIVA GENERALE AL CASO DELL'ENERGIA ELETTRICA

A livello globale, l'epidemia da Coronavirus ha portato ad un calo del 4% della domanda di energia nel 2020 rispetto al 2019, seguita poi da una crescita dello 0,5% nel 2021 rispetto al 2020 per effetto di un allentamento delle misure di restrizione.<sup>2</sup> Il calo della domanda di energia, in particolare di petrolio, si è manifestato soprattutto nel corso del secondo trimestre del 2020 quando la maggior parte dei paesi aveva imposto il *lockdown*, determinando un calo notevole nell'impiego di carburanti,<sup>3</sup> sia per il trasporto stradale sia per quello aereo.<sup>4</sup> Nonostante queste dinamiche negative, il consumo di petrolio e di altri combustibili liquidi ha poi ripreso a crescere a partire da aprile 2021 per attestarsi su livelli sostanzialmente analoghi a quelli pre-pandemici per gli Stati Uniti, l'Europa e la Cina. Le misure di carattere restrittivo hanno determinato anche una riduzione della domanda di elettricità, particolarmente accentuata e crescente nelle settimane dalla decima alla quattordicesima del 2020. Il calo è stato molto forte per l'Italia, la Spagna, il Regno Unito e il Belgio. Confrontando, infatti, il dato del 2020 con quello

<sup>2</sup> <<https://www.statista.com/statistics/1242753/change-in-global-energy-demand/>> (ultimo accesso: 06 agosto 2024).

<sup>3</sup> <<https://www.statista.com/statistics/1242558/change-in-oil-demand-worldwide/>> (ultimo accesso: 06 agosto 2024).

<sup>4</sup> <<https://www.statista.com/statistics/1242835/global-oil-liquids-demand-by-fuel-type/>> (ultimo accesso: 06 agosto 2024).

del periodo corrispondente dell'anno 2019, si osserva, proprio nel nostro Paese, una riduzione che supera il 30%.<sup>5</sup>

L'impatto della pandemia sul consumo di elettricità è stato descritto anche da una serie di contributi scientifici pubblicati su riviste accademiche, ma, ovviamente anche da enti di ricerca non accademici, come l'Agenzia Internazionale dell'Energia. Tra i contributi di natura accademica ve ne sono diversi, spesso riferiti a specifiche aree geografiche o statuali. Bahmanyar et al. (2020) si concentrano sull'Europa e sottolineano come la diversità delle misure restrittive poste in atto tra differenti paesi ha impattato in modo eterogeneo sui consumi di energia elettrica. In particolare, lo studio evidenzia che paesi che avevano adottato misure restrittive più vincolanti, come Spagna, Italia, Regno Unito e Belgio hanno mostrato una riduzione dei consumi di energia elettrica molto più accentuata rispetto ai paesi che avevano scelto misure meno drastiche, come nel caso del Paesi Bassi o della Svezia, con quest'ultima che faceva invece registrare una crescita. Per i primi paesi citati, i consumi registrati nel corso del 2020 durante i giorni feriali della settimana sono sostanzialmente simili a quelli registrati nel corso del 2019 durante i fine settimana. Yasmeen et al. (2022) mettono in luce come la pandemia abbia avuto complessivamente un impatto negativo sulla domanda di energia generata sia da fonti rinnovabili sia da quelle non rinnovabili per il caso degli Stati Uniti, evidenziando come abbia sofferto di più il consumo di energia non rinnovabile rispetto a quella rinnovabile. Il lavoro si basa su un metodo di regressione quantile su quantile che, al di là della conclusione di sintesi sopra riportata, mette in luce come i risultati per quantili e settore di attività economica siano eterogenei. Questo perché ogni settore fa uso di un diverso ammontare di energia e differenti quantili sono associati a diversi tassi di consumo. Norouzi et al. (2020) realizzano un'analisi di sensitività basata su un modello autoregressivo e su un modello a reti neurali che evidenziano un impatto negativo della pandemia sia sul consumo di petrolio sia di elettricità in Cina, che è maggiore per il primo rispetto al secondo. Beyer et al. (2021) fanno uso del consumo di elettricità e dell'intensità della illuminazione notturna per approssimare l'attività economica in India. Uno dei modelli econometrici proposti prevede di spiegare il consumo di energia elettrica controllando, tra le altre variabili, per la temperatura, il giorno, la settimana dell'anno, ed includendo anche un trend. I risultati mostrano che fino al 2019 il modello era in grado di spiegare il 90% delle variazioni nel

---

<sup>5</sup> <<https://www.statista.com/statistics/457821/europe-change-in-electricity-demand-covid-19/> (ultimo accesso: 06 agosto 2024)>.

consumo di energia elettrica. Diversamente, a partire dal 22 Marzo 2020, data di inizio del *lockdown*, il consumo di elettricità subisce un calo del 15% rispetto a quello predetto dal modello. Nei mesi successivi del 2020 il calo si fa maggiore per poi essere più contenuto, mostrando un andamento altalenante, anche se, in media, il livello rimane sempre al di sotto di quello predetto dalla regressione. Carvalho et al. (2020) si concentrano sugli effetti derivanti dal distanziamento sociale e quindi della limitazione della mobilità sull'andamento del consumo di energia elettrica in Brasile. Lo studio sottolinea che dati i diversi profili di consumo delle diverse macroaree che compongono la nazione, è anche eterogeneo il calo dei consumi che la pandemia ha determinato tra tali zone. Le aree del sud e del sud-centro-orientale sono quelle che hanno mostrato il calo più significativo rispetto al periodo antecedente le restrizioni, con una riduzione rispettivamente del 20% e del 18%. Il nord del paese ha invece subito un calo più contenuto, pari al 14%, per effetto di una specializzazione nel settore della metallurgia (apparentemente meno esposto alle restrizioni) ed ancora meno colpita è stata l'area del nord-est con un calo del 7%, perché prevalentemente dipendente dal settore residenziale. Halbruegge et al. (2021) si sono concentrati sull'impatto della prima ondata di Covid-19 sul settore elettrico in Germania, utilizzando, tra gli altri, dati sia sulla generazione sia sul consumo di energia elettrica. Gli autori evidenziano che un calo nel consumo di elettricità è associato ed una maggiore quota di generazione di elettricità da energie rinnovabili che, a sua volta, rispetto a quanto accadeva negli anni precedenti, ha determinato un calo dei prezzi fissati nel giorno precedente. Ciò si è tradotto, almeno nel breve periodo, in una minore profittabilità degli impianti di produzione di energia elettrica e, quindi, ad un impatto negativo sugli investimenti deputati alla sua generazione. Questo aspetto è rilevante soprattutto se si considera l'investimento in forme di stoccaggio di energia elettrica, colpite dagli effetti della pandemia unitamente alla già presente incertezza sulle politiche a sostegno di tali impieghi in periodi antecedenti la diffusione del Covid-19. Zhang et al. (2023), più recentemente, forniscono una serie di statistiche descrittive relative alla domanda di energia per paesi sviluppati ed in via di sviluppo, specificando non solo l'evoluzione dei consumi, ma anche quella della capacità generatrice e di carico per diversi settori di attività economica con riferimento sia alle fonti energetiche rinnovabili sia a quelle non rinnovabili. Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, l'articolo evidenzia che a seguito della pandemia la capacità di generazione da parte dei paesi dell'OCSE e di quelli dell'Unione Europea è calata, mentre in alcuni paesi in via di sviluppo, e in Cina, è lievemente aumentata (+3,3% tra il 2020

e il 2019)<sup>6</sup>. A livello globale, il 2020 è il primo anno in cui si registra un calo della capacità generatrice di energia elettrica ed il primo anno in cui anche la domanda di energia elettrica è calata.

L'ampio impatto dell'evento pandemico ha pure fornito stimoli alla ricerca relativa ai molteplici profili concernenti il consumo di energia elettrica. Tra gli altri, alcuni studiosi si sono concentrati sugli effetti della pandemia sul consumo di energia elettrica all'interno degli edifici, come nel caso del Canada, analizzato da Abdeen et al. (2021). Gli autori impiegano le informazioni sul consumo di energia elettrica di 500 abitazioni nella città di Ottawa e attraverso una pluralità di strumenti statistici cercano di far luce, tra gli altri obiettivi, sulle differenze nelle bollette delle utenze prima e dopo la pandemia da Covid-19. I risultati evidenziano un incremento del consumo giornaliero di elettricità del 12% tra il 2019 e il 2020, di cui un terzo è attribuibile ad una maggiore domanda di raffreddamento nei mesi tra aprile ed agosto, mentre buona parte dei restanti due terzi è imputabile all'illuminazione ed all'uso di elettrodomestici. I risultati mostrano anche che l'impatto sul consumo domestico di elettricità non è temporalmente omogeneo, ma ci sono importanti differenze tra mesi, tra stagioni, e tra tipologie di giorni. Abdeen et al. (2021) quantificano in 9,71% l'incremento medio delle bollette per le utenze dopo la pandemia da Covid-19. Questo risultato viene stimato considerando una tariffa variabile in base al momento del giorno in cui si realizza il consumo, e non, invece, la tariffa piatta, che è stata offerta come forma di sussidio nei confronti dei consumatori.

La letteratura è ampia ed eterogenea anche all'interno di questo specifico argomento ed alcune analisi hanno approfondito le problematiche relative agli edifici universitari, come nel lavoro di Takavoli et al. (2023) e Xu et al. (2023). Takavoli et al. (2023) considerano il caso del campus della University of Technology di Sydney. I risultati dello studio evidenziano che i consumi non sono correlati in modo particolarmente forte con l'occupazione degli edifici. Infatti, gli edifici che accolgono uffici amministrativi o aule sono deputati a funzioni che possono essere più facilmente realizzate in remoto rispetto agli edifici che accolgono laboratori ed apparecchiature speciali. I risultati evidenziano altresì che durante i fine settimana, le festività, ed anche nei casi in cui è necessario lavorare da remoto, come nel caso della pandemia, il consumo di energia in quegli edifici che accolgono prevalentemente uffici e aule non subisce una riduzione e, anzi, in alcuni casi aumenta. Secondo gli autori, ciò richiede l'assunzione di misure tali per migliorare la gestione del consumo

---

<sup>6</sup> Si rimanda il lettore al testo dell'articolo per un riferimento puntuale sulle diverse statistiche per tutte le fonti di energia descritte qui all'interno del capitolo.

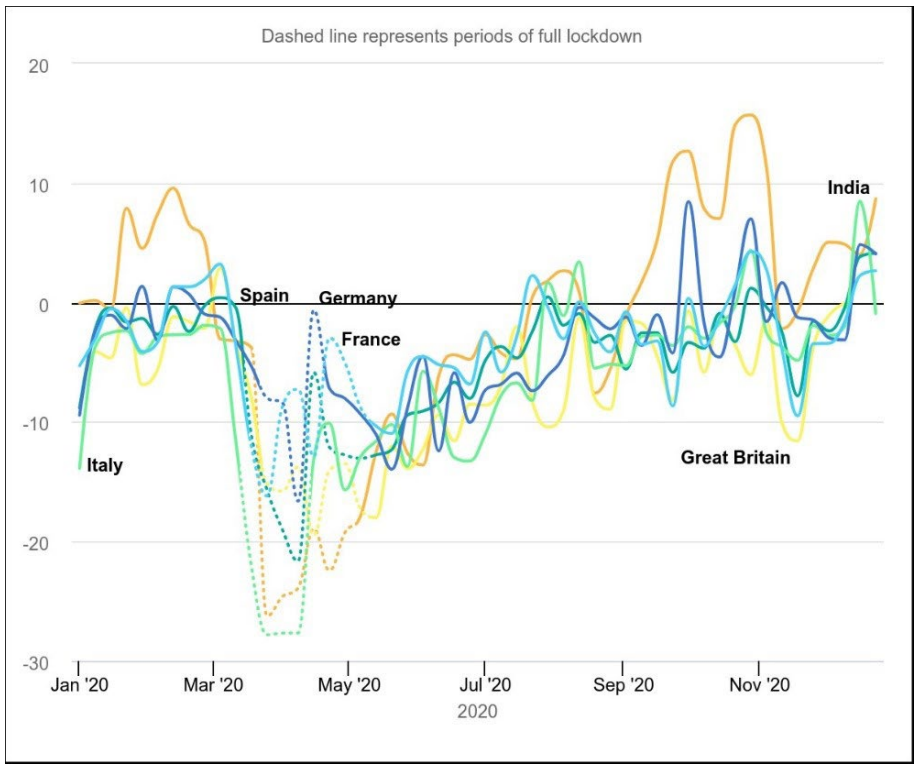
di energia in quei periodi in cui non vi è fruizione da parte degli utenti. Xu et al. (2023) si basano sul consumo di energia osservato con frequenza oraria in 25 edifici localizzati all'interno del campus dell'Università di Twente, nei Paesi Bassi, per il periodo che va da gennaio 2020 a giugno 2022. I risultati dello studio mettono in evidenza come per tutti i tipi di edifici, ad esclusione di quelli adibiti a funzioni residenziali, si ha una notevole riduzione del consumo di energia. Il calo maggiore si ha per quelli destinati ad attività didattiche, culturali e sportive. Si osserva, altresì, che gli edifici destinati all'insegnamento sono quelli per i quali è possibile conseguire il più elevato livello di risparmio energetico potenziale. Si nota, infine, che una volta eliminate le restrizioni, il consumo di energia per tutti le tipologie di edifici sopra menzionate è sensibilmente più basso rispetto al periodo pre-pandemico, risultato che gli autori imputano ad un cambiamento di comportamento da parte degli utenti e che appare più marcato per gli edifici a scopo residenziale.

Giunti a questo punto riteniamo utile focalizzarsi sul rapporto che l'Agenzia Internazionale dell'Energia (in inglese International Energy Agency, acronimo IEA) ha realizzato a gennaio 2021. In questo importante documento troviamo indicazioni complementari rispetto a quelle delineate nel paragrafo precedente, con informazioni anche sulla dinamica mensile dei consumi.

La Figura 1 descrive la variazione della domanda di energia elettrica, corretta per le condizioni atmosferiche, per un set selezionato di paesi che l'agenzia ritiene di rilievo. Come anticipato poco sopra, il primo *lockdown*, corrispondente per molti paesi europei (e non solo) al mese di marzo 2020, ha determinato una drastica riduzione della domanda di energia elettrica. Solo quando le restrizioni sono state allentate la domanda di elettricità ha ripreso a crescere, un fenomeno che ha interessato prima l'Italia e la Germania. La crescita della domanda si è fatta poi più forte in maggio quando anche altri paesi come India, Francia, Spagna e Regno Unito hanno ridotto le restrizioni. Con l'avvento del periodo estivo i vincoli sono stati sempre minori, ma la domanda di elettricità per i mesi di giugno e luglio si è mantenuta rispettivamente del 10% e del 5% inferiore rispetto ai livelli degli stessi mesi del 2019 per la maggior parte dei paesi indagati. La ripresa della domanda di energia elettrica è continuata nei mesi di agosto e di settembre riportandosi su valori molto simili a quelli del 2019. I mesi autunnali hanno invece visto un nuovo calo della domanda in Europa, in concomitanza dell'imposizione di nuove misure restrittive legate ad un clima più freddo ed a una più probabile circolazione del virus. L'anno però si chiude, secondo l'Agenzia, con un valore della domanda di energia elettrica per il mese di dicembre che appare superiore rispetto ai livelli del 2019.

L' Agenzia sottolinea alcune dinamiche relative al caso indiano e quello cinese. In merito al primo, come anche visibile dalla Figura 1, si apprezza una forte ripresa della domanda di energia elettrica nel mese di settembre, ma soprattutto in quello di ottobre (+10% rispetto allo stesso periodo del 2019), per tornare poi a subire un calo in novembre, ed una nuova crescita in dicembre (+8% rispetto allo stesso periodo del 2019). In merito al secondo, riportato in Figura 2, le restrizioni erano iniziate già nel gennaio 2020 perché, come noto, il focolaio dell' epidemia si era sviluppato proprio in Cina. Le rigide misure poste in essere hanno determinato un calo del consumo di energia elettrica proprio in gennaio e soprattutto in febbraio (-11% rispetto allo stesso periodo dell' anno precedente). Nel momento in cui le misure di contenimento vengono progressivamente allentate si apprezza un incremento della domanda, tanto che ad aprile 2020 i consumi sono analoghi a quelli pre-pandemici e crescono progressivamente fino a superare in agosto 2020 i livelli del corrispondente mese del 2019.

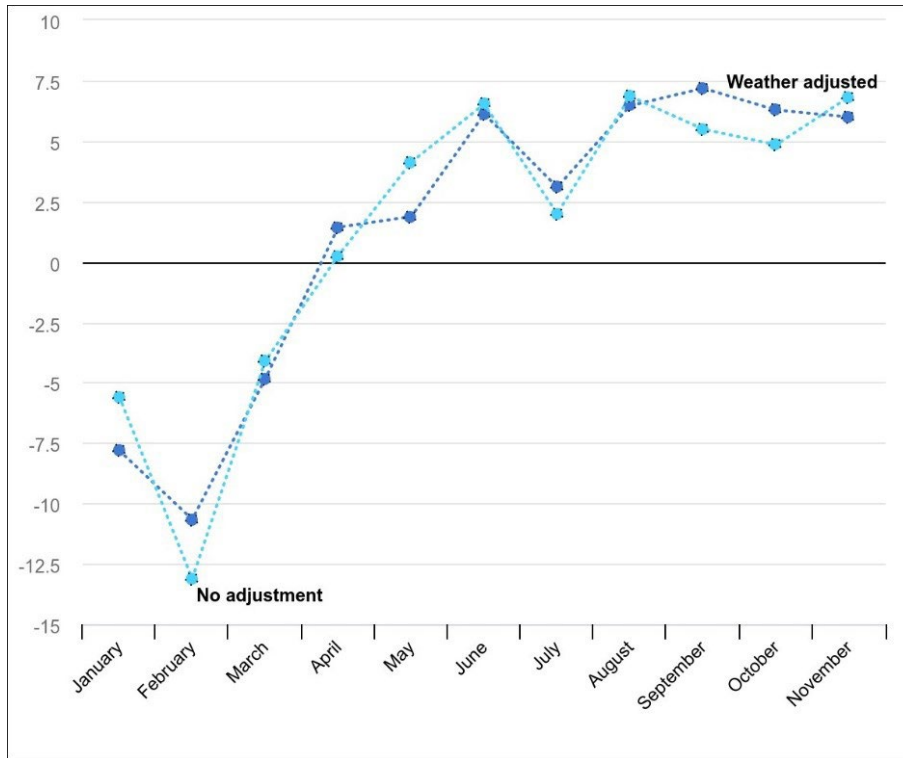
Figura 1. Variazione annua della domanda settimanale di elettricità, corretta in base alle condizioni meteorologiche, in selezionati paesi, gennaio-dicembre 2020.



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 08 agosto 2024).



Figura 2. Variazione annua della domanda mensile di elettricità in Cina, 2020.



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024).

È interessante notare come il *lockdown* abbia determinato non solo una riduzione della domanda di elettricità, ma si sia tradotta anche in una diversa composizione nel consumo di energia elettrica. Infatti, l'aumento del consumo a livello residenziale è stato più che compensato da un calo registrato nell'ambito delle attività produttive e di quelle commerciali. In media, ogni mese di *lockdown* totale si è tradotto in una riduzione della domanda di elettricità del 20% a livello mensile, ovvero in un calo dell'1,5% su base annuale.<sup>7</sup> Un'interessante conseguenza di questa condizione è che la quota di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è aumentata, proprio perché quest'ultima non è particolarmente affetta dalla dinamica della domanda.

<sup>7</sup> <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/electricity#abstract>> (ultimo accesso: 07 agosto 2024).

Diversamente, la domanda di energia elettrica derivante da altre fonti, come il carbone, il gas e il nucleare è calata.

Se la produzione di elettricità a livello globale è stata inferiore del 2,6% nel primo trimestre del 2020 rispetto al primo trimestre del 2019, la produzione basata su energie rinnovabili è aumentata del 3%, soprattutto grazie ad un significativo aumento dell'energia eolica e di quella solare fotovoltaica. Ciò ha determinato che la quota di energie rinnovabili nella fornitura di energia elettrica si sia avvicinata al 28% nel primo trimestre del 2020, rispetto al 26% del primo trimestre del 2019.<sup>8</sup>

Si è anche registrata una crescita della generazione di elettricità da fonti caratterizzate da basse emissioni di carbonio ed è anche aumentata la generazione di elettricità attraverso il gas, che in quel periodo era agevolata da un basso prezzo della materia prima nella maggior parte dei paesi del mondo, favorendo, in alcuni mercati, per la prima volta, la transizione dal carbone al gas.<sup>9</sup>

L'Agenzia Internazionale dell'Energia dedica un approfondimento all'*energy mix* con alcuni dati di maggior dettaglio per selezionati paesi con un'analisi cronologica degli eventi per il 2020.<sup>10</sup> Il primo paese considerato sono gli Stati Uniti, per il quale si sottolinea come la fonte energetica maggiormente impiegata è stata, a partire da marzo, il gas naturale. Da quel periodo le energie rinnovabili hanno costantemente superato il contributo della generazione di elettricità dato dal carbone. Ciò, ancora una volta, per effetto di una diminuzione della domanda di energia *tout court*, per effetto dei *lockdown* e, quindi, per i minori costi operativi che le rinnovabili presentano rispetto alle fonti fossili. Man mano che ci si addentra verso il periodo più caldo dell'anno, a partire da giugno, si riscontra un ruolo sempre più rilevante del gas naturale, al quale si affianca una ripresa del carbone e del nucleare necessari per far fronte ad una maggiore domanda di energia. In questo periodo, quindi, la generazione di energia attraverso fonti fossili prevale rispetto a quella derivante da fonti di tipo rinnovabile. Con un abbassamento delle temperature a partire dal mese di settembre cala la necessità di far uso di condizionatori con una riduzione dell'uso di carbone. I mesi successivi

---

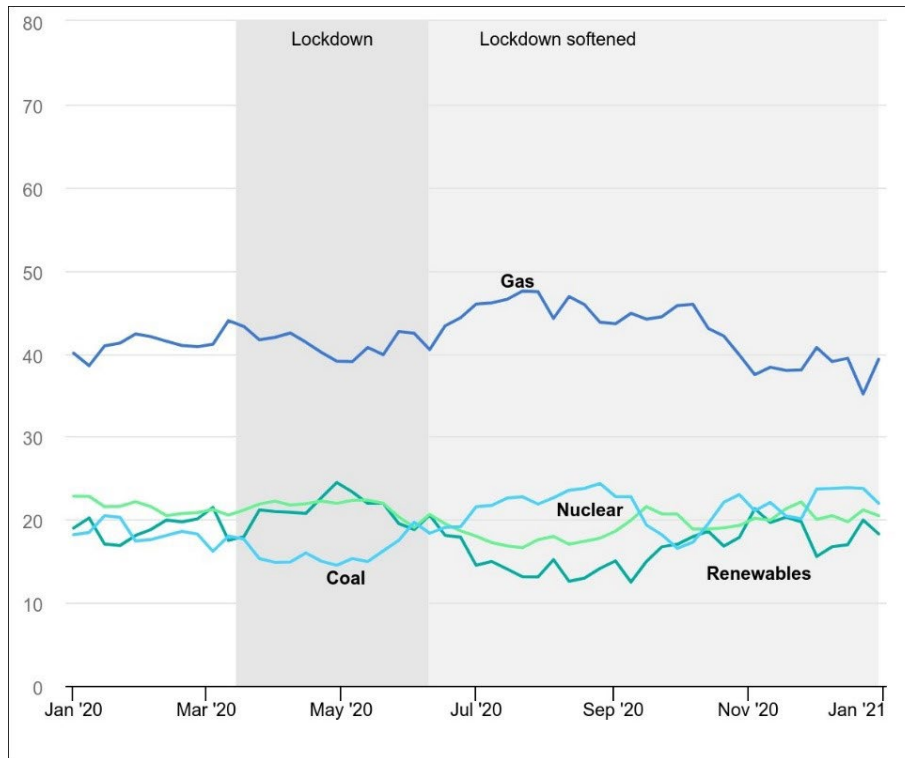
<sup>8</sup> <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/electricity#abstract>> (ultimo accesso: 07 agosto 2024).

<sup>9</sup> <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/electricity#abstract>> (ultimo accesso: 07 agosto 2024).

<sup>10</sup> <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024).

vedono dinamiche più complesse che si chiudono con un declino della quota di energia rinnovabile (Figura 3).

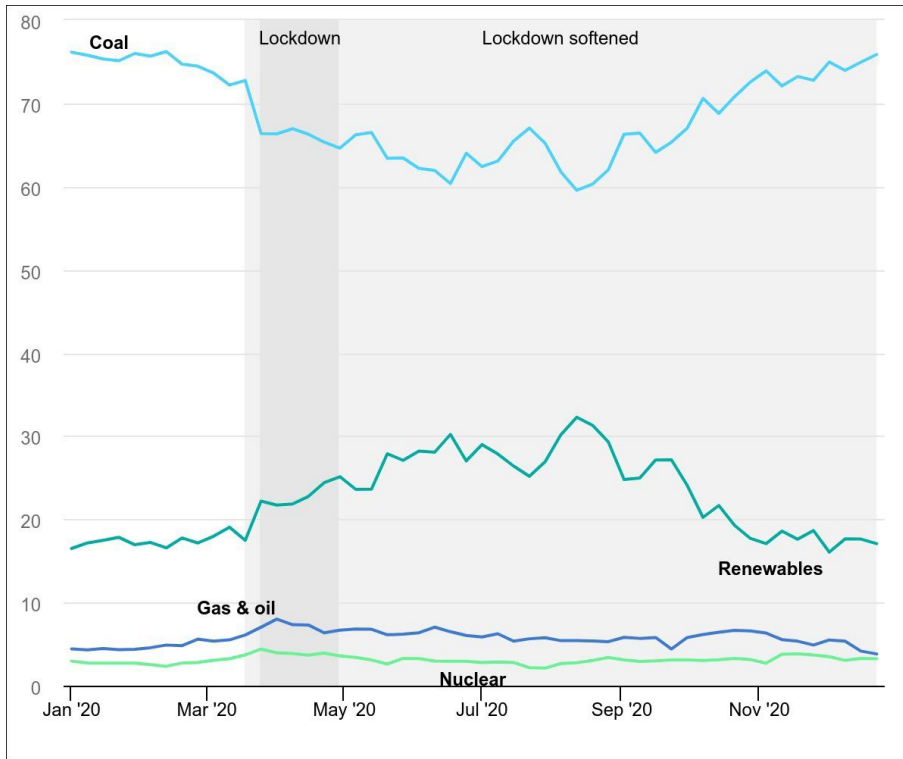
Figura 3. Mix elettrico negli Stati Uniti, gennaio-dicembre 2020.



Fonte: <<https://www.ica.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024).

Il secondo paese che l'Agencia considera è l'India, per il quale si sottolinea che le prime misure di *lockdown* hanno determinato un progresso nell'uso delle fonti rinnovabili, le quali avevano raggiunto circa il 30% verso la metà di agosto, per poi mostrare però un rallentamento della quota nel mese di novembre, in linea con l'andamento pre-pandemico. È però poi difficile tracciare una descrizione dell'andamento della domanda di elettricità dei mesi successivi senza scadere in una mera trasposizione dei dati in parole, perché non vi sono stati eventi di particolare rilievo che ne abbiano giustificato un andamento di crescita o decrescita. Ciò vale ad esclusione di scioperi nel settore agricolo nel mese di novembre e specifiche festività che hanno determinato un calo della domanda di elettricità in novembre (Figura 4).

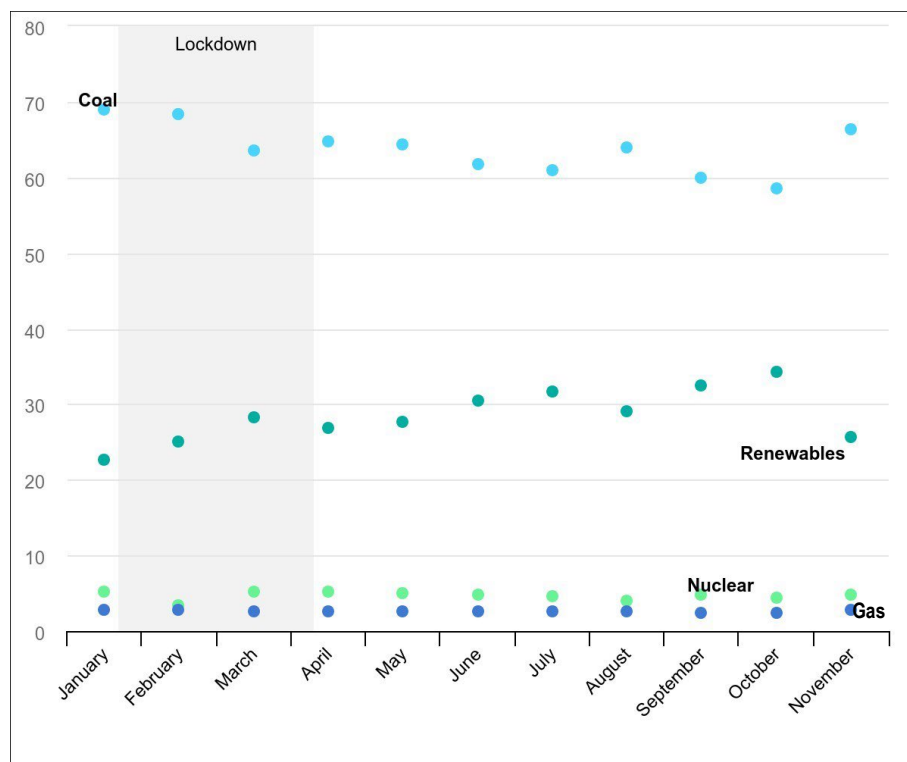
Figura 4. Mix elettrico in India, gennaio-dicembre 2020.



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024)

Il terzo paese che l'Agencia considera è la Cina, il primo ad aver sperimentato il *lockdown*, con una conseguente forte riduzione della produzione di energia elettrica dalla combustione di carbone. Però, nel momento in cui le restrizioni iniziano ad allentarsi, nel mese di marzo, l'uso del carbone per la produzione di elettricità aumenta nuovamente, anche se le fonti di energia rinnovabile si diffondono in modo apprezzabile nel mix energetico. Successivamente, nel corso dell'anno, la quota di energie da fonti rinnovabili è aumentata, alimentata soprattutto dal settore idroelettrico, per poi calare verso la fine del 2020 per ragioni di carattere climatico, portando ad una nuova crescita del carbone (Figura 5).

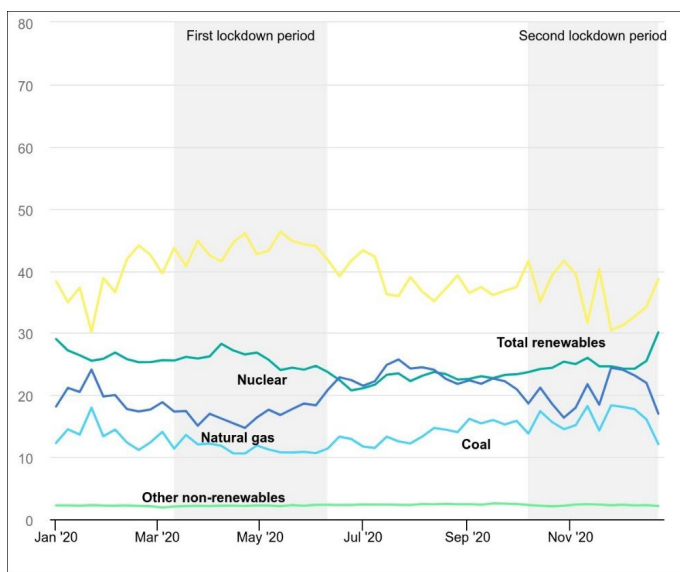
Figura 5. Mix elettrico in Cina, gennaio-novembre 2020.



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024)

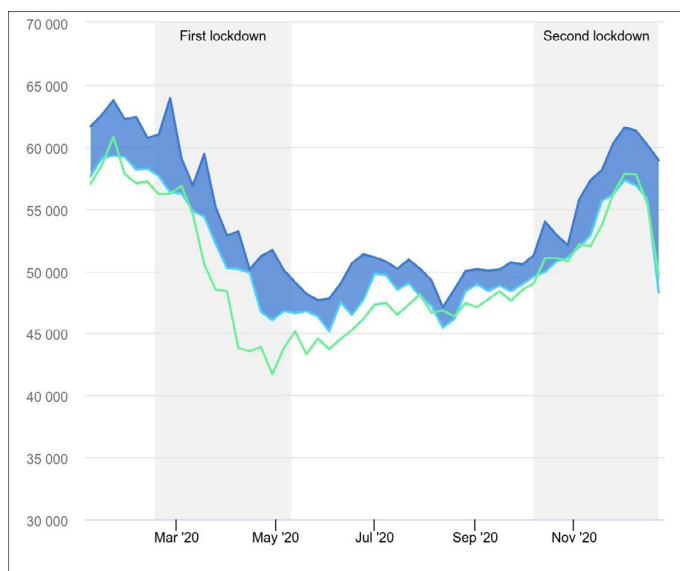
La quarta area di riferimento dell' Agenzia è l' Unione Europea, nella quale una riduzione della domanda di elettricità ed una maggior produzione di energia rinnovabile hanno portato ad un calo della produzione di elettricità da fonti non rinnovabili. Ciò si è tradotto addirittura in una situazione in cui fino a luglio la produzione settimanale di energia da fonti rinnovabili è stata maggiore di quella derivante da combustibili fossili. È altresì aumentata la produzione di gas naturale supportata, in quel periodo, da un costo piuttosto contenuto della materia prima. Una nota a parte viene riservata all' energia nucleare ed all' uso del carbone i cui livelli sono stati particolarmente bassi fino ad agosto per effetto delle misure restrittive collegate al *lockdown*. Il rapporto dell' Agenzia ricorda poi che il contributo del gas naturale e del carbone è presente ed ovviamente necessario quando la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili non è autonomamente in grado di soddisfare la domanda. (Figure 6 e 7)

Figura 6. Energy mix di fornitura settimanale nell'Unione Europea per l'anno 2020.



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024).

Figura 7. Produzione netta settimanale di energia elettrica nell'Unione Europea. Confronto tra il periodo 2015-2019 rispetto all'anno 2020. I dati sull'asse delle ordinate indicano Gigawatt ora (GWh).



Fonte: <<https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>> (ultimo accesso: 09 agosto 2024).

Nel momento in cui si scrive, agosto 2024, è ormai noto come i governi di molti paesi, soprattutto industrializzati, abbiano messo in atto dei piani strategici per supportare la transizione delle proprie economie verso un sempre maggior impiego di fonti di energia rinnovabile. Si tratta di scelte di politica economica che mirano a favorire la ripresa dell'economia dopo l'evento pandemico facendo leva sulla crescita degli investimenti, orientati verso quella che viene definita transizione ecologica o transizione verde. Si tratta di un processo che era certamente già iniziato prima della pandemia da Covid-19 e sul quale la diffusione del virus ha avuto degli impatti. Infatti, già nel corso del 2020 l'Agenzia Internazionale dell'Energia aveva realizzato un approfondimento su queste dinamiche<sup>11</sup>. Nel documento di sintesi veniva sottolineato come i *lockdown* e le misure di distanziamento sociale avevano messo a rischio il funzionamento delle catene di fornitura con conseguenti ritardi o stalli sulla messa in produzione di progetti per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili, strutture adibite alla produzione di biocarburanti ed anche per investimenti legati al calore rinnovabile. Il rapporto ricordava che per i progetti relativi alla produzione di elettricità per servizi di pubblica utilità e per quelli relativi ai biocarburanti legati ai trasporti i ritardi nella definizione del progetto potevano variare in base alla durata delle misure restrittive e dell'area geografica interessata dalle stesse.

Esistono strategie eterogenee tra paesi, per cui in alcune circostanze, come quella indiana, l'operatività su alcuni progetti è continuata anche nei periodi con le più forti restrizioni, mentre in altri contesti, come quello giapponese, le misure restrittive hanno determinato anche un blocco dei programmi. In molti casi, i ritardi nel completamento delle opere hanno stabilito l'incapacità di rispettare le scadenze prefissate con potenziali perdite di natura economica. Per questo motivo, diverse nazioni (Austria, Danimarca, Francia, Germania, Grecia, India, Regno Unito e Stati Uniti) hanno definito degli interventi normativi per consentire un allungamento delle date per i lavori in consegna.<sup>12</sup>

È però opportuno chiedersi in quali termini queste misure di sostegno alle fonti di energia rinnovabile sono quantitativamente difformi rispetto a quelle di supporto nei confronti delle fonti di energia fossile. Le informazioni fornite

---

<sup>11</sup> <<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/covid-19-impact-on-renewable-energy-growth>> (ultimo accesso: 07 agosto 2024).

<sup>12</sup> La tabella riportata alla URL: <<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/covid-19-impact-on-renewable-energy-growth>> (ultimo accesso: 07 agosto 2024), fornisce alcuni elementi di breve descrizione degli interventi di policy che hanno consentito un allungamento dei tempi dei progetti relativi alla generazione di energia rinnovabile.

dal sito [energypolicytracker.org](https://energypolicytracker.org) mettono in evidenza come la dimensione del supporto per le fonti fossili sia leggermente superiore rispetto a quello per le fonti in grado di generare energia pulita, in particolare per il biennio 2020-2021.

Durante tale periodo, in risposta alla pandemia da Covid-19, i governi dei paesi del G20 hanno impegnato circa 1,10 trilioni di dollari attraverso politiche delineate *ex novo* oppure con modifiche a politiche già esistenti. Questo sforzo economico finanziato con denaro pubblico include quattro aree di intervento:

- almeno 357,78 miliardi di dollari per combustibili fossili incondizionati<sup>13</sup> attraverso 289 politiche;
- almeno 113,19 miliardi di dollari per combustibili fossili condizionati<sup>14</sup> attraverso 99 politiche;
- almeno 98,46 miliardi di dollari per energia pulita incondizionata<sup>15</sup> attraverso 304 politiche;
- almeno 326,13 miliardi di dollari per energia pulita condizionata<sup>16</sup> attraverso 280 politiche;
- almeno 204,11 miliardi di dollari per il supporto ad altre fonti di energia attraverso 154 politiche.

---

<sup>13</sup> Con tale espressione ci si riferisce a politiche che sostengono la produzione e il consumo di combustibili fossili senza alcun obiettivo climatico o requisito di riduzione dell'inquinamento. (<https://www.energypolicytracker.org/methodology/#:~:text=Policies%20are%20classified%20as%20%E2%80%9Cfossil,or%20additional%20pollution%20reduction%20requirements>>, ultimo accesso: 13 agosto 2024).

<sup>14</sup> Ci si riferisce a politiche che sostengono la produzione o il consumo di combustibili fossili subordinate al raggiungimento di obiettivi climatici, in particolare di riduzione dell'inquinamento. (<https://www.energypolicytracker.org/methodology/#:~:text=Policies%20are%20classified%20as%20%E2%80%9Cfossil,or%20additional%20pollution%20reduction%20requirements>>, ultimo accesso: 13 agosto 2024).

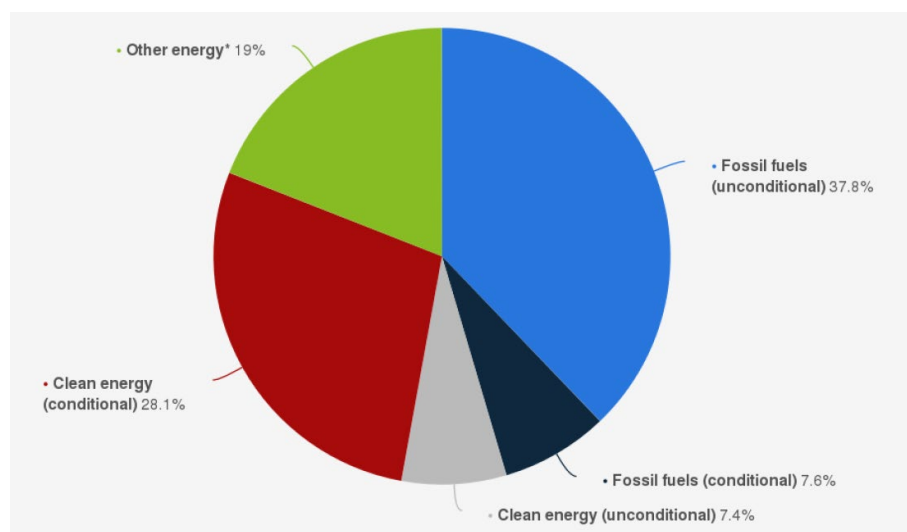
<sup>15</sup> Ci si riferisce a politiche che sostengono la produzione o il consumo di energia che si caratterizza sia per le basse emissioni di carbonio sia per gli impatti trascurabili sull'ambiente. (<https://www.energypolicytracker.org/methodology/#:~:text=Policies%20are%20classified%20as%20%E2%80%9Cfossil,or%20additional%20pollution%20reduction%20requirements>>, ultimo accesso: 13 agosto 2024).

<sup>16</sup> Ci si riferisce a politiche poste in essere per conseguire l'abbandono dai combustibili fossili, ma specifiche sulle misure di salvaguardia ambientale. Alcuni esempi includono la realizzazione di grandi centrali idroelettriche, ferrovie, e modifiche nei trasporti pubblici (alimentati con diversi tipi di energia) e la diffusione di veicoli elettrici. Ulteriori esempi includono il supporto allo sviluppo di biocarburanti, biomasse e biogas con un impatto negativo minimo sull'ambiente. (<https://www.energypolicytracker.org/methodology/#:~:text=Policies%20are%20classified%20as%20%E2%80%9Cfossil,or%20additional%20pollution%20reduction%20requirements>>, ultimo accesso: 13 agosto 2024).



Tali valori mettono in evidenza come il totale dei fondi stanziati per le fonti fossili è pari ad almeno 470,91 miliardi di dollari, mentre il totale dei fondi stanziati per le fonti pulite è pari ad almeno 424,59 miliardi di dollari (Figura 8).

Figura 8. Distribuzione delle tipologie di finanziamenti governativi per il settore energetico nei paesi del G20 a seguito della pandemia di coronavirus a maggio 2021, per settore.



Fonte: Energy Policy Tracker. (May 26, 2021). Distribution of governmental funding types for the energy industry in G20 countries following the coronavirus pandemic as of May 2021, by sector. In Statista. Retrieved August 16, 2024, from <<https://www.statista.com/statistics/1148040/public-money-share-for-energy-sectors-by-source/>>.

Se si desidera differenziare la dimensione dell'intervento sulla base del tipo di fonte energetica, energypolicytracker.org rileva che i paesi del G20 hanno impegnato almeno 254,36 miliardi di dollari per petrolio e gas (almeno 220,88 miliardi di USD per petrolio e gas incondizionati e almeno 33,47 miliardi di dollari per petrolio e gas condizionati), 79,07 miliardi di dollari per il carbone (almeno 34,95 miliardi di USD per carbone incondizionato e almeno 44,12 miliardi di USD per carbone condizionato) ed almeno 9,01 miliardi di dollari per l'idrogeno generato da combustibili fossili (almeno 9,01 miliardi di USD per idrogeno condizionato basato su combustibili fossili).

È facilmente intuibile come gli stati del G20 abbiano stanziato una somma di denaro sicuramente maggiore rispetto a quelle sopra indicate,

per sostenere l'economia dei loro paesi attraverso politiche monetarie e fiscali in risposta alla crisi. Si tratta di risorse che, in qualche modo, possono essere andate a supportare diversi segmenti del settore energetico, ma si tratta purtroppo di informazioni non reperibili nelle fonti legislative e in dichiarazioni ufficiali. Di conseguenza, visto che tali somme non sono determinabili, l'energypolicytracker.org non le ha inserite nel database. Quest'ultimo, però, accoglie una serie di azioni politiche e regolatorie in grado di fornire benefici sia ai produttori sia ai consumatori di diversi tipi di energia. Si tratta di denaro pubblico che deve essere aggiunto a quanto già stanziato attraverso politiche governative di supporto al settore energetico già poste in essere prima della pandemia.

#### LA PANDEMIA E LA TRANSIZIONE ENERGETICA: UN APPROFONDIMENTO SUL CASO DELL'UNIONE EUROPEA

Una menzione separata è opportuna per il caso dell'Unione Europea che, a differenza di altri contesti nazionali ed internazionali, già prima della pandemia da Covid-19, aveva predisposto interventi normativi radicali per la transizione ecologica e la decarbonizzazione, tra cui il Green Deal Europeo.<sup>17</sup>

Il comportamento virtuoso dell'Unione Europea trova alcune conferme in letteratura. Quitzw et al. (2021) esaminano i principali impatti della pandemia da Covid-19 sul settore energetico globale e valutano le implicazioni delle relative risposte politiche sulle prospettive di transizione verde, tenendo conto delle diversità tra paesi in termini di grado di sviluppo e di approvvigionamento energetico. In primo luogo, gli autori si soffermano sulla differenza tra paesi leader e quelli ritardatari nel processo di transizione energetica, intesa come sviluppo di impianti per l'energia rinnovabile ed abbandono della generazione di energia attraverso il carbone. In secondo luogo, gli autori analizzano gli impatti della crisi pandemica sui principali esportatori di petrolio e gas. Quitzw et al. (2021) evidenziano che gli impatti della pandemia da Covid-19 e le relative azioni di policy sono eterogenee all'interno paesi del G20 ed hanno determinato un'amplificazione del divario tra i paesi che hanno già conseguito risultati di rilievo e quelli che, invece, sono agli inizi del percorso di transizione. Lo studio sottolinea come i paesi più perfor-

---

<sup>17</sup> Si veda la seguente URL per una spiegazione dettagliata del Green Deal Europeo da parte della Commissione Europea: <[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)> (ultimo accesso: 15 agosto 2024).

manti sotto il profilo della transizione hanno continuato, anche durante la pandemia, nell'investimento in rinnovabili e nel disinvestimento nel settore del carbone. Diversamente, nei paesi in via di sviluppo, la pandemia ha messo in luce le difficoltà finanziarie che già limitavano gli investimenti in rinnovabili. Le nazioni le cui economie sono caratterizzate da settori fortemente dipendenti da combustibili fossili hanno visto un sostegno governativo proprio nei confronti di tali settori, determinando un chiaro rallentamento nel processo di transizione energetica. La convergenza tra paesi più e meno evoluti sotto il profilo della transizione ha avuto maggior successo nel caso dell'Unione Europea. Quitzow et al. (2021) sottolineano come il Green Deal Europeo abbia stimolato il cambiamento anche in quei paesi che erano all'inizio del proprio percorso, come nel caso della Polonia.

Crnčec et al. (2023) studiano le conseguenze derivanti dalle azioni poste in essere dall'Unione Europea in risposta alla pandemia di Covid-19 per realizzare la transizione verde, in linea con le indicazioni del Green Deal Europeo. Gli autori sottolineano, come, in questo percorso, l'Unione Europea abbia realizzato dei cambiamenti nell'uso di strumenti politici, nei principi di *governance* e nella definizione delle priorità degli obiettivi politici. Lo studio di Crnčec et al. (2023) evidenzia come la *governance* della gestione energetica dell'Unione Europea si era già orientata per l'inserimento degli obiettivi climatici dell'Unione all'interno delle misure di *policy* strumentali alla transizione energetica anche prima del Green Deal Europeo. È però anche vero che la pandemia da Covid-19 ha determinato un forte incentivo finanziario e politico per rendere più rapida la transizione verde, ed ha allo stesso tempo fornito la possibilità per colmare il divario esistente tra paesi con obiettivi di transizione più modesta ed altri con obiettivi più avanzati, con esiti di fatto eterogenei. Il lavoro di Crnčec et al. (2023) evidenzia come shock esterni non determinano necessariamente una riduzione dei progressi ottenuti in termini di regolazione e politiche ambientali. Ciò può dipendere da varie ragioni tra le quali, soprattutto, quelle relative a nuovi meccanismi di *governance*, basati sulla dimensione solidaristica, finalizzati ad evitare un allargamento del divario tra paesi più e meno performanti. Infatti, una quota maggiore del Recovery and Resilience Facility (RFF) (o dispositivo per la ripresa e la resilienza, in italiano), in termini assoluti, è andata a quei paesi ed a quelle regioni dell'Unione che si trovavano in ritardo nell'impiego di energie rinnovabili. Tali fondi rappresentano un'opportunità per quelle nazioni con una bassa quota di energie rinnovabili nel loro mix energetico e che desiderano intraprendere un percorso di *catching-up* nei confronti di paesi membri con un mix energetico più verde. Casseti et al. (2023) sottolineano che il Green Deal europeo può consentire all'Unione Europea di raggiungere l'obiettivo di riduzione delle emissioni

del 55% nel 2030, prevalentemente attraverso la decarbonizzazione sia nella generazione di energia elettrica sia nell'ambito dei trasporti. Evidenziano, inoltre, come le risorse stanziare per la transizione verde siano in grado di finanziare al massimo metà dello sforzo richiesto per l'obiettivo fissato per il 2030. Di conseguenza, affermano che ulteriori investimenti e finanziamenti siano necessari, soprattutto alla luce delle implicazioni del piano REPowerEU.<sup>18</sup> Quest'ultimo, tra i diversi obiettivi, specifica la necessità di procedere verso uno sviluppo delle energie rinnovabili, ma sottolinea anche la necessità di diversificare gli approvvigionamenti dei combustibili fossili in conseguenza al conflitto russo-ucraino. È quindi necessario prestare particolare attenzione a come il REPowerEU verrà implementato per evitare che si imbocchi una strada di nuovo *appeal* verso le fonti fossili, opzione che sembra improbabile vista l'evoluzione di lungo termine delle emissioni registrata anche durante la pandemia. Ciò può essere evitato anche facendo tesoro delle *best practice* sviluppate a seguito della diffusione del Covid-19, quali, ad esempio, un aumento del lavoro da remoto ed una limitazione degli spostamenti, soprattutto quelli aerei, che di più contribuiscono alle emissioni.

Tali risultati sono in linea anche con studi di carattere quantitativo come Deb et al. (2023) che hanno cercato di far luce sulla relazione esistente tra periodi di recessione ed uso dell'energia. Infatti, facendo uso di informazioni relative ai paesi dell'OCSE gli autori evidenziano che i periodi di decrescita, di cui la pandemia da Covid-19 è un esempio, sono naturalmente associati ad una riduzione dell'intensità energetica della produzione, con un impatto maggiore sui settori più inquinanti. Tale effetto è tanto più ampio quanto è più stringente la legislazione a tutela dell'ambiente, sotto forma di politiche di mercato e non. È fuor di dubbio, quindi, che un esito positivo dell'evento pandemico sulla transizione verde sia particolarmente forte nell'Unione Europea, in cui, più di ogni parte al mondo, la legislazione a tutela dell'ambiente è rigorosa.

## CONCLUSIONI

Questo capitolo ha cercato di mettere brevemente in evidenza l'impatto dell'epidemia da Covid-19 sulla dinamica del consumo di energia nel biennio 2021-2020, soffermandosi sia sulle fonti fossili sia su quelle rin-

---

<sup>18</sup> Si veda la seguente URL per una spiegazione dettagliata del piano REPowerEU da parte del Consiglio Europeo: <<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/repowereu/> (ultimo accesso: 15 agosto 2024)>.

novabili, e ponendo particolare attenzione non solo sulla domanda, ma anche sulla generazione di energia elettrica. Il lavoro ha poi fornito una breve descrizione delle conseguenze della pandemia sulle fonti di energia rinnovabile e non rinnovabile, mettendo in luce come la pandemia abbia determinato un'opportunità per una maggiore diffusione dell'energia pulita a discapito delle fonti fossili. Ciò, però, è avvenuto con gradi diversi tra paesi (aspetto sul quale però non ci siamo addentrati in dettaglio), per una pluralità di ragioni, che possono coinvolgere il grado di sviluppo, la specializzazione produttiva, la sensibilità ambientale e lo spazio di manovra fiscale. Le statistiche riportate hanno messo in evidenza come gli interventi pubblici a supporto del settore dell'energia negli anni 2021-2020 si siano diretti soprattutto a sostenere le fonti non rinnovabili senza condizionalità, sottolineando, come, a livello globale, l'interesse pubblico per la tutela ambientale sia ancora arretrato, aspetto, quindi, sul quale è necessario non abbassare la guardia ed attivare delle azioni internazionali concertate. Non è però il caso di tutti i paesi, infatti, lo studio ha sommariamente richiamato il caso dell'Unione Europea, come esempio in cui il processo di transizione verde era già iniziato prima della pandemia, ma è continuato, anche in modo accentuato dopo la stessa, per effetto di misure di policy *ad hoc*, come il noto Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Considerato che il summenzionato spazio fiscale è sempre più limitato per un numero ampio di paesi, soprattutto per effetto della necessità di dar vita a manovre fiscali espansive a sostegno delle economie colpite dalla pandemia, condividiamo il pensiero di Tian et al. (2022) secondo i quali è auspicabile che si attivino iniziative private per supportare investimenti a favore delle fonti rinnovabili. Ciò si può tradurre, secondo questi autori, in forme di *crowdfunding* alle quali già si sono già affiancate scelte di grandi banche di non finanziare progetti di investimento per la generazione di energia attraverso fonti fossili. Condividiamo anche le indicazioni fornite da Jiang et al. (2021) che, ancora in periodo pandemico, avevano suggerito una serie di opportunità derivanti dalla pandemia, tra le quali un miglioramento della digitalizzazione e del cosiddetto *Internet of Things* (IoT), ovvero "l'estensione di internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti, che acquisiscono una propria identità digitale in modo da poter comunicare con altri oggetti nella rete e poter fornire servizi agli utenti",<sup>19</sup> l'adozione di uno stile di vita improntato ad un più basso uso di energia, nonché la necessità di perseverare nel miglioramento dell'economia circolare.

---

<sup>19</sup> <[https://it.wikipedia.org/wiki/Internet\\_delle\\_cose](https://it.wikipedia.org/wiki/Internet_delle_cose)> (ultimo accesso: 21 agosto 2024).

La pandemia da Covid-19 ha messo in evidenza debolezze riguardanti non solo la dimensione strettamente economica dei paesi, ma anche quella energetica, ed ha messo in luce, come afferma D’Orazio (2024), la presenza di stretti legami tra salute, ambiente, realtà socio-economiche e politiche. Tali interconnessioni suggeriscono linee di ricerca futura che includono, tra le altre, la necessità di elaborare degli scenari di lungo periodo, considerare l’influenza delle dinamiche politiche sulle azioni climatiche condivise, e valorizzare il ruolo delle attitudini sociali nonché dei comportamenti individuali sull’adozione di tecnologie per l’energia rinnovabile. In un contesto come quello attuale, caratterizzato da forte incertezza, il suscitato bisogno di elaborare degli scenari di lungo periodo è particolarmente rilevante perché consente di tener conto del cambiamento che può interessare variabili geopolitiche, climatiche e di andamento dell’attività economica. La programmazione di lungo periodo appare quindi ineludibile perché fornisce al decisore politico gli strumenti adatti per valutare non solo i rischi potenziali ma anche le opportunità emergenti.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abdeen, A., Kharvari, F., O'Brien, W., e Gunay, B.  
2021 'The impact of the COVID-19 on households' hourly electricity consumption in Canada', *Energy and Buildings*, 250, 111280.
- Bahmanyar, A., Estebarsari, A., e Ernst, D.  
2020 'The impact of different COVID-19 containment measures on electricity consumption in Europe', *Energy Research & Social Science*, 68, 101683.
- Beyer, R. C., Franco-Bedoya, S., e Galdo, V  
2021 'Examining the economic impact of COVID-19 in India through daily electricity consumption and nighttime light intensity', *World Development*, 140, 105287.
- Carvalho, M., Bandeira de Mello Delgado, D., de Lima, K. M., de Camargo Cancela, M., dos Siqueira, C. A., e de Souza, D. L. B.  
2021 'Effects of the COVID-19 pandemic on the Brazilian electricity consumption patterns', *International Journal of Energy Research*, 45(2), 3358-3364.
- Cassetti, G., Boitier, B., Elia, A., Le Mouël, P., Gargiulo, M., Zagamé, P., ... e Chiodi, A.  
2023 'The interplay among COVID-19 economic recovery, behavioural changes, and the European Green Deal: An energy-economic modelling perspective', *Energy*, 263, 125798.
- Crnčec, D., Penca, J., e Lovec, M.  
2023 'The COVID-19 pandemic and the EU: From a sustainable energy transition to a green transition?'. *Energy Policy*, 175, 113453.
- D'Orazio, P.  
2023 'Charting the complexities of a post-COVID energy transition: emerging research frontiers for a sustainable future', *Energy Research & Social Science*, 103365.
- Deb, P., Furceri, D., Ostry, J. D., e Tawk, N.  
2023 *Recessions, the energy mix and environmental policy*, Working Paper 18/2023, Bruegel, Brussel.

- Halbrügge, S., Schott, P., Weibelzahl, M., Buhl, H. U., Fridgen, G., e Schöpf, M.  
2021 'How did the German and other European electricity systems react to the COVID-19 pandemic?'. *Applied Energy*, 285, 116370.
- Jiang, P., Van Fan, Y., e Klemeš, J. J.  
2021 'Impacts of COVID-19 on energy demand and consumption: Challenges, lessons and emerging opportunities', *Applied energy*, 285, 116441.
- Quitow, R., Bersalli, G., Eicke, L., Jahn, J., Lilliestam, J., Lira, F., ... e Xue, B.  
2021 'The COVID-19 crisis deepens the gulf between leaders and laggards in the global energy transition', *Energy Research & Social Science*, 74, 101981.
- Tavakoli, S., Loengbudnark, W., Eklund, M., Voinov, A., e Khalilpour, K.  
2023 'Impact of COVID-19 pandemic on energy consumption in office buildings: A case study of an australian university campus' *Sustainability*, 15(5), 4240.
- Tian, J., Yu, L., Xue, R., Zhuang, S., e Shan, Y.  
2022 'Global low-carbon energy transition in the post-COVID-19 era' *Applied energy*, 307, 118205.
- Xu, S., Cheng, B., Huang, Z., Liu, T., Li, Y., Jiang, L., ... e Xiong, J.  
2023 'Impact of the COVID-19 on electricity consumption of open university campus buildings-The case of Twente University in the Netherlands', *Energy and Buildings*, 279, 112723.
- Yasmeen, R., Hao, G., Ullah, A., Shah, W. U. H., e Long, Y.  
2022 'The impact of COVID-19 on the US renewable and non-renewable energy consumption: a sectoral analysis based on quantile on quantile regression approach', *Environmental Science and Pollution Research*, 29(60), 90419-90434.
- Zhang, D., Rong, C., Ahmad, T., Xie, H., Zhu, H., Li, X., e Wu, T.  
2023 'Review and outlook of global energy use under the impact of COVID-19', *Engineering Reports*, 5(3), e12584.