

CRISI CLIMATICA E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Fabio Monforti¹, Gianluca Ruggieri²

¹ Commissione Europea, Centro Comune di Ricerca

fabio.monforti-ferrario@ec.europa.eu

² Università dell'Insubria – gianluca.ruggieri@uninsubria.it

Abstract – Gli orizzonti della transizione ecologica sono in grado di renderci indipendenti dai combustibili fossili, migliorando la sicurezza energetica e stabilizzando i costi di approvvigionamento. La decarbonizzazione è in grado di ridurre rischi di mancati approvvigionamenti energetici e rischi sanitari oltre che quelli legati all'intensificarsi di eventi meteorologici estremi. La crescente volontà politica globale, i miglioramenti tecnologici e la progressiva affermazione sul mercato delle tecnologie necessarie apre la possibilità reale di modificare nel profondo il nostro sistema di approvvigionamento e consumo energetico. Resta da verificare se i tempi saranno compatibili con quelli richiesti dalla scienza del clima.

Parole chiave: decarbonizzazione, crisi climatica, crisi energetica, rinnovabili, efficienza

1. Introduzione

Non è certo una novità degli ultimi anni l'attenzione globale al tema della crisi climatica. La prima conferenza delle parti all'interno della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP1) si tenne nel 1995 a Bonn e già nel 1997 a Kyoto (COP3) si arrivò a un accordo quadro internazionale per la riduzione delle emissioni. Sappiamo quindi da tempo che una rapida decarbonizzazione è necessaria, ma nel frattempo le emissioni globali annue¹ sono passate da 34 a 50 miliardi di tonnellate di CO₂ equivalente. Negli ultimi anni sembra però essersi aperta una reale finestra di opportunità a partire dall'accordo di Parigi (COP21) che prevede di limitare la crescita della temperatura media globale “ben al di sotto dei 2 gradi centigradi”, entro la fine del secolo e chiede alle parti di fare tutto ciò che è possibile “per tentare di non superare gli 1,5 gradi”. I singoli paesi hanno quindi poi definito i cosiddetti Nationally Determined Contributions, cioè gli impegni di riduzione delle emissioni che nel loro insieme dovrebbero portare a una sostanziale decarbonizzazione globale entro metà secolo.

In particolare dal 2018, grazie anche all'azione dei movimenti giovanili sul clima che sono riusciti a riportare al centro dell'agenda globale il tema della crisi climatica, abbiamo visto un susseguirsi di impegni sempre più stringenti e anche nei provvedimenti per la ripresa economica post pandemica la transizione ecologica (e in particolare la transizione energetica) acquisiva uno spazio decisivo, ad esempio all'interno del NextGenerationEU e del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza del nostro paese. Le vicende legate all'invasione russa dell'Ucraina e alla crisi energetica (con un aumento vertiginoso dei costi di approvvigionamento di gas naturale e di elettricità peraltro già in corso dall'estate del 2021) sembrano invece aver messo in secondo piano gli orizzonti della decarbonizzazione, spingendo tanti paesi europei a una rapida rincorsa ad approvvigionarsi di fonti fossili per poter superare l'inverno 2022-2023. Eppure tutte le misure necessarie alla decarbonizzazione (a partire da quelle di efficienza energetica, di elettrificazione dei consumi finali e della produzione di energia da fonti rinnovabili) sono totalmente in linea

con le esigenze di maggiore indipendenza energetica dall'estero e dai combustibili fossili. Allora risulta utile chiedersi se la crisi energetica del 2022 possa costituire un fattore di accelerazione o di rallentamento del percorso di decarbonizzazione che molti paesi avevano intrapreso negli ultimi anni. Per rispondere a questa domanda allarghiamo momentaneamente lo sguardo riprendendo le fila delle ragioni che ci hanno portato a voler cambiare il nostro sistema energetico.

2. Equità e concentrazione

Uno dei modi di valutare la bontà di un sistema energetico è il cosiddetto indice del trilemma energetico. In questa visione un buon sistema energetico deve soddisfare tre requisiti: sicurezza, equità e sostenibilità. Una componente fondamentale dell'equità è costituita dall'accesso alle risorse primarie, quelle che in un sistema basato sulle fossili sono petrolio, gas naturale e carbone. La nazione con la maggior quota di riserve di petrolio dichiarate era nel 2018 il Venezuela, con il 17,5%, seguito dall'Arabia Saudita (17,2%) e da Canada, Iran e Iraq, con una quota poco sotto il 10% ciascuno. Le prime dieci nazioni di questa lista posseggono l'83%

delle riserve mondiali mentre nell'intera Europa occidentale si trova solo lo 0,8% delle riserve mondiali, tre quarti delle quali nei giacimenti norvegesi e inglesi del mare del Nord.

La situazione per il gas naturale è molto simile: 10 nazioni controllano quasi l'80% delle riserve e sette di queste (Russia, Iran, Stati Uniti, Arabia Saudita, Venezuela, Nigeria ed Emirati Arabi) fanno anche parte della "top 10" dei detentori di riserve petrolifere. Anche in questo caso l'Europa conta poco con il 2% delle riserve, metà delle quali ancora una volta in Norvegia.

In linea di principio, la disomogenea concentrazione di un bene potrebbe non essere un grosso problema in un mercato globale: in fondo esistono paesi ricchi in pomodori ma poveri in banane e viceversa e il commercio serve proprio a mettere in contatto domanda e offerta di ogni tipo di bene.

Il problema in questo caso nasce dalla non sostituibilità delle risorse primarie nel nostro sistema energetico: se vengono a mancare le banane possiamo sempre decidere di mangiare un altro frutto, mentre le nostre centrali elettriche e le nostre auto hanno bisogno di un ben determinato tipo di combustibile, non sostituibile nel breve termine.

"In questa visione un buon sistema energetico deve, soddisfare tre requisiti: sicurezza, equità e sostenibilità."

Questo fatto attribuisce ai paesi produttori di risorse fossili un potere di mercato inusuale nella maggior parte degli altri settori economici. In questa situazione i paesi poveri di risorse come quelli europei sono particolarmente vulnerabili a qualunque problema di approvvigionamenti, siano essi causati da dispute commerciali o geopolitiche o da problemi tecnici.

Purtroppo in Europa stiamo vivendo proprio in questi mesi un esempio dei problemi legati a questa concentrazione a causa della consistente quota di approvvigionamento di gas proveniente dalla Federazione Russa. In generale, il mercato mondiale dei combustibili fossili è solo parzialmente diversificato: nel 2018 le 10 maggiori compagnie del mondo controllavano il 35% della produzione mondiale di petrolio del mondo e alcune di esse comparivano anche nella "top ten" dei produttori di gas. Passati i tempi delle "sette sorelle", le potenti compagnie occidentali che controllavano le risorse mondiali nell'immediato dopoguerra, è ora il momento delle grandi compagnie statali dei paesi produttori: Saudi Aramco, Gazprom, PetroChina, National Iran Oil Company e molte altre.

3. Usque tandem?

Differenziare gli approvvigionamenti, sia in termini di fornitori che di risorse, ci potrà quindi portare a una maggior sicurezza. Stiamo toccando con mano quanto questo processo possa essere faticoso, anche se non impossibile in situazioni critiche: ad agosto 2022 la quota di gas naturale importato nella UE dalla Russia ammontava al 17%, una quota ancora importante ma molto minore del 42% di agosto 2021.

Ma anche supponendo di superare i rischi intrinseci alla loro iniqua distribuzione, fino a quando potremo andare avanti con le fonti fossili? Spostando la nostra visione da un breve termine complicato a un lungo termine in cui, almeno in teoria, ci possiamo permettere una pianificazione di più ampio respiro, un grosso limite balza all'occhio: le risorse fossili non sono rinnovabili: carbone, petrolio, gas naturale (e anche l'uranio) non si riformano nel tempo. In linea di principio, più petrolio

o gas estraiamo, meno risorse dovrebbero rimanere a nostra disposizione.

In realtà negli ultimi decenni non è andata affatto così. Al contrario, le riserve fossili cosiddette "provate" sono andate continuamente aumentando, nonostante il loro sfruttamento non si sia fermato e sia, anzi, aumentato. In altre parole, finora la scoperta di nuovi giacimenti ha più che compensato il loro sfruttamento. Inoltre la definizione di risorsa "provata" non è univoca e, singolarmente, dipende anche dal prezzo di mercato: in periodi di prezzi alti come quello che stiamo vivendo diventa conveniente sfruttare anche giacimenti "difficili" e più costosi, che vengono quindi inclusi nelle statistiche delle riserve utilizzabili. Inoltre, sempre quando il prezzo è alto, diventa più interessante investire in nuove ricerche e le scoperte si moltiplicano. Al contrario in periodi di prezzi bassi le nuove prospezioni diventano meno redditizie e l'industria tende a concentrarsi maggiormente sullo sfruttamento delle risorse conosciute. In ogni caso, grazie a tutti questi effetti combinati, il tempo stimato di esaurimento delle risorse di petrolio è salito dai circa 30 anni attesi negli anni Ottanta dello scorso secolo ai circa 45 anni attuali.

Per il gas naturale siamo invece stabili attorno a una stima di 50-60 anni da almeno tre decenni mentre per il carbone le fonti più accreditate forniscono valori superiori ai 100 anni.

Vuol dire che non ci dobbiamo preoccupare dell'esaurimento dei combustibili fossili? Sì e no. Forse non ce ne dobbiamo preoccupare subito, ma nel medio termine giocheranno due fattori: l'aumento dei consumi mondiali che tutte le maggiori agenzie mondiali si aspettano per i prossimi decenni e la possibile stagnazione di nuove scoperte.

Entrambi questi effetti, il primo praticamente certo e il secondo estremamente probabile, porteranno il temuto momento dell'esaurimento delle riserve sempre più vicino nel tempo. Ma a parte il fatto che, sia fra 30 anni o sia fra un secolo, rimane moralmente discutibile consegnare alle future generazioni un pianeta deprivato di risorse, siamo sicuri che ci possiamo davvero permettere di sfruttare tutte queste risorse

fossili? La scienza del clima risponde con un chiaro “no” a questa domanda.

4. Se due gradi vi sembrano pochi

Come dicevamo nell'introduzione, l'accordo di Parigi impegna quasi tutte le nazioni del pianeta a mantenere un controllo delle emissioni di gas serra tale da mantenere il cambiamento climatico “consistentemente al di sotto dei 2 gradi centigradi”.

Per come funziona il sistema climatico, fissare un aumento massimo di temperatura accettabile significa fissare un tetto massimo di emissioni complessive di gas serra che da oggi in poi possiamo accettare. Orbene, utilizzare tutte le riserve fossili conosciute, sfruttate usando le tecnologie attuali, ci porterebbe ben oltre i cruciali due gradi di aumento di temperatura.

Quanta parte delle riserve conosciute sia ancora possibile sfruttare senza superare questo limite è ancora oggetto di dibattito, ma le stime più

recenti ci dicono che non possiamo permetterci di sfruttare il 90% delle riserve di carbone e il 60% di gas e petrolio (Welsby et al. 2021). Questo significa che abbiamo riserve utilizzabili per un periodo molto più breve di quello visto sopra: pochi decenni in cui dovremo cambiare radicalmente il modo in cui produciamo energia. In questo quadro l'International Energy Agency ritiene che “nessuna nuova autorizzazione per lo sviluppo di giacimenti di petrolio e gas, né per nuove miniere a carbone o per l'ampliamento di quelle esistenti” sia compatibile con gli scenari di decarbonizzazione al 2050 (IEA, 2021). E se l'allarme globale sul clima ci da una prima spinta a rivedere il sistema energetico un'altra ce la danno i nostri polmoni.

5. Aria pesante

L'inquinamento atmosferico resta ancora un grosso problema, e le prospettive, almeno a livello mondiale, non sono granché rosee. Secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente

ancora nel 2019 l'inquinamento atmosferico avrebbe causato oltre 300.000 decessi prematuri nell'Unione Europea (EEA, 2021). Soprattutto l'inquinamento da traffico e il riscaldamento domestico costituiscono lo zoccolo duro difficile da attaccare. Per dirla semplice, bruciare un combustibile per produrre energia è un processo intrinsecamente “sporco” che, nonostante i grandi miglioramenti ottenuti con la tecnologia, continua a produrre sia gas serra che inquinanti atmosferici. Per questo, da tempo si discute se ci sia ancora qualche ulteriore spazio di miglioramento proseguendo sulle vie fin qui sperimentate o se non sia invece necessario un radicale cambio di paradigma. In altri termini, se il problema è la combustione in sé e i suoi residui, perché non passare a tecnologie e a vettori energetici che non la prevedono², elettrico e idrogeno in primis e liberare radicalmente l'aria delle nostre città dall'inquinamento? Oltretutto ancora una volta le regole stanno cambiando e, sotto la

spinta di alcune recenti analisi provenienti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, la Commissione Europea ha proposto un ulteriore abbassamento dei valori massimi di inquinamento atmosferico a cui noi cittadini dovremmo essere esposti. È quindi veramente solo una questione di costi?

6. Costi, rischi e speculazioni

Produrre energia costa, ma non tutte le fonti costano allo stesso modo o, meglio, non tutte le fonti hanno la stessa struttura di costi e reagiscono allo stesso modo alle turbolenze dei mercati delle materie prime.

Le fonti di energia fossili dipanano i propri costi nel tempo. Prendiamo il caso di una centrale elettrica tradizionale, a gas o a carbone: all'inizio la si costruisce, poi la si usa per un certo numero di anni, mantenendola efficiente e acquistando via via il combustibile e alla fine della vita operativa la si smantella. Dal punto di vista finanziario, questa struttura rende il costo dell'energia da fonte fossile (e da nucleare e biomassa) sensibile a due parametri macroeconomici: il costo del denaro (ovvero l'interesse che le banche chiedono per anticipare il capitale necessario per costruire e mantenere l'infrastruttura) e il costo del combustibile.

Questa doppia dipendenza introduce un margine di rischio che, come ogni imprenditore che si rispetti, i produttori di energia desiderano rendere minimo. Siccome il prezzo del combustibile varia in maniera difficilmente prevedibile sul mercato internazionale, i produttori devono ricorrere a strategie, tecnicamente chiamate “hedging” (protezione), che hanno lo scopo di minimizzare o disperdere il rischio e che implicano l'uso di strumenti finanziari complessi come future e derivati. Il panorama si complica e entrano quindi in gioco altre entità, diverse dai classici venditore e acquirente: assicurazioni, finanziere e broker. In una parola: la speculazione.

Per molte fonti rinnovabili il problema del prezzo del combustibile non esiste: nel caso di solare, idroelettrico, eolico e geotermico, il combustibile è fornito gratis dalla natura e, a parte un costo operativo più o meno fisso nel tempo, il gestore non si aspetta grosse variazioni nelle spese da affrontare nel corso

della vita operativa dell'impianto. Quindi, in linea di principio ci si aspetta che i costi delle energie rinnovabili siano intrinsecamente più stabili nel tempo, meno soggetti alla speculazione e al rischio.

In realtà un rischio residuo rimane: quello legato alla discontinuità della risorsa naturale e alle bizzarrie della natura. Vale la pena però notare come il “rischio combustibile” nel caso di sole e vento sia intrinsecamente diverso



dal “rischio combustibile” di una risorsa fossile, per diversi motivi. In primo luogo, l'abbondanza di combustibile non la decide il mercato, o le strategie geopolitiche, ma la natura stessa. Mentre, come ben sappiamo, è possibile che un produttore di petrolio o gas decida di “chiudere i rubinetti”, il vento e il sole non sono confinabili artificialmente e non è possibile escluderne la fruizione.

Fonti fossili e rinnovabili hanno anche prospettive di costi futuri molto diverse. Il costo delle rinnovabili scende da parecchi anni grazie all'effetto volano degli incentivi messi in campo in questi ultimi due decenni, al progresso della ricerca scientifica e alla crescita costante dei volumi prodotti. Da diversi anni siamo ormai giunti a una situazione in cui i costi delle rinnovabili sono analoghi a quelli delle fonti più tradizionali, in particolare nella generazione di elettricità, rendendole quindi appetibili per il libero mercato.

Per le fonti fossili, anche se fosse superata la criticità della situazione contingente dell'ultimo anno, ci si aspetta comunque una crescita dei costi nel prossimo futuro. Al di là delle stime che si possono fare rispetto a quanto petrolio, gas e carbone sia ancora disponibile una cosa è chiara per tutti.



I giacimenti più profittabili sono ormai stati largamente sfruttati. Quello che rimane non è poco, ma è più difficile e costoso da estrarre e quindi meno competitivo da un punto di vista economico ed energetico. Ad esempio, se mettiamo a rapporto l'energia necessaria per estrarre e rendere disponibile un barile di petrolio (perforazione, trasporto, raffinazione, ...) e l'energia in esso contenuta, otteniamo una misura del ritorno energetico sull'investimento energetico, che si indica con l'acronimo EROEI (Energy Returned On Energy Invested). Quando si trova un giacimento facile da sfruttare, per ogni barile equivalente di petrolio investito nel processo se ne possono ottenere diverse decine. Secondo alcuni ricercatori, nei casi più favorevoli fino a 100. Il processo risulta quindi estremamente conveniente dal punto di vista energetico e consente quindi di tenere bassi i costi di produzione. Col passare del tempo, da quel giacimento diventa sempre più difficile estrarre petrolio. Per un barile investito se ne ottengono sempre di meno, fino a 20 o ancora di meno. In queste condizioni i costi di approvvigionamento salgono e può diventare interessante sfruttare giacimenti fino a quel momento dimenticati. È anche possibile introdurre nuove tecniche di estrazione estremamente energivore, come quella del fracking, la fratturazione idraulica di rocce bituminose. L'EROEI si abbassa fino a 5, per un barile investito se ne riescono a estrarre solo cinque. Inevitabilmente questo comporta un aumento dei prezzi degli approvvigionamenti e rende meno competitive queste risorse sui mercati internazionali, a tutto vantaggio delle risorse rinnovabili. Se anche le risorse fossili non sono destinate a esaurirsi nel breve periodo, già oggi sono molto meno competitive di quanto siano mai state nell'ultimo secolo.

7. La transizione è tutto intorno a noi

In sintesi, abbiamo trovato una serie di buoni motivi per cui dovremmo transire verso un sistema energetico in cui le risorse siano più equamente distribuite, non ci inducano l'ansia dell'esaurimento, che produca meno emissioni inquinanti e di gas serra e sia meno soggetto a movimenti speculativi e a pressioni geopolitiche.

E in effetti lo stiamo già facendo: siamo già in transizione e, per quanto ci è dato vedere, stiamo ancora tutti bene e, anzi, molti di noi non se ne sono neanche accorti. Ed è forse questo l'aspetto più interessante e, nello stesso tempo, uno dei motivi del parziale successo fin qui ottenuto: il non dover cambiare i nostri stili di vita e il non avere la sensazione che il nostro livello di benessere stia peggiorando o che stiamo pagando un prezzo esagerato. In una sola parola, quella che stiamo vivendo è forse la transizione energetica più invisibile della storia. Il non dover cambiare stile di vita è un sicuro punto a favore per poter imbarcare in questa sfida non solo i sognatori, i precursori e gli impegnati, ma anche la grande maggioranza energeticamente silenziosa. Vale la pena di notare anche che, come abbiamo già in parte visto, non è certo stato il mercato il motore di questa transizione, che è stata fin qui guidata dalla volontà politica di andare in una direzione che, se fosse stata per il mercato, difficilmente avremmo intrapreso.

Si consideri che a livello globale³ nel 2001 gli impianti eolici hanno prodotto 38 TWh, nel 2011 440 TWh (+1045%) e nel 2021 1862 TWh (+4784%). Se consideriamo invece gli impianti fotovoltaici nel 2001 la produzione globale era pari a un misero 1,4 TWh, nel 2011 è passata a 65,6 TWh (+4584%), per arrivare nel 2021 a 1032 TWh (+73614%). La somma della produzione di elettricità da eolico e fotovoltaico nel 2021 ha superato per la prima volta quella da energia nucleare a livello globale.

Fino ad oggi si è sfruttato un potenziale inesplorato, ma tutto sommato a portata di mano. È quello che in inglese viene chiamato "low hanging fruit". In pratica è come quando abbiamo un albero di nespole in giardino. Raccogliamo i frutti che sono a portata di mano per primi, senza eccessiva fatica. Ma se poi vogliamo raccogliere tutti gli altri, le cose si fanno più complicate. Tocca prendere una scala e fare molta attenzione.

Ma per raggiungere la totale decarbonizzazione, dovremo cambiare il nostro sistema energetico nel profondo. Non basterà più migliorare un po' le cose che adesso non vanno troppo bene.

Si tratterà di cambiare tutto. Radicalmente. Nelle prossime pagine proviamo a scorrere rapidamente quello che serve per completare la transizione.

8. Fossili, più di quanto pensiamo

Le città in cui viviamo e l'economia da cui dipendiamo, le case che abitiamo e le strade che percorriamo, le nostre abitudini di consumo e persino la nostra dieta. Sono innumerevoli gli aspetti della nostra vita influenzati dal consumo dei combustibili fossili. Siamo talmente immersi nel mondo fossile che non ce ne accorgiamo neppure. La grande disponibilità di energia fossile a basso costo ha determinato ad esempio l'adozione di alcune tecnologie drammaticamente inefficienti. Prendiamo ad esempio le lampadine ad incandescenza cioè la tecnologia per l'illuminazione più diffusa fino a pochi anni fa.

Nelle lampade ad incandescenza oltre il 90% dell'energia (e spesso oltre il 95%) veniva trasformata in calore. Queste lampadine erano quindi delle piccole stufette elettriche che facevano anche un po' di luce. Fino a quando l'elettricità era prodotta da fonti fossili a basso costo economico (e con costi ambientali accettabili dalla collettività) le tecnologie alternative per l'illuminazione hanno faticato ad affermarsi. Oggi invece, grazie all'azione combinata dell'innovazione tecnologica, delle politiche di stimolo e dei cambiamenti di abitudini, possiamo scegliere lampade moderne ed efficienti. Se quantifichiamo il flusso luminoso prodotto da una lampada in lumen e invece i suoi consumi energetici in watt, il rapporto tra i lumen emessi e i watt utilizzati può darci un'idea dell'efficienza energetica di una sorgente luminosa. In questi ultimi anni siamo passati da lampade che producevano 10-15 lumen per ogni watt utilizzato, a lampade basate su LED che sono in grado di produrne oltre 200. E nei laboratori di ricerca i miglioramenti continuano.

Se allarghiamo lo sguardo all'intero edificio, per decenni abbiamo costruito edifici privi di qualsiasi isolamento termico. Uno sguardo alle statistiche relative alle certificazioni energetiche ci dice che ad esempio in Lombardia oltre metà degli edifici ricadono

nella peggiore classe energetica, la G. Se aggiungiamo anche gli edifici in classe F ed E, superiamo il 75%. Si può stimare che per riscaldare annualmente un metro quadro di superficie utile si passa da un consumo di oltre 18 m³ di gas per edifici in classe G, a meno di 2 m³ di gas per edifici in classe A+, per una riduzione di oltre il 90%.

Questi risultati non dipendono solo dal fatto che le abitazioni costruite fino a pochi anni fa non fossero isolate opportunamente. Pensiamo banalmente al fatto che per tenere una abitazione a 20°C di temperatura, stiamo realizzando una combustione di gas metano, cioè un processo che avviene a oltre 650°C. Non è necessario. E poi l'acqua che circola nell'impianto e passa nei caloriferi viene mantenuta a 70°C, in alcuni casi anche più calda. Neppure questo è necessario. Spesso la regolazione dell'impianto è basata semplicemente su un timer, senza nessuna verifica della temperatura effettivamente raggiunta nelle stanze: quanti sono costretti a tenere aperte le finestre durante le giornate invernali miti perché l'impianto centralizzato condominiale è acceso a sproposito? Gli impianti moderni invece sono quasi tutti a bassa temperatura e in questo modo possono ridurre le inutili dispersioni di calore. Ed è sempre più abituale la presenza di termostati che regolano la temperatura nelle varie stanze. Pensiamo ad esempio a come funziona un'automobile equipaggiata con un motore a combustione interna. Secondo i test dell'Environmental Protection Agency del governo statunitense (Lovins et al. 2005), oltre l'80% dell'energia prodotta dalla combustione che avviene nel motore è dissipata come energia termica, o attraverso i fumi di scarico, o attraverso il circuito di raffreddamento, oppure come attrito interno al sistema di trasmissione. Alle ruote arriva quindi solo il 17% dell'energia termica trasformata in energia meccanica. Questa quota può ridursi al 12-13% se sono attivi gli impianti di condizionamento, audio o di illuminazione. Se sull'automobile è presente solo una persona, questa peserà circa il 5% della massa totale spostata dal funzionamento del motore. Quindi sostanzialmente l'energia utilizzata per spostare la persona è pari all'1% di quella

consumata dal motore. Il 99% serve ad altro. O non serve. Non si potrà certo arrivare a un'efficienza del 100%, ma partendo dall'1% non dovrebbe essere difficile migliorare. Serve però concepire le automobili in maniera completamente diversa. O forse addirittura iniziare a pensare che le automobili, nate e sviluppate in stretta connessione con la disponibilità di combustibili liquidi derivati dal petrolio, non siano lo strumento migliore per la mobilità, in particolare quella urbana, e andrebbero utilizzate solo quando non ci sono migliori alternative: il contrario di quanto succede oggi.

9. Attenderci l'inatteso

Sarebbe facile ma forse poco interessante proseguire negli esempi tecnologici. Ma esempi simili li potremmo fare sui materiali, sulle tecniche agricole di coltivazione, sull'organizzazione economica e sociale. Se non ci fossero state le fonti fossili, non abiteremmo così, non coltiveremmo così, non mangeremmo così, non ci sposteremmo così. Quando non useremo più le fonti fossili, non saremo più obbligati ad abitare così, coltivare così, mangiare così, spostarci così. Il problema è che siamo talmente immersi nelle nostre abitudini di vita, che diventa molto complicato immaginarci qualcosa di diverso. Diventa difficile distinguere tra quello che si può cambiare e quello che non si può cambiare. Dobbiamo fare nostro l'invito di Edgar Morin e attenderci l'inatteso.

In altri termini, non possiamo pensare che la transizione in atto sarà una semplice sostituzione dei combustibili fossili con altre fonti di energia (alternative, come si diceva una volta). Inevitabilmente le fonti rinnovabili durante questa transizione contribuiranno a ridefinire la nostra società tanto quanto le fonti fossili hanno contribuito a ridisegnarla negli ultimi 250 anni. Come possiamo quindi immaginare il nostro futuro prossimo?

Il tema delle transizioni energetiche è studiato da scienziati di diverse discipline e con diversi approcci culturali. Se ne occupano da diversi punti di vista fisici e ingegneri, sociologi ed ecologi, scienziati politici ed economisti. Pur nelle grandi differenze di approccio, potremmo dire che emergono due scuole di pensiero alternative. Una sostiene che



la transizione sarà necessariamente molto lunga e che ancora per diversi decenni, forse per tutto il secolo, le fonti fossili saranno le principali protagoniste degli approvvigionamenti energetici. Del resto tutte le precedenti transizioni sono andate così. La seconda scuola di pensiero invece ritiene che si siano create condizioni inedite e che quindi questa volta le cose andranno in maniera molto diversa.

10. Differenze con il passato

La prima sostanziale differenza è già stata ricordata in precedenza: se anche le risorse fossili non sono destinate a esaurirsi nel breve periodo, già oggi sono molto meno competitive di quanto siano mai state nell'ultimo secolo. Non è mai stato così facile

farne a meno. Ma questo è solo il primo aspetto interessante.

10.1. L'innovazione tecnologica e la globalizzazione

Nel mondo non ci sono mai stati così tanti ricercatori. Mai così tante risorse sono state dedicate allo sviluppo tecnologico. Questo immenso sforzo globale ha già prodotto innumerevoli innovazioni. La scienza dei materiali, l'elettronica, la fisica applicata, tutte queste discipline hanno consentito che le risorse rinnovabili potessero essere sfruttate come mai prima d'ora.

Ma le innovazioni stanno riguardando anche il modo in cui l'energia viene utilizzata e consentono (come abbiamo già visto) importanti risparmi ed efficienze. Infine

anche la gestione dei sistemi energetici, e in particolare della rete elettrica, può essere realizzata in maniera inedita grazie ai nuovi sistemi di comunicazione e controllo a distanza. Ma l'innovazione a cui abbiamo assistito negli ultimi decenni è solo un antipasto di quello che avverrà nei prossimi anni. Il meglio deve ancora avvenire. E quello che rende questa situazione ancora più promettente è la consapevolezza che mai come ora il mondo è stato interconnesso. In passato una innovazione tecnologica veniva realizzata in un paese e poteva impiegare decenni interi prima di arrivare a una diffusione globale. Oggi invece tutto avviene in un modo molto più rapido, una volta arrivati sui mercati i nuovi prodotti possono avere una diffusione globale in pochi anni, a volte addirittura in pochi mesi.

Non crediamo certo che la transizione sia solo una questione tecnologica. Ma senza la presenza di alternative tecnologiche la transizione sarà semplicemente impossibile.

10.2. La volontà politica globale

Le precedenti transizioni energetiche sono normalmente avvenute sostanzialmente a causa di fenomeni emergenti. In altre parole, non è mai capitato che la comunità nazionale o internazionale si ponesse obiettivi precisi di lungo periodo e definisse una strategia condivisa. Normalmente quello che è avvenuto finora è che la combinazione di un'opportunità (una risorsa energetica) e di una o più innovazioni tecnologiche ha prodotto una serie di fenomeni a catena senza che questo fosse nelle intenzioni originarie di nessuno. I governi nazionali non hanno potuto far altro che assistere e a volte assecondare fenomeni vasti che non dipendevano dalla loro azione.

Oggi invece vi è un consenso diffuso attorno alla necessità di agire per fermare il cambiamento climatico. Questa necessità ha portato nel dicembre del 2015 alla firma dell'accordo di Parigi, come ricordavamo. Il consenso però non riguarda solo i governi. La coscienza dei rischi connessi all'inazione è sempre più diffusa tra i semplici cittadini, i movimenti giovanili affermatasi negli ultimi anni hanno sicuramente contribuito a cambiare la narrazione e il quadro politico generale di riferimento. Inoltre, forse ciò che più conta, sono sempre più numerose le imprese e gli attori finanziari che percepiscono come i cambiamenti climatici potrebbero danneggiare i loro interessi economici, mentre la transizione energetica può diventare un'importante opportunità di sviluppo economico. Finalmente sostenibile anche dal punto di vista ambientale.



C'è almeno un esempio recente di come l'azione concertata di governi, imprese e cittadini possa ottenere risultati molto rilevanti in un arco di tempo relativamente breve: il buco nell'ozono. Negli anni '80 il principale allarme ecologico mondiale era il progressivo assottigliamento dello strato di ozono troposferico. Questo sottile strato è preziosissimo perché, filtrando i raggi ultravioletti, ci consente di esporci alla luce solare senza subirne eccessivamente i danni. A causa dell'interazione dannosa con una serie di composti chimici largamente diffusi a livello globale nel corso del '900, tale strato si stava velocemente esaurendo. Grazie alle ricerche di numerosi scienziati e grazie all'azione di associazioni ambientaliste e dell'opinione pubblica mondiale, i governi dei vari paesi mondiali furono spinti ad agire in maniera rapida e nel settembre 1987 sottoscrissero il protocollo di Montreal, entrato in vigore un anno e mezzo dopo: ad oggi sono 192 le nazioni che lo hanno ratificato. Il protocollo di Montreal prevedeva che le sostanze responsabili del buco venissero messe fuori produzione entro il 1996. Nel giugno 2016 sono stati pubblicati i risultati di uno studio che dimostra come dal 2000 a oggi il buco che si era formato sopra l'Antartide si starebbe progressivamente chiudendo. Oggi è quattro milioni di chilometri quadrati più piccolo di quindici anni fa (Solomon et al. 2016).

Certo il tema dei gas a effetto serra è enormemente più complesso di quello dei gas lesivi per l'ozono. Ma, prendendo a prestito le parole di Susan Solomon (che ha diretto il team che ha curato lo studio) "Non siamo incredibili noi umani? Abbiamo creato una situazione negativa e poi abbiamo deciso tutti assieme di fare a meno di queste molecole. Ne abbiamo fatto a meno e ora vediamo che il pianeta ci sta rispondendo".

11. Un salto di scala

Già nel 2008, quasi dieci anni prima di Parigi l'Unione Europea adottava il cosiddetto pacchetto Clima-Energia, dandosi obiettivi ambiziosi da raggiungere entro il 2020 riguardanti sia le emissioni di gas serra, l'efficienza energetica e la penetrazione delle rinnovabili. Per raggiungerli, in questi anni si è usato tanto il bastone, introducendo

raggiunti, anche se in piccola parte a causa del lockdown del 2020, ma non ci si ferma certo qui. Già dal 2011 l'Unione Europea aveva infatti definito una strategia energetica che andasse oltre e permettesse di arrivare a ridurre le emissioni di gas a effetto serra di una quota compresa tra l'80 e il 95% entro il 2050.

E la nuova Commissione Europea presieduta da Ursula von der Leyen



requisiti minimi di efficienza sugli edifici e su decine di categorie di prodotti che utilizzano l'energia (dagli elettrodomestici alle automobili, dalle lampadine ai motori industriali) e contemporaneamente limitando le emissioni del settore industriale. Allo stesso tempo si sono distribuite tantissime carote: dagli incentivi per i nuovi impianti rinnovabili, alla certificazione energetica che premia prodotti ed edifici efficienti. Gli obiettivi sono in effetti stati

e insediatasi a fine 2019 ha posto al centro del suo programma il cosiddetto European Green Deal. Si tratta di un piano per la complessiva ridefinizione del modello economico dell'Unione, basato su investimenti e obiettivi, che includono anche la decarbonizzazione oltre che l'introduzione dei principi dell'economia circolare in tutti i settori. Gli obiettivi di riduzione delle emissioni sono ora pari al 55% entro il 2030 con l'orizzonte della piena neutralità climatica entro il 2050.

Di fatto si immagina un sistema elettrico europeo quasi interamente decarbonizzato entro il 2035. Non si tratta più quindi di supportare un settore di nicchia, la green economy, per poi mantenere inalterati tutti gli altri. Si tratta di intervenire in ogni singolo settore in maniera decisa per la sua riconversione.

Se l'Unione Europea con l'European Green Deal è tornata a giocare un ruolo di primo piano nella transizione, gli altri paesi non sono da meno. Se da una parte la Cina continua a essere il maggior attore mondiale nel campo delle rinnovabili con 137 miliardi investiti nel 2021 (pari al 37% dei 366 investiti globalmente) la vera novità viene dagli Stati Uniti d'America dove recentemente è stato approvato un Inflation Reduction Act che da molti commentatori è stato salutato come il più ambizioso piano di investimenti per la transizione mai approvato negli USA e che si affianca al precedente Bipartisan Infrastructure Law arrivando complessivamente a superare i mille miliardi di dollari di nuovi investimenti pubblici (che dovrebbero peraltro mobilitare investimenti privati anche più rilevanti).

Sembra proprio il salto di qualità che aspettavamo da tempo. Non è quindi un caso che il World Energy Outlook 2022 pubblicato a fine ottobre dall'International Energy Agency prevede in ogni scenario che il picco di consumo delle fonti fossili sia ormai all'orizzonte (IEA, 2022). Un risultato probabilmente accelerato dall'invasione dell'Ucraina che ha di fatto cambiato rapidamente il quadro generale di riferimento. Quello che resta da capire è se il picco di fatto somiglierà a un plateau, cioè se avremo ancora alcuni anni di consumi costanti prima di iniziare la discesa, come suggeriscono le politiche al momento approvate a livello globale, oppure se la discesa sarà rapida come richiesto dagli scenari di decarbonizzazione (NetZero 2050).

In questa forchetta si gioca la finestra di opportunità di dar corpo reale agli obiettivi dell'accordo di Parigi e limitare l'aumento di temperatura al di sotto dei 2 gradi centigradi. Una finestra ancora aperta ma che rischia di chiudersi, come ci ricorda l'Emissions Gap Report 2022 pubblicato a fine ottobre dal

programma ambientale delle Nazioni Unite (UNEP, 2022).

Anche se finalmente siamo sulla buona strada, la distanza tra il dire e il fare non è ancora del tutto compiuta. Sta a ciascuno di noi fare il possibile per procedere più rapidamente possibile.

Note

¹ Database "EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research" del Joint Research Centre della Commissione Europea <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>

² Vale la pena ricordare anche che non tutte le energie rinnovabili offrono questa possibilità, in particolare l'energia da biomassa si ottiene anch'essa tramite la combustione di un materiale, liquido, gassoso o solido che implica comunque emissione di inquinanti.

³ Tutti i dati in questo paragrafo sono tratti da Our World in Data <https://ourworldindata.org/>

Riferimenti bibliografici

EEA, 2021 European Environment Agency Health Impacts of Air Pollution in Europe 2021

IEA, 2021 International Energy Agency Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector OECD Publishing, 2021 <https://doi.org/10.1787/c8328405-en>

IEA, 2022 International Energy Agency World Energy Outlook 2022, OECD Publishing, 2022 <https://doi.org/10.1787/3a469970-en>.

Lovins et al. 2005 Lovins, Amory, et al. Winning the Oil Endgame. Rocky Mountain Institute, 2005. 978-1881071105.

Solomon et al. 2016 Solomon, S, Ivy, DJ, Kinnison, D et al. Emergence of healing in the Antarctic ozone layer. Science, 353 (6296). pp. 269-274. ISSN 0036-8075 <https://doi.org/10.1126/science.aae0061>

UNEP, 2022 United Nations Environment Programme Emissions Gap Report 2022: The Closing Window — Climate crisis calls for rapid transformation of societies <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>

Welsby et al. 2021 Welsby, D., Price, J., Pye, S. et al. Unextractable fossil fuels in a 1.5°C world. Nature 597, 230-234 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03821-8>