



MaCSIS

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Centro Interuniversitario MaCSIS

MaCSIS Working Paper Series

CLIMA: COSA RESTA DA FARE?

TRASFORMARE ENERGIA, ECONOMIA E POLITICA

Jacopo Mengarelli

Working Paper n.2/2020



Università degli Studi di Milano-Bicocca

Dipartimento di Sociologia e Ricerca Sociale

**Master in Comunicazione della Scienza
e dell'Innovazione Sostenibile**

CLIMA: COSA RESTA DA FARE?

Trasformare energia, economia e politica

Jacopo Mengarelli

Relatore: Luca Carra



In memoria di Pietro Greco

A.A. 2019-2020

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUZIONE | 3 |
| <i>La crisi climatica</i> | 3 |
| <i>Scopo e struttura della tesi</i> | 5 |
| Capitolo 1 | 6 |
| L'ENERGIA | 6 |
| 1.1 <i>Le tecnologie per ridurre le emissioni</i> | 6 |
| 1.2 <i>Le «altre» rinnovabili e i costi</i> | 11 |
| 1.3 <i>La geopolitica dell'energia</i> | 15 |
| Capitolo 2 | 18 |
| L'ECONOMIA | 18 |
| 2.1 <i>Crescita economica e indicatori di benessere</i> | 18 |
| 2.2 <i>Ruolo dello stato e del settore pubblico</i> | 23 |
| 2.3 <i>La finanza sostenibile</i> | 26 |
| Capitolo 3 | 28 |
| LA POLITICA | 28 |
| 3.1 <i>La consulenza scientifica</i> | 28 |
| 3.2 <i>La governance globale: i negoziati climatici</i> | 31 |
| CONCLUSIONE | 35 |
| BIBLIOGRAFIA | 36 |
| SITOGRAFIA | 38 |

INTRODUZIONE

La crisi climatica

Il problema dei cambiamenti climatici antropici è ormai noto da molto tempo. Almeno dal XIX secolo, durante il quale si inizia a capire che il Biossido di Carbonio (CO₂) potrebbe essere un gas serra, ovvero un gas capace di assorbire la radiazione infrarossa – cioè calore – e ridistribuirlo in tutte le direzioni. Oggi sappiamo che la concentrazione di CO₂ in atmosfera sta crescendo dal periodo industriale – dal 1750 – con un forte aumento, di tipo esponenziale, fondamentalmente dal secondo Dopoguerra.¹

La conseguenza principale di questo aumento è un pressoché parallelo innalzamento della temperatura globale media. Rispetto ai livelli del 1990 la temperatura globale media è cresciuta di circa 1°C – quando invece negli ultimi 11 mila anni non ha mai oscillato più di un grado circa rispetto alla media, avendo garantito quindi una stabilità climatica che ha permesso, tra le altre cose, lo sviluppo dell'agricoltura e quindi la nascita delle grandi civiltà umane.²

Gli impatti di questo riscaldamento globale sono molteplici e mutevoli a seconda della zona geografica che colpiscono: innalzamento del livello marino per fusione dei ghiacci continentali, fenomeni atmosferici più rovinosi, siccità crescente, ondate di calore crescenti, ma anche maggior probabilità di diffusione di malattie infettive, migrazioni di massa e ingenti perdite economiche.³

In *Figura 1* è riportato un grafico tratto dal rapporto sui rischi che ogni anno il World Economic Forum di Davos⁴ stila, su due dimensioni: l'impatto sull'umanità e la probabilità che si verifichino. Nel 2021, gli autori del rapporto hanno collocato nei rischi più probabili e più impattanti quello legato alle malattie infettive, vista la portata della pandemia da Covid-19; e tuttavia, tra i dieci rischi più probabili e tra i dieci rischi più impattanti, così come per gli anni scorsi, quelli di natura ambientale dominano qualsiasi classifica.

¹ IPCC (2018), *Global warming of 1.5°C*: <https://www.ipcc.ch/sr15/> [31/01/2021]

² Ibid.

³ Ibid.

⁴ WEF (2021), *The Global Risks Report. 2021 16th edition* (PDF online: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf) [31/01/2021]

Global Risks Landscape

How do respondents perceive the impact ↑ and likelihood → of global risks?

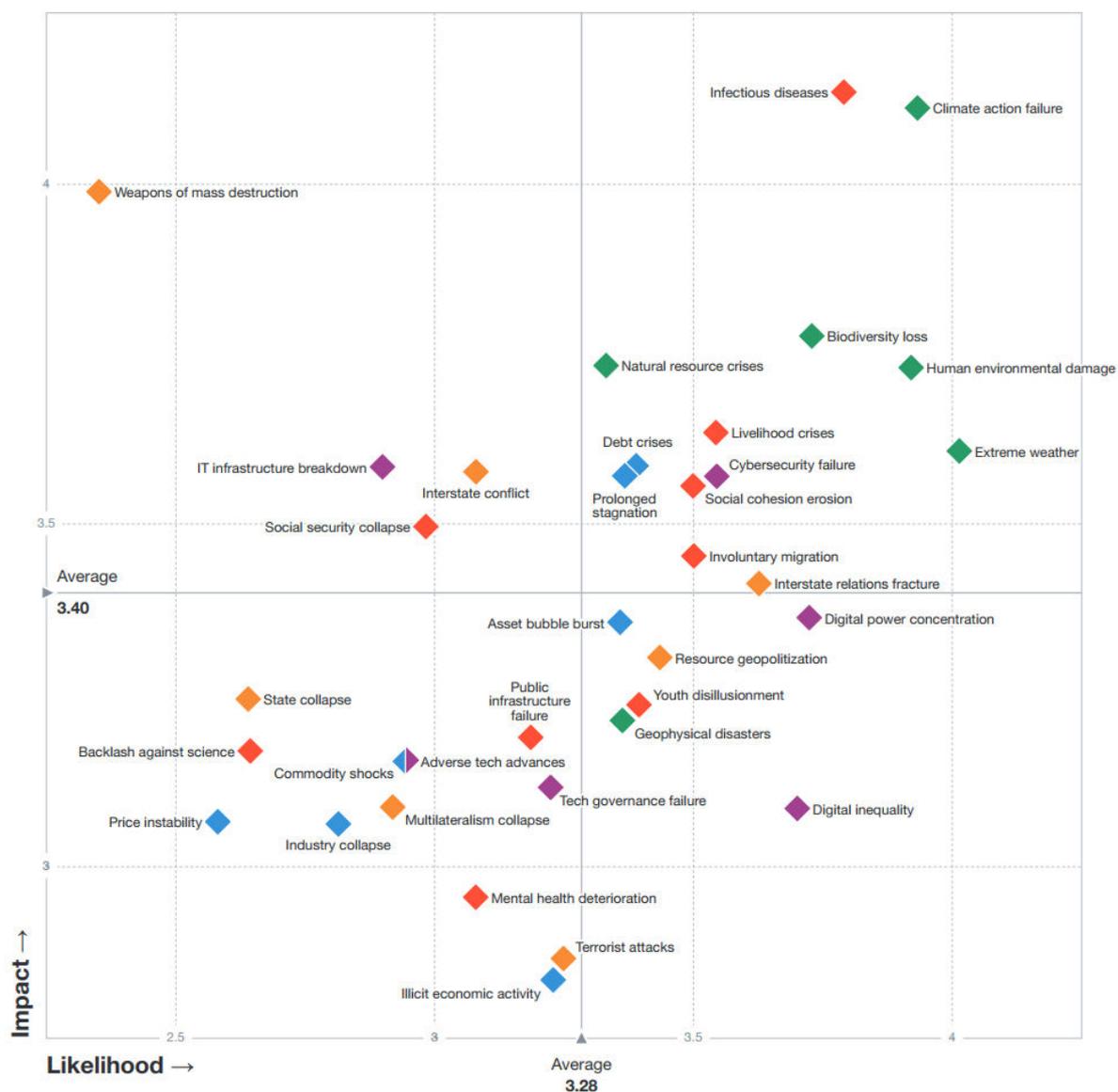


Figura 1. Grafico tratto dal «The Global Risks Report 2021», 16th edition, del World Economic Forum del 2021. I colori corrispondono alle diverse categorie: azzurro-economia, verde-ambiente, arancione-geopolitica, rosso-società, viola-tecnologia. I due assi riportano entrambi una scala da 1 a 5; il grafico ritrae l’estrappolazione all’interno della quale ricadono i rischi in questione.

Scopo e struttura della tesi

Lo scopo di questa tesi non è parlare delle cause e degli impatti della crisi climatica, quanto piuttosto delle soluzioni da mettere in campo, volendone dare anche una lettura pratica, operativa. In particolare, toccando tre macroaree: l'energia, l'economia e la politica. Per ciascuno di essi si esaminano vari aspetti cercando di capire quanto e come essi debbano trasformarsi per sostenere la tanto invocata transizione ecologica.

È infatti in seguito alla convergenza di questi tre macrosettori della società che si potrà avere una transizione strutturata, veloce e democratica, così come generalmente indicato dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite insieme ad altri obiettivi di sviluppo sostenibile, come la lotta alla povertà e alla fame o la risoluzione dei conflitti.⁵ Un modello interessante di transizione ecologica – che in un certo senso attualizza gli obiettivi dell'Agenda – è il Green Deal europeo. Il Green Deal europeo è un piano d'azione che si rivolge ai principali problemi ambientali globali (cambiamenti climatici, perdita di biodiversità, inquinamento, rifiuti, ecc.), in cui l'energia gioca un ruolo di primo piano, e per cui serve necessariamente un solido impianto politico ed economico. In altre parole, la buona realizzazione del Green Deal dipende, da un lato, dai processi decisionali di Commissione, Consiglio e Parlamento europei, che a loro volta rispondono agli accordi negoziati dagli stati nel contesto internazionale; dall'altro lato, il principale strumento economico alla base del piano d'azione sono probabilmente gli investimenti.⁶ Inoltre, in virtù di una transizione che sia socialmente sostenibile, il Green Deal europeo prevede tra le altre cose l'utilizzo del cosiddetto Just Transition Mechanism (che si basa su più pilastri finanziari, tra gli altri l'analogo Just Transition Fund) proprio per assicurare che «nessuno rimanga indietro», per esempio durante il processo di graduale sostituzione delle centrali a carbone.⁷ Ecco quindi che gli intrecci tra politica, economia e tecnologie energetiche, considerando questo quadro generale, assumono un valore rilevante.

Questa tesi è pensata infine per dare un supporto argomentativo ad alcuni video di circa dieci minuti l'uno, prodotti per essere pubblicati idealmente su giornali online di scienza, social network o altre piattaforme multimediali [16/05/21: sono stati pubblicati su *Scienza in rete*: [qui](#) e [qui](#)]. Nei video, quindi, si toccano in sintesi gli argomenti che sono con più dettaglio qui di seguito esposti.

⁵ Nazioni Unite (n.d.), *Obiettivi per lo sviluppo sostenibile*: <https://unric.org/it/agenda-2030/> [02/03/2021]

⁶ Commissione europea (n. d.), *Green Deal europeo*: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it [02/03/2021]

⁷ Commissione europea (n. d.), *The Just Transition Mechanism: making sure no one is left behind*: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/just-transition-mechanism_en [02/03/2021]

Capitolo 1

L'ENERGIA

La quota maggiore di emissioni di gas serra, prevalentemente anidride carbonica, ma anche metano e altri, è coperta dalla produzione energetica lungo tutta la sua filiera: estrazione, trasporto, produzione e distribuzione. Occuparsi dell'approvvigionamento energetico quindi significa occuparsi del problema cruciale per i cambiamenti climatici, anche se ovviamente non l'unico. In questo capitolo si mettono in luce brevemente quali sono le principali fonti energetiche, quali quelle in fase di sviluppo e quali i principali ostacoli alla decarbonizzazione della produzione energetica.

Volendo dare dei punti riassuntivi: le fonti energetiche rinnovabili più mature per soppiantare i combustibili fossili sono sostanzialmente l'energia eolica e l'energia fotovoltaica; la geotermia, l'idroelettrico, i biocarburanti e le biomasse rappresentano alternative rinnovabili – o quasi – seppur con impatti ambientali non trascurabili; ci sono ancora molte tecnologie in stato prevalentemente embrionale, come l'idrogeno e la cattura e lo stoccaggio di carbonio; c'è bisogno di superare anche ostacoli di tipo geopolitico. In generale, non siamo di fronte a problemi insormontabili né dal punto di vista tecnologico né dal punto di vista delle risorse economiche, ma sostanzialmente siamo di fronte a scelte politiche, frenate da un lato da specifici gruppi di interesse e dall'altro, evidentemente, da una mancanza di visione strategica – ma questo verrà affrontato nel Capitolo 3.

1.1 Le tecnologie per ridurre le emissioni

Nella storia dell'uomo l'energia è servita e serve sostanzialmente ai seguenti scopi: produzione materiale (agricoltura, industria, ...), locomozione, riscaldamento e, più di recente, elettricità. Naturalmente gli «utilizzi» dell'energia sono intrecciati fra loro: uno degli esempi è l'elettrificazione dei mezzi di trasporto iniziata dalla seconda metà dell'Ottocento con il passaggio dalla locomotiva a carbone al treno elettrico, come scrive la storica dell'ambiente Grazie Pagnotta nel suo libro *«Prometeo a Fukushima»*, in cui traccia la storia dell'energia dall'antichità a oggi.⁸ Non si parlerà qui del tema della mobilità sostenibile, ma è interessante ricordare che l'auto elettrica ha visto i suoi primi prototipi e utilizzi sin da fine Ottocento, con due principali case produttrici: l'inglese London Electric Cab e l'americana Electric Vehicle.⁹ In particolare Pagnotta ricorda che «l'auto elettrica era

⁸ Pagnotta G. (2020), *Prometeo a Fukushima*, Einaudi, p. 150

⁹ Ivi, p. 168

silenziosa, non produceva gas di scarico, la sua guida era di facile controllo, poiché non necessitava di cambio, e le operazioni di manutenzione erano poche; dunque per un periodo fu seconda nelle vendite dopo l'auto a vapore e fu venduta come veicolo per città¹⁰; descrizione che mette in luce caratteristiche non troppo dissimili da quelle delle attuali auto elettriche. Sarebbe interessante capire nel dettaglio perché non si è sviluppata ulteriormente, ma, come dicevamo, non sarà questa la sede.

Gran parte delle trasformazioni energetiche a partire dalle varie fonti di energia primarie (petrolio, gas, carbone, vento, radiazione solare, ecc.) vengono usate per produrre elettricità, che innerva la quasi totalità delle attività umane. La tecnologia alla base della produzione di elettricità è composta principalmente dagli stessi elementi base che si sono via via perfezionati nel tempo¹¹. Un generatore che trasforma in elettricità altre forme di energia: l'energia chimica con la pila, l'energia meccanica con la dinamo (in corrente continua) o con l'alternatore (in corrente alternata). Un trasformatore di potenza che controlla sostanzialmente l'intensità e la tensione elettriche. Infine, un accumulatore che immagazzina l'energia per poterla usare successivamente. Il generatore di corrente elettrica, per la maggior parte delle fonti primarie, trasforma in elettricità l'energia meccanica generata da delle turbine.

Nelle centrali¹² termoelettriche tradizionali le turbine sono azionate dal vapore acqueo ottenuto da acqua surriscaldata dal calore proveniente dalla combustione di carbone, petrolio e gas, ma anche di biocarburanti; il vapore può anche provenire dal sottosuolo, nel caso di centrali geotermoelettriche. Nelle centrali a fissione nucleare, invece, il vapore si ottiene grazie al calore generato dalla fissione di nuclei atomici tramite bombardamento di neutroni. Non più vapore ma acqua in quota per le centrali idroelettriche e acqua di mare per le centrali mareomotrici; vento per le centrali eoliche. Diversamente, gli impianti fotovoltaici generano elettricità grazie all'effetto fotoelettrico causato dall'interazione tra i fotoni provenienti dalla radiazione solare (in gran parte luminosa) e il materiale del pannello – ad oggi prevalentemente di silicio.

Prima di passare alle fonti rinnovabili più promettenti e agli ostacoli alla loro diffusione, è doverosa qualche osservazione sulla tecnica di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS, Carbon Capture and Storage). Il CCS consiste nel catturare l'anidride carbonica dall'atmosfera per poi immagazzinarla in appositi depositi sotterranei. Come scrive il rapporto *«Decarbonizzazione*

¹⁰ Ivi, p. 170

¹¹ Ivi, p. 93

¹² Ivi, p. 129

dell'economia italiana» del 2017 di ENEA e CNR¹³, nel mondo gli impianti di CCS sono qualche decina, presentano costi ancora troppo elevati e hanno impatti ambientali non sufficientemente conosciuti. In particolare, «si può affermare che la tecnologia convenzionale, che prevede la cattura con soluzioni acquose di etanolamina (MEA), comporta il rilascio in atmosfera e in acqua di prodotti di degradazione termica e ossidativa di MEA, e quindi un incremento dell'impatto tossicologico sull'uomo e l'ambiente. Altri impatti derivano dal tipo di combustibile usato, che in alcuni casi può rilasciare in aria e acqua metalli pesanti. Il trasporto e lo stoccaggio comportano generalmente un impatto inferiore. L'impatto ambientale delle tecnologie CCS è tuttora in fase di studio». E, d'altra parte, non ci sono ancora sufficienti elementi per accertare che lo stoccaggio sia permanente e sicuro.¹⁴ Nel documento ENEA si riporta che l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), nel 2009, sosteneva che il CCS avrebbe contribuito al 20% di riduzione di CO₂, nello scenario a zero emissioni nette al 2050. Oggi, l'IEA scrive che il CCS «finora non ha mantenuto la sua promessa. Sebbene la sua importanza per il raggiungimento degli obiettivi climatici sia stata riconosciuta da tempo, la sua diffusione è stata lenta».¹⁵ Infatti, sempre secondo l'IEA, il CCS potrebbe contribuire al 15% di riduzione (non più il 20%), nello scenario a zero emissioni nette al 2070 (e non più al 2050, che invece è l'obiettivo dell'IPCC).¹⁶

Anche nello Special Report dell'IPCC del 2018 «*Global Warming of 1.5 °C*» si parla di CCS. Tra i quattro scenari di mitigazione proposti dall'IPCC, il primo esclude l'utilizzo del CCS e spinge maggiormente sulla trasformazione dei modelli di produzione e consumo, il secondo e il terzo ne immaginano un uso minimo, il quarto un uso più consistente.¹⁷ Ogni scenario, in ogni caso, prevede una robusta riconversione della produzione energetica grazie alle energie rinnovabili e all'efficientamento energetico. Un primo ostacolo alla completa sostituzione delle fonti fossili con quelle rinnovabili sono quindi le strategie energetiche (generalmente delle grandi compagnie petrolifere storiche) che prevedono l'uso e lo sviluppo del CCS per poter continuare a estrarre

¹³ ENEA, CNR (2017), *Decarbonizzazione dell'economia italiana* (PDF online: https://www.enca.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/v2017_catalogo-tecnologie-energetiche.pdf)

¹⁴ Ivi, p. 35-36

¹⁵ IEA (2020), *CCUS in Clean Energy Transitions*: <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions/a-new-era-for-ccus> [14/02/21]

¹⁶ IEA (2020), *CCUS in Clean Energy Transitions*: <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions> [14/02/21]

¹⁷ IPCC (2018), op. cit., e nel *Summary for Policymakers*, p. 14 (PDF online: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf) [14/02/21]

combustibili fossili senza un vero impegno né in rinnovabili né in ricerca e sviluppo di nuove tecnologie.¹⁸

Le energie rinnovabili più promettenti oggi sono senza dubbio l'eolico e il fotovoltaico.¹⁹ Nel documento ENEA-CNR, si legge che la tecnologia degli impianti eolici ha ormai raggiunto livelli molto affidabili. Contestualmente, per quanto riguarda gli impatti ambientali, «quello visivo presenta maggiori criticità. Recenti criteri di progettazione delle pale hanno consentito di ridurre quello acustico. L'impatto sull'avifauna e quello elettromagnetico, generalmente ritenuti di piccola entità, possono essere mitigati con opportuni accorgimenti»²⁰. Impatti quindi quasi trascurabili rispetto a quelli delle raffinerie di gas e petrolio e delle centrali termoelettriche in genere.

Per quanto riguarda le tecnologie di sfruttamento della radiazione proveniente dal Sole²¹ si possono distinguere due principali utilizzi: il fotovoltaico per generare elettricità e il termico per generare calore. I pannelli solari termici sono sostanzialmente degli specchi che fanno convergere la radiazione solare in specifici punti dell'impianto per scaldare un liquido, che poi trasporta il calore dove necessario. I pannelli fotovoltaici invece sono composti da specifici materiali che, colpiti dai fotoni solari, emettono elettroni generando quindi un flusso di corrente elettrica (per la scoperta di questo fenomeno, l'effetto fotoelettrico, Einstein vinse il Nobel nel 1921). Come ricorda Grazia Pagnotta, lo sviluppo delle tecnologie fotovoltaiche subirono una forte accelerazione grazie alla corsa allo spazio (dove non si può fare affidamento al rifornimento di carburante come a terra); corsa che per altro ha visto una forte collaborazione tra molteplici ambiti di ricerca e settori della società.²² Oggi, il silicio è ancora il materiale prevalente per i pannelli fotovoltaici, costando relativamente poco e avendo bisogno di poca energia per la produzione; allo stesso tempo la ricerca sta cercando di migliorare ancora di più l'efficienza con materiali nuovi.²³ L'impatto ambientale maggiore è sostanzialmente riconducibile al solo consumo di suolo nel caso di centrali fotovoltaiche di grandi dimensioni²⁴; infine, il maggiore ostacolo alla diffusione del fotovoltaico è prevalentemente infrastrutturale, non essendoci ancora la stessa disponibilità geografica di connessione alle reti elettriche.²⁵

¹⁸ Eni (2020), *Piano strategico di lungo termine al 2050 e Piano d'azione 2020 – 2023*: <https://www.eni.com/it-IT/media/comunicati-stampa/2020/02/piano-strategico-di-lungo-termine-al-2050-e-piano-d-azione-2020-2023.html> [14/02/21]

¹⁹ Pagnotta G., op. cit., p.359

²⁰ ENEA, CNR, op. cit., p. 66

²¹ Pagnotta G., op. cit., p. 369, 375

²² Ivi, p. 376

²³ ENEA, CNR, op. cit., p. 71

²⁴ ENEA, CNR, op. cit., p. 74

²⁵ ENEA, CNR, op. cit., p. 77

Sia per l'eolico che per il fotovoltaico non vengono emessi gas serra durante la produzione di energia elettrica, ma solo per la costruzione e lo smaltimento dei vari materiali; contrariamente ai valori che vanno dai 400 ai 900 grammi di CO₂ equivalente per chilowattora delle fonti fossili, eolico e solare si fermano a poche decine.²⁶ Un capitolo a parte meriterebbe l'argomento delle materie prime, vista la domanda necessariamente crescente. Non abbiamo qui lo spazio per approfondire questo tema, ma ci limitiamo a dire che le principali linee d'azione riguardano il riciclo dei materiali usati, nella fattispecie il cosiddetto eco-design – cioè tenere conto in fase progettuale di come riciclare il prodotto a fine vita – e, sul lungo periodo, la ricerca e lo sviluppo di nuovi materiali.²⁷

Un approfondimento ulteriore meriterebbe anche il tema degli indicatori di efficienza energetica: riportiamo qui solo alcune osservazioni al riguardo. Innanzitutto, esistono varie tipologie di efficienza o rendimento, tra cui: la relazione tra energia prodotta ed energia utilizzata per produrla (EROI), tra energia prodotta e uso di suolo (espressa per esempio in ha/MW, ettari su megawatt), tra energia prodotta ed energia teoricamente producibile (Performance Ratio), e altro ancora. Fare confronti, quindi, risulta piuttosto complicato e può essere fatto sulla base di diverse esigenze. Senza quindi riportare numeri – che variano in funzione di parecchi parametri – ci limitiamo a dire che, per ora, gli impianti fotovoltaici in particolare usano mediamente più suolo rispetto alle fonti tradizionali e allo stesso tempo hanno un Performance Ratio sempre crescente; in generale la «green energy» ha un EROI ancora inferiore delle fossili.^{28 29 30 31 32} Per quanto riguarda ancora il fotovoltaico può essere interessante considerare un'ulteriore tipologia di efficienza, cioè il rapporto tra energia solare ricevuta per superficie del pannello ed energia prodotta (che quindi è correlata all'energia prodotta rispetto al consumo di suolo). Questo valore, in media, si aggira tra il

²⁶ ENEA, CNR, op. cit.

²⁷ Re L. (2017), Quei materiali “critici” sempre più usati dalle fonti rinnovabili, *QualeEnergia.it*: <https://www.qualenergia.it/articoli/20170131-quei-materiali-critici-sempre-piu-usati-per-le-rinnovabili/> [15/02/21]

²⁸ ENEA, CNR, op. cit., p. 75

²⁹ U. S. Department of Energy (n. d.), *Solar Photovoltaic Cell Basics*: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics> [02/03/2021]

³⁰ Rinnovabili.it (2019), *EROI: le fossili offrono sempre meno ritorni sugli investimenti energetici*: <https://www.rinnovabili.it/energia/eroi-combustibili-fossili/> [02/03/2021]

³¹ QualeEnergia.it (2019), *Fotovoltaico e consumo del suolo: per un GW/h servono 1,6 ettari*: <https://www.qualenergia.it/articoli/fotovoltaico-a-terra-e-consumo-del-suolo-cosa-ci-dicono-i-dati/> [02/03/2021]

³² Silvestrini G. (2020), Rinnovabili e consumo di suolo: se mancano gli spazi cerchiamoli in acqua, *QualeEnergia.it*: <https://www.qualenergia.it/articoli/rinnovabili-e-consumo-di-suolo-se-mancano-gli-spazi-cerchiamoli-in-acqua/> [02/03/2021]

10% e il 20% (variabile molto anche in funzione del materiale usato), che è un paio di ordini di grandezza maggiore dell'efficienza analoga nel processo di fotosintesi clorofilliana.^{33 34}

1.2 Le «altre» rinnovabili e i costi

Oltre a eolico e solare, ci sono anche altre forme di energia rinnovabile o a basse emissioni di carbonio: ne tracciamo brevemente le caratteristiche. L'energia geotermica: grazie al calore prelevato dal sottosuolo si può sfruttare l'energia termica delle profondità geologiche sia per generare riscaldamento che per produrre energia elettrica. Il geotermico³⁵ quindi non emette gas a effetto serra e può essere una valida alternativa alle fonti fossili, anche se presenta alcuni impatti ambientali non trascurabili. Oltre a quelli visivi e uditivi, molto dipende dalle cautele messe in atto in fase di installazione, utilizzo e rimozione degli impianti: i fluidi geotermici molto caldi possono rilasciare in atmosfera vari gas tra cui anidride carbonica, metano, ammoniaca o acido solfidrico.³⁶ L'energia del mare: da un lato, quella prodotta dal moto ondoso non presenta particolari impatti ambientali, ma ancora non è diffusa oltre la sperimentazione³⁷; dall'altro l'energia da correnti marine (come le correnti di marea) ha bisogno di ulteriori approfondimenti per comprenderne l'eventuale impatto sugli ecosistemi marini, soprattutto per quanto riguarda le tecnologie che fanno uso di turbine.³⁸

Come si è visto finora, le alternative a basse o quasi nulle emissioni di gas serra sfruttano l'energia meccanica della più varia provenienza oppure, nel caso del solare, direttamente l'energia solare. Ci sono anche molteplici alternative che invece generano energia elettrica (ed eventualmente anche calore) tramite l'utilizzo di combustibili non fossili: biomasse, biocombustibili e rifiuti. Anche in questo caso non andremo nei dettagli, ma in generale si può dire che il livello di emissioni di CO₂ per unità di energia, pur variando notevolmente a seconda dei casi, è generalmente più basso di quello dei combustibili fossili. L'impatto ambientale maggiore risiede nell'ancora molto elevato consumo di suolo per procurarsi la materia prima vegetale.³⁹ Sempre nell'alveo dei combustibili

³³ LifeGate (2017), *Pannello fotovoltaico, come calcolare il rendimento e la durata*:

https://www.lifegate.it/quanto_rende_un_impianto_fotovoltaico [02/03/2021]

³⁴ Gola G. (1932), Fotosintesi, *Enciclopedia Treccani*: [https://www.treccani.it/enciclopedia/fotosintesi_res-14be5da2-8baf-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-](https://www.treccani.it/enciclopedia/fotosintesi_res-14be5da2-8baf-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/#:~:text=Il%20rendimento%20energetico%20della%20fotosintesi,che%20colpisce%20l'organo%20assi)

[Italiana%29/#:~:text=Il%20rendimento%20energetico%20della%20fotosintesi,che%20colpisce%20l'organo%20assi](https://www.treccani.it/enciclopedia/fotosintesi_res-14be5da2-8baf-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/#:~:text=Il%20rendimento%20energetico%20della%20fotosintesi,che%20colpisce%20l'organo%20assi) [milante](https://www.treccani.it/enciclopedia/fotosintesi_res-14be5da2-8baf-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/#:~:text=Il%20rendimento%20energetico%20della%20fotosintesi,che%20colpisce%20l'organo%20assi). [02/03/2021]

³⁵ Pagnotta G., op. cit., p. 380

³⁶ ENEA, CNR, op. cit., p. 93

³⁷ Ivi, p. 106, 108

³⁸ Ivi, p. 101

³⁹ Pagnotta G., op. cit., p. 386-391

rientra l'idrogeno, la cui combustione è a zero emissioni di gas serra; tuttavia, per ottenere idrogeno – generalmente dall'acqua – si usano a loro volta varie fonti energetiche, in base alle quali si classifica l'idrogeno utilizzando vari colori, non tutte a basse emissioni (per esempio, l'«idrogeno verde» è quello prodotto grazie all'energia da fonti rinnovabili, magari in eccesso di produzione, e che quindi non emette gas serra).⁴⁰

Un'ultima importante alternativa ai combustibili fossili è anche l'energia a fissione nucleare, oggi indubbiamente più sicura rispetto al passato, ma che deve ancora affrontare il problema dello smaltimento delle scorie radioattive, oltre che una generale difficoltà a essere accettata dall'opinione pubblica. Discorso differente per la tecnologia a fusione, che in fase di produzione di energia non emette gas serra (come anche la fissione) e non produce scorie radioattive da smaltire, ma che si trova ancora sostanzialmente in fase di sperimentazione.⁴¹

Tornando all'eolico e al solare (nella fattispecie il fotovoltaico) è anche utile prendere atto della loro continua diminuzione dei costi, grazie anche all'avanzamento tecnologico, registrata negli ultimi anni. *Carbon Brief*, analizzando i dati del *Department for Business, Energy and Industrial Strategy* (BEIS) del Regno Unito – mette in luce come i costi stimati per il 2025 di eolico e fotovoltaico siano in sostenuta decrescita col passare degli anni, come mostrato in *Figura 2*.⁴² Il parametro preso in considerazione è il LCOE (Levelized Cost of Energy), cioè, come lo definisce l'ENEA, «il ricavo medio per unità di elettricità generata necessario a recuperare i costi di costruzione e gestione di un impianto di generazione durante un presunto ciclo di vita finanziaria e di funzionamento».⁴³

⁴⁰ Della Pietra M. et al. (2020), I 'colori' dell'idrogeno nella transizione energetica, *Energia, ambiente e innovazione*: <https://www.eai.enea.it/component/jdownloads/send/6-energia-e-green-new-deal/164-27-focus-i-colori-dell-idrogeno.html> [17/02/2021]

⁴¹ Pagnotta G., op. cit., p. Capitolo XII

⁴² Evans S. (2020), Wind and solar are 30-50% cheaper than thought, admits UK government, *Carbon Brief*: <https://www.carbonbrief.org/wind-and-solar-are-30-50-cheaper-than-thought-admits-uk-government> [17/02/21]

⁴³ ENEA (2019), *Costo livellato dell'elettricità (Levelized Cost of Electricity)*: <https://www.energiaenergetica.enea.it/glossario-efficienza-energetica/lettera-c/costo-livellato-dell-elettricit.html> [02/03/2021]

The UK government has repeatedly slashed its wind and solar cost forecasts

Levelised cost estimates for gas and nuclear have been much more consistent

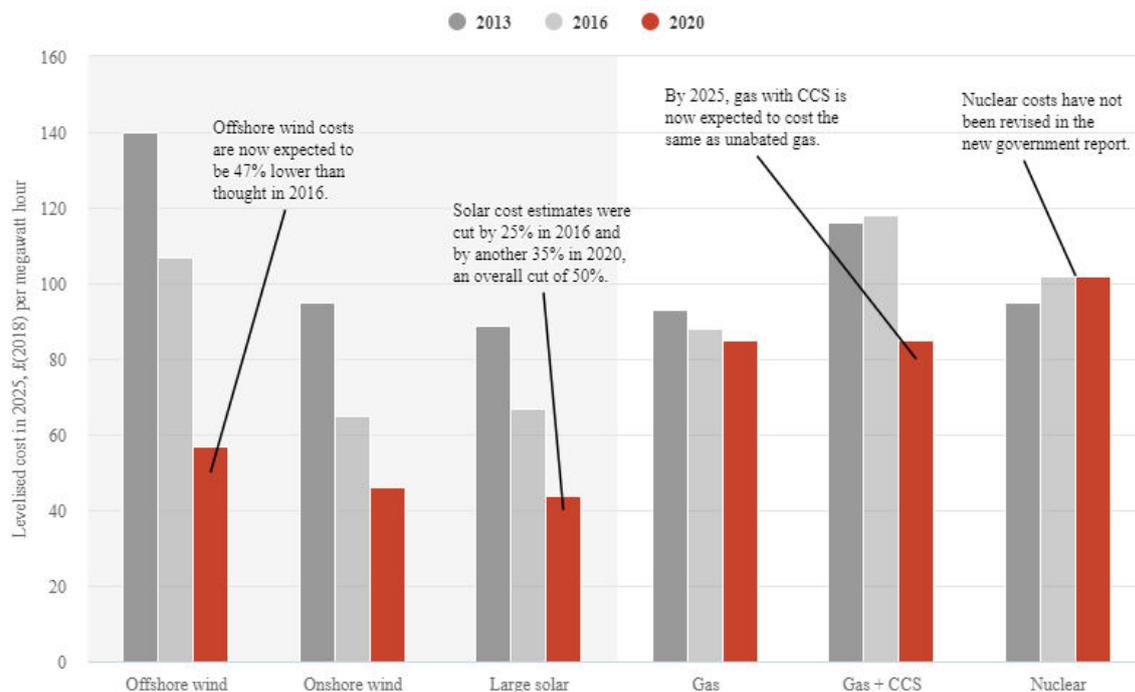


Figura 2. Il grafico mostra come eolico (offshore e onshore) e solare presentino stime di costi sensibilmente minori delle stime per gas (in lievissimo calo), gas accoppiato al CCS e nucleare (in leggera salita). Come riportato da *Carbon Brief*, i costi sono aggiustati tenendo conto dell'inflazione registrata negli anni.⁴⁴ Il costo in ordinata è espresso in sterline (2018) su MWh.

Queste stime mostrano innanzitutto che l'energia eolica e solare sono economicamente competitive e si prestano quindi a soppiantare le fonti fossili. In particolare, il grafico mostra anche come le stime attribuite al costo del gas, gas accoppiato al CCS e nucleare siano sostanzialmente quasi doppie delle stime dei costi di eolico e solare. È particolarmente interessante notare che gas, gas accoppiato al CCS e nucleare siano spesso indicate dalle storiche compagnie fossili come inevitabili forme energetiche «di transizione». Risulta però evidente che preferire gas, CCS e nucleare a eolico e solare non sembrerebbe essere economicamente né ambientalmente conveniente.⁴⁵

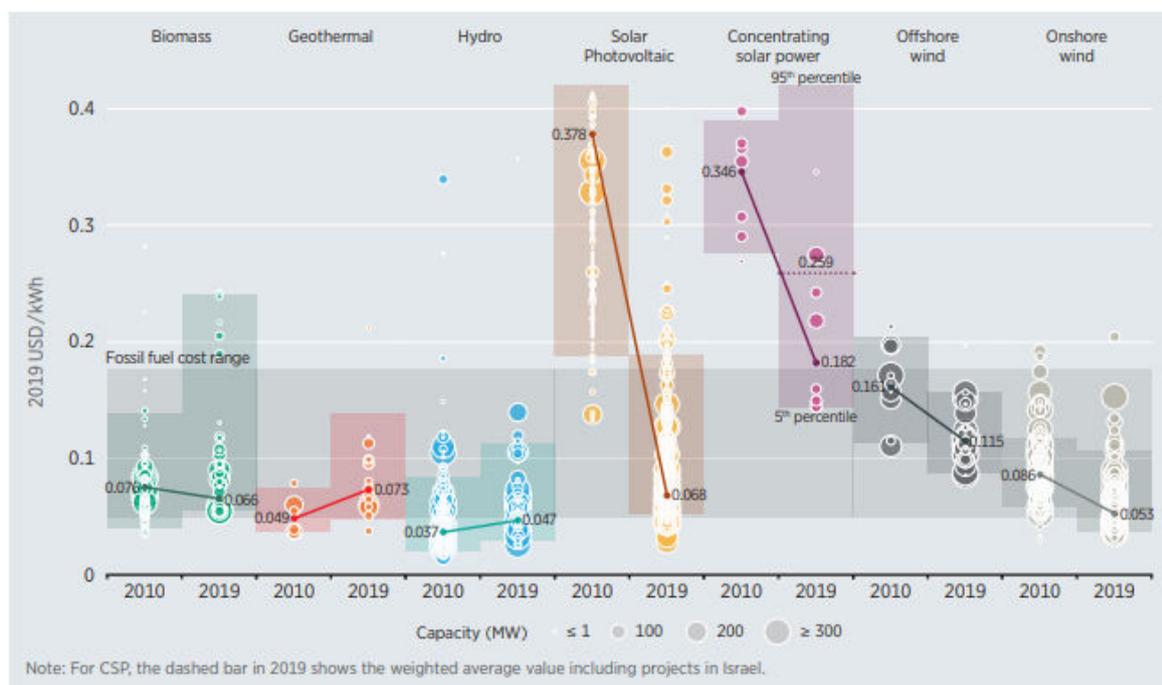
Un'ulteriore conferma di queste stime viene dai costi LCOE registrati nel 2010 e nel 2019 delle varie energie rinnovabili nel rapporto «*Renewable power generation costs in 2019*» dell'IRENA

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Mengarelli J. (2020), Non c'è transizione col gas naturale, *Scienza in rete*: <https://www.scienzainrete.it/articolo/non-c%3%A8-transizione-col-gas-naturale/jacopo-mengarelli/2020-11-29> [17/02/21]

(International Renewable Energy Agency).⁴⁶ Com'è evidente dal grafico seguente tratto dal rapporto, mediamente, molte delle energie rinnovabili sono ormai economicamente competitive confrontandone il LCOE con quello delle fossili. È anche doveroso ricordare, tuttavia, come scrive la banca d'affari Lazard, che i costi delle rinnovabili sono spesso resi convenienti dalla presenza di sussidi o incentivi statali, seppur molto diversificati per fonte energetica.⁴⁷

Figure 1.2 Global LCOEs from newly commissioned utility-scale renewable power generation technologies, 2010-2019



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Note: This data is for the year of commissioning. The diameter of the circle represents the size of the project, with its centre the value for the cost of each project on the Y axis. The thick lines are the global weighted-average LCOE value for plants commissioned in each year. Real weighted average cost of capital (WACC) is 7.5% for OECD countries and China and 10% for the rest of the world. The single band represents the fossil fuel-fired power generation cost range, while the bands for each technology and year represent the 5th and 95th percentile bands for renewable projects.

Figura 3. Grafico tratto dal rapporto «Renewable Power Generation Costs in 2019» dell'IRENA che mostra la variazione dal 2010 al 2019 del LCOE per le biomasse, il geotermico, l'idroelettrico, il fotovoltaico, solare a concentrazione, eolico offshore e onshore. Il diametro dei cerchi è correlato alla potenza dell'impianto considerato. Il costo in ordinata è espresso in USD (2019) su kWh.

Ulteriore nota di merito verso il sole e il vento, e in genere verso tutte le fonti rinnovabili, è scritta nel rapporto «Renewables beat fossil fuels» del think-tank Ember. Nella prima metà del 2020, si

⁴⁶ IRENA (2020), *Renewable Power Generation Costs in 2019*, Abu Dhabi, p. 22 (PDF scaricabile online: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>)

⁴⁷ Lazard (2020), *Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage – 2020*: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/> [03/03/2021]

scrive, la produzione europea di energia elettrica rinnovabile ha superato quella da fonti fossili, crescendo dell'11% contro la discesa delle fossili del 18%. Sorpasso dovuto principalmente alla crescita di eolico (+11%), solare (+16%) e idroelettrico (+12%) e alla decrescita del carbone, che ha registrato un -32%.⁴⁸ A livello mondiale la produzione energetica è invece ancora in gran parte relegata ai combustibili fossili.⁴⁹

1.3 La geopolitica dell'energia

Gli aspetti fin qui analizzati meriterebbero chiaramente di essere approfonditi ulteriormente e integrati con altri temi solo accennati (gestione delle materie prime e quindi del riciclo, uso eventuale dell'energia nucleare e quindi gestione delle scorie, necessità di efficientare il sistema energetico, ecc.); per avere però un quadro non solo focalizzato sulle tecnologie energetiche in senso stretto, riportiamo di seguito un breve punto della situazione geopolitica che, altresì, svolge – e ha svolto – un ruolo chiave nella sfida energetica.

Dopo la Seconda guerra mondiale, sette multinazionali detenevano l'«82% delle riserve mondiali [di petrolio], l'80% della produzione e il 76% della capacità di raffinazione»⁵⁰: Exxon, Mobil, Texaco, Standard Oil of California, Gulf Oil, Royal Dutch Shell e British Petroleum. Con sedi in America, Regno Unito e Olanda. Multinazionali che dipendevano però dalle importazioni di petrolio fondamentalmente dalle zone mediorientali, e che pagavano a prezzi molto bassi. La crescente concentrazione della gestione del petrolio in mano a quelle che Enrico Mattei chiamò le «Sette sorelle» spinse alla nascita nel 1960 dell'Organizzazione dei paesi esportatori di petrolio (Opec), che avevano intenzione di riportare i prezzi ai livelli a loro convenienti. I paesi erano focalizzati sul Medio Oriente, ma non solo, erano: Venezuela, Iran, Iraq, Arabia Saudita e Kuwait e poi Qatar, Libia Indonesia, emirato di Abu Dhabi, Algeria, Nigeria, Ecuador, Gabon.⁵¹ La perpetua guerra economica che da lì in avanti si generò non si limitò a essere solo, appunto, economica, ma causò continui embarghi, spionaggio, colpi di stato e guerre vere e proprie.⁵² Lo shock petrolifero del 1973, difatti, vide tra le sue cause principali la guerra arabo-israeliana dello

⁴⁸ Ember (2020), *Renewables beat fossil fuels* (PDF online: <https://ember-climate.org/wp-content/uploads/2020/07/2020-Europe-Half-Year-report.pdf>) [17/02/2021]

⁴⁹ U.S. Energy Information Administration (2021), *January 2021 Monthly Energy Review* (PDF online: <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/mer.pdf>) [17/02/2021]

⁵⁰ Pagnotta G., op. cit., p. 247

⁵¹ Ivi, p. 248

⁵² Ivi, p. 252-266

Yom Kippur, ma più in generale «il convergere della questione petrolifera e della questione arabo-israeliana». ⁵³

Venendo poi alle vicende del mercato del petrolio nel nuovo millennio, secondo Grazia Pagnotta, oggi sono «l'effetto combinato di aumento dei consumi, difficoltà dell'offerta, nazionalismo di alcuni grandi produttori, timore sulla perduranza delle risorse di greggio mondiali e terrorismo islamico» a influire maggiormente. ⁵⁴ Per altro, le esplorazioni alla ricerca di petrolio si stanno concentrando in luoghi sempre più remoti che chiaramente indeboliscono la stabilità economica che i monopoli si erano conquistati nello scorso secolo. ⁵⁵ Addirittura, gli effetti diretti del surriscaldamento della temperatura terrestre non hanno spinto le potenze interessate a trasformare le loro attività economiche, ma, al contrario, ad approfittarne: «dal 2011, considerando il progredire dello scioglimento della calotta glaciale, la Russia ha iniziato a prepararsi all'esplorazione del Mare Artico e nel 2014 ha iniziato le perforazioni nel Mare di Kara». ⁵⁶ Tuttavia, gli eventi che hanno caratterizzato la fine del 2020 e l'inizio del 2021, con il cambio dell'amministrazione americana potrebbero contribuire a modificare ulteriormente l'assetto geopolitico energetico. Come scrive Gaetano Di Tommaso sulla rivista *Energia* «l'agenda energetica e climatica di Biden, infatti, potrebbe avere effetti sulle relazioni energetiche tra Bruxelles e Mosca, sul dialogo con i paesi produttori di petrolio (vedasi Iran, Libia e Venezuela) e sugli equilibri nell'area mediorientale guidata dall'Arabia Saudita». ⁵⁷

L'aspetto purtroppo non irrilevante relativo alle grandi compagnie petrolifere – e in generale legate a tutte fonti fossili – è che, vista la loro corposa dimensione economica, anche multe e sanzioni ingenti per reati ambientali non scalfiscono il loro ruolo. È il caso per esempio dell'incidente della petroliera Exxon Valdez del 1989 che sversò in mare 41mila metri cubi di greggio causando la morte di «circa 250000 uccelli, 2800 lontre di mare, 300 foche, 250 aquile calve, 22 orche marine, e un numero non calcolabile di salmoni, aringhe e altri pesci». ⁵⁸ Inoltre, «dopo 25 anni, alla data del 2014, i numeri della fauna [...] sono stati ritenuti ristabiliti [...] sebbene le analisi del sangue dei mammiferi abbiano rilevato alti livelli di idrocarburi nei loro organismi»: la multa di 150 milioni di dollari non contribuì né a indebolirla né a farle cambiare strategia energetica.

⁵³ Ivi, p. 266

⁵⁴ Ivi, p. 393

⁵⁵ Ivi, p. 395

⁵⁶ Ivi, p. 397

⁵⁷ *Energia* (2020), *Biden e la leadership energetica: cambiare tutto per non cambiare nulla*:

<https://www.rivistaenergia.it/2020/12/biden-e-la-leadership-energetica-cambiare-tutto-per-non-cambiare-nulla/>
[18/02/2021]

⁵⁸ Pagnotta G., op. cit., p. 287-288

Dal punto di vista europeo e italiano, tra l'altro, la dipendenza dai combustibili fossili (di cui l'Italia non ha significativi giacimenti⁵⁹) e in particolare dal gas naturale rappresenta anche una criticità per la sicurezza energetica del continente, dipendendo in modo consistente dalle importazioni dalla Russia.⁶⁰ È dalla Russia che parte, tra l'altro, una delle diramazioni di quello che sarebbe dovuto essere il gasdotto South Stream e che in Italia adesso arriverebbe tramite il noto Trans Adriatic Pipeline (Tap).⁶¹ Senza entrare nella diatriba legittima di dove collocare la parte finale del gasdotto per non impattare su una zona della Puglia popolata da ulivi secolari, il problema principale è che la realizzazione del Tap non rispecchia coerentemente la necessità di sostituire le fonti fossili con quelle rinnovabili. Purtroppo, il gas viene considerato erroneamente da alcuni paesi e da molte compagnie energetiche il combustibile fossile «di transizione»: per i motivi di cui abbiamo parlato, questo non può che alimentare le tensioni geopolitiche di cui sopra. Un ultimo esempio italiano di dipendenza dal gas sono i movimenti geopolitici avvenuti in Libia dopo la morte di Gheddafi del 2011, dove l'Italia «è largamente presente e vede la sua posizione insidiata dalle mire francesi».⁶²

In conclusione, i principali punti di forza per una transizione energetica risiedono ad oggi nelle fonti eoliche e solari, che presentano impatti ambientali quasi trascurabili, costi economici sempre minori e tecnologie sempre più mature rispetto ai combustibili fossili. In più, serve una generalizzata modernizzazione dell'infrastruttura energetica che, specialmente per il fotovoltaico, non è ancora sufficientemente disponibile in particolari aree geografiche. Le altre fonti quasi rinnovabili sono pur sempre delle alternative valide, anche se presentano da un lato impatti ambientali non trascurabili – come l'energia geotermica, idroelettrica, mareomotrice e i vari combustibili non fossili – e dall'altro lato sono ancora in fase di sperimentazione o scarsa diffusione – come l'idrogeno e il CCS. Da ultimo, anche l'aspetto geopolitico contribuisce a rallentare o a velocizzare l'espansione delle energie rinnovabili, soprattutto, come si è visto, a causa di forti interessi economici da parte delle antiche multinazionali che hanno gestito la maggior parte dell'energia da fonti fossili per tutto il secolo scorso.

⁵⁹ Ivi, p. 229

⁶⁰ Ghio G. (2020), Mediterraneo Orientale e gas naturale: dai blocchi d'esplorazione a quelli geopolitici, *Energia*. <https://www.rivistaenergia.it/2020/12/mediterraneo-orientale-e-gas-naturale-dai-blocchi-desplorazione-ai-blocchi-geopolitici/> [18/02/2021]

⁶¹ Pagnotta G., op. cit., p. 404-405

⁶² Ivi, p. 407

Capitolo 2

L'ECONOMIA

In ambito di transizione ecologica, anche l'economia gioca un ruolo essenziale, in tutte le sue declinazioni, dall'industria alla finanza, dal settore pubblico a quello privato. In questo capitolo si individuano alcune suggestioni tra le innumerevoli diramazioni del mondo economico, principalmente su tre temi principali: la crescita economica e gli indicatori di benessere, il ruolo dello stato e del settore pubblico, la finanza sostenibile. Analizzare e presentare soluzioni per affrontare la transizione ecologica in ambito economico, in generale, dovrebbe tenere presente anzitutto che le leggi economiche vengono maturate da assunti di natura prevalentemente sociale⁶³ e sono inevitabilmente soggette alle leggi fisiche (vedi disponibilità limitata delle risorse naturali).

Come ricorda Mariana Mazzucato nel suo libro *«Il valore di tutto»*, l'economia non può più considerarsi «la meccanica dell'utilità e del tornaconto individuale»⁶⁴, ma piuttosto una scienza sociale che abbia come scopo principale quello di aiutare «le persone a condurre una vita migliore»⁶⁵. Per perseguire dunque lo scopo della transizione ecologica, e cioè costruire un futuro desiderabile per ciascun abitante del pianeta Terra, le leggi economiche possono e devono anche essere modificate.

2.1 Crescita economica e indicatori di benessere

I primi interrogativi da porsi riguardano il metodo con cui gli stati misurano la propria ricchezza, cioè il Prodotto Interno Lordo, il PIL. A cosa serve misurare la ricchezza? La ricchezza delle nazioni è correlata al benessere delle persone? Cosa conta, esattamente, il PIL? Le risposte discendono in realtà da cosa crediamo che sia il *valore* delle cose, in virtù del quale economisti, politici e intellettuali hanno costruito le più varie teorie del valore derivando quindi il significato di «creazione» ed «estrazione» del valore.⁶⁶ Il dibattito ha portato tendenzialmente a considerare le attività produttive come creatrici di valore e quelle improduttive come estrattrici di valore; quindi per capire cos'è e da dove viene il valore serve essenzialmente discriminare le attività

⁶³ Mazzucato M. (2018) *Il valore di tutto*, Bari, Laterza, (trad. italiana), p. 14

⁶⁴ Ivi, p. 66

⁶⁵ Ivi, p. 107

⁶⁶ Ivi, Introduzione e Capitolo 1

produttive da quelle improduttive, appunto, cosa che non si è rivelata per nulla banale. Basti pensare che, a seconda della teoria di riferimento, i seguenti settori della società sono stati considerati nel tempo sia produttivi che improduttivi: industria, produzione familiare, governi, settore dei servizi, finanza.⁶⁷

Il discorso quindi è molto complesso. L'idea attuale alla base del PIL, in sintesi, è misurare il valore aggiunto che l'attività economica porta alle risorse – di qualsiasi tipo – considerate primarie. Il PIL è stato concepito nel periodo di depressione tra le due Guerre Mondiali, quando serviva un indicatore efficace, semplice e immediato – anche sul piano della comunicazione politica – per quantificare la ricchezza degli stati; nella fattispecie degli Stati Uniti d'America, dal momento che è stato presentato da Simon Kuznets⁶⁸ nel 1934 al Congresso del paese. Questa impostazione risponde – e risente – di una forte impronta quantitativa⁶⁹, piuttosto che qualitativa. Oggi, il PIL, strettamente legato all'erogazione di beni e servizi, è la somma di tutte le «spese in beni finali»⁷⁰. In particolare, può sinteticamente essere espresso come segue:

PIL = consumo delle famiglie + investimenti delle imprese e in edilizia residenziale + spesa pubblica⁷¹ + esportazioni nette⁷²

Oltre a questo, come specifica, tra gli altri, il sito della Borsa Italiana, ci sono più metodi per calcolare il PIL; in ogni caso, l'approccio resta quantitativo e, secondo la prassi dominante, il valore di beni e servizi corrisponde al prezzo di tali beni e servizi fissato dai mercati.⁷³

Queste analisi difficilmente portano a considerare il PIL come un indicatore efficace del benessere – o addirittura della felicità – delle persone. Non c'è nemmeno traccia degli impatti ambientali: il PIL, addirittura, potrebbe crescere se una certa attività inquinante aumenta la sua produzione o anche se aumenta la spesa per le estrazioni di combustibili fossili, per esempio. Non c'è, ormai, nemmeno più bisogno di ricordare il celebre discorso che Robert Kennedy fece all'Università del Kansas nel 1968 e in cui sostanzialmente affermava che il PIL cresce se aumenta,

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Fioramonti L. (2014), Il Pil ha 80 anni, mandiamolo in pensione, *Sbilanciamoci*: <https://sbilanciamoci.info/il-pil-ha-80-anni-mandiamolo-in-pensione-22105/> [01/02/2021]

⁶⁹ Mazzucato (2018), op. cit., p. 88

⁷⁰ Ivi, p. 92-93

⁷¹ Ibid.

⁷² Borsa Italiana (2018), *Il pil: che cos'è, come si calcola e a cosa serve*: <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/pil.htm> [01/02/2021]

⁷³ Mazzucato (2018), op. cit., p. 291

magari, la spesa bellica, ma non cresce se aumenta la salute delle persone o la gioia delle famiglie.⁷⁴ Sono stati concepiti e stanno crescendo, infatti, indicatori diversi dal PIL, che lo integrano o lo sostituiscono e che generalmente sono formati non da un singolo numero, ma da una rosa di numeri, ognuno per una certa *dimensione* di benessere. È il caso del BES – gli indicatori di Benessere Equo e Sostenibile elaborati dall’Istat⁷⁵ progressivamente integrati nel Documento annuale di Economia e Finanza⁷⁶ in Italia. Le dodici dimensioni del BES sono:

1. Salute
2. Istruzione e formazione
3. Lavoro e conciliazione dei tempi di vita
4. Benessere economico
5. Relazioni sociali
6. Politica e istituzioni
7. Sicurezza
8. Benessere soggettivo
9. Paesaggio e patrimonio culturale
10. Ambiente
11. Innovazione, ricerca e creatività
12. Qualità dei servizi

Ognuno di questi indicatori, a sua volta, è composto da altri indicatori⁷⁷: è evidente che un approccio di questo genere risulta molto più complesso e molto più comprensivo, seppur senza pretese di completezza, di quello che può essere il benessere delle persone e per cui contano anche le variabili ambientali. Per altro, questi indicatori – come pure il Better Life index dell’OCSE⁷⁸ – ricalcano la struttura dei diciassette Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell’Agenda 2030 delle Nazioni Unite⁷⁹, i quali sono di natura economica, ma anche ambientale, sociale e istituzionale.

⁷⁴ Speroni D. (2018), Come si misura la vita degna, 50 anni dopo il discorso di Bob Kennedy, *Numerus* su *Corriere della Sera*: <https://numerus.corriere.it/2018/06/24/come-si-misura-la-vita-degna-50-anni-dopo-il-discorso-di-bob-kennedy/>

⁷⁵ Istat (2019, ultima modifica), *La misurazione del benessere (BES)*: [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)) [01/02/2021]

⁷⁶ Istat (2020, ultima modifica), *Il BES nel Documento di Economia e Finanza*: [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)/il-bes-nel-def](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)/il-bes-nel-def) [01/02/2021]

⁷⁷ Istat (2012), *Descrizione dei domini e degli indicatori del Bes selezionati dalla Commissione scientifica e varati il 22 giugno 2012* (PDF online: <https://www.istat.it/it/files//2018/04/12-domini-commissione-scientifica.pdf>) [01/02/2021]

⁷⁸ OCSE (n.d.), *Come va la vita?*: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/it/> [01/02/2021]

⁷⁹ Nazioni Unite, op. cit.

Tornando però al discorso della mera crescita economica, c'è un altro problema che ne impone una modifica strutturale (oltre alla capacità di misurare il benessere): non è ambientalmente sostenibile. E neanche socialmente, tra l'altro. Un interessante briefing dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) intitolato «*Growth without economic growth*»⁸⁰ (crescita senza crescita economica) di inizio 2021 ci fornisce un quadro abbastanza esaustivo su questo. Si legge:

«L'impronta materiale globale, il prodotto interno lordo (PIL) e le emissioni di gas serra sono aumentati rapidamente nel tempo, e sono fortemente correlati [...]. Mentre la crescita della popolazione è stata la causa principale dell'aumento dei consumi dal 1970 al 2000, l'emergere di una classe media globale è stato il driver più forte dall'inizio del secolo [...]. Inoltre, lo sviluppo tecnologico è stato finora associato all'aumento dei consumi piuttosto che al contrario. L'Europa consuma di più e contribuisce di più al degrado ambientale rispetto ad altre regioni [...]. Molte delle impronte ambientali dei paesi europei superano i confini planetari [...]».

Il briefing dell'EEA, passando in rassegna la letteratura in materia, mette in luce come un disaccoppiamento tra crescita economica e degrado ambientale (emissioni di CO₂, ma anche inquinanti atmosferici, perdita di biodiversità e impatto su tutti e nove i «confini planetari» identificati dal gruppo di Johan Rockström⁸¹) sia pressoché impossibile. Ecco quindi che non è sufficiente rendere più efficiente il sistema produttivo tramite nuove tecnologie (che, se significano drastico calo dei costi, possono paradossalmente aumentare l'impatto ambientale netto), ma serve anche modificare radicalmente il paradigma economico attuale.

La soluzione, almeno sul piano concettuale, veniva già suggerita dal celebre rapporto sui limiti della crescita – «*The Limits to Growth*»⁸² – commissionato dal Club di Roma di Aurelio Peccei al Massachusetts Institute of Technology di Boston nel 1972. Il rapporto, infatti, scriveva che la crescita quantitativa, sia economica che demografica, avrebbe provocato impatti ambientali (all'epoca ci si riferiva soprattutto all'inquinamento atmosferico, piuttosto che alla concentrazione di gas serra) e una forte erosione delle risorse naturali. Pertanto, non ci può essere crescita economica infinita e indefinita, ma se mai definita nel tempo e nello spazio e di tipo sostanzialmente

⁸⁰ Strand R., Kovacic Z., Funtowicz S. (European Centre for Governance in Complexity), Benini L., Jesus A. (EEA) (2021), *Growth without economic growth*, EEA, Briefing no. 28/2020: <https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability-transitions/drivers-of-change/growth-without-economic-growth> [01/02/2021]

⁸¹ Steffen W., et al. (2015), Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, *Science*, 347 (6223), doi: [10.1126/science.1259855](https://doi.org/10.1126/science.1259855)

⁸² Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W. III (1972), *The Limits to Growth*, New York, Universe Books (PDF online: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>)

qualitativo: si deve passare, in altre parole, dal concetto di «crescita» al concetto di «sviluppo». In Italia, l'errata traduzione «*Limiti allo Sviluppo*» anziché «*Limiti alla Crescita*» non ha di certo facilitato il processo di trasformazione, almeno sul piano culturale.

Alcuni consumi, tra cui quelli energetici, quindi, devono diminuire – come scrive Donato Speroni in un editoriale per l'Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile⁸³ – semplicemente perché le risorse naturali del pianeta Terra sono limitate, nello spazio e nel tempo. Sia il già citato briefing dell'EEA che un rapporto scritto dal Club di Roma e SYSTEMIQ nel 2020, «*A System Change Compass*»⁸⁴, propongono come modello, forse tra i più compiuti, quello della «Economia della Ciambella» elaborato dall'economista inglese Kate Raworth⁸⁵.

Il modello di Kate Raworth mette insieme i vari approcci economici alternativi alla mera crescita del PIL, contemplando quindi la già citata decrescita di alcuni consumi, il disaccoppiamento tra crescita economica e impatto ambientale grazie alla tecnologia e il benessere svincolato dalla sola crescita. Senza andare ulteriormente nei dettagli, di seguito riportiamo lo schema della «ciambella», che inserisce sotto i confini planetari una base sociale di diritti, bisogni primari e mezzi di sostentamento. Vivere all'interno della «ciambella» significa sostanzialmente quello che la commissione Brundtland sanciva con il rapporto «*Our Common Future*»⁸⁶, definendo il significato di «sviluppo sostenibile», e cioè soddisfare i «bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni».

⁸³ Speroni D. (2020), *Contro la crisi climatica certi consumi devono diminuire*, ASviS: <https://asvis.it/editoriali/1288-7848/contro-la-crisi-climatica-certi-consumi-devono-diminuire> [01/02/2021]

⁸⁴ SYSTEMIQ, The Club of Rome (2020), *A System Change Compass* (PDF online: <https://clubofrome.org/wp-content/uploads/2020/10/System-Change-Compass-Full-report-FINAL.pdf>) [01/02/2021]

⁸⁵ Raworth K. (2017), *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*, Cornerstone

⁸⁶ WCED (1987), *Our Common Future* (PDF online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>)

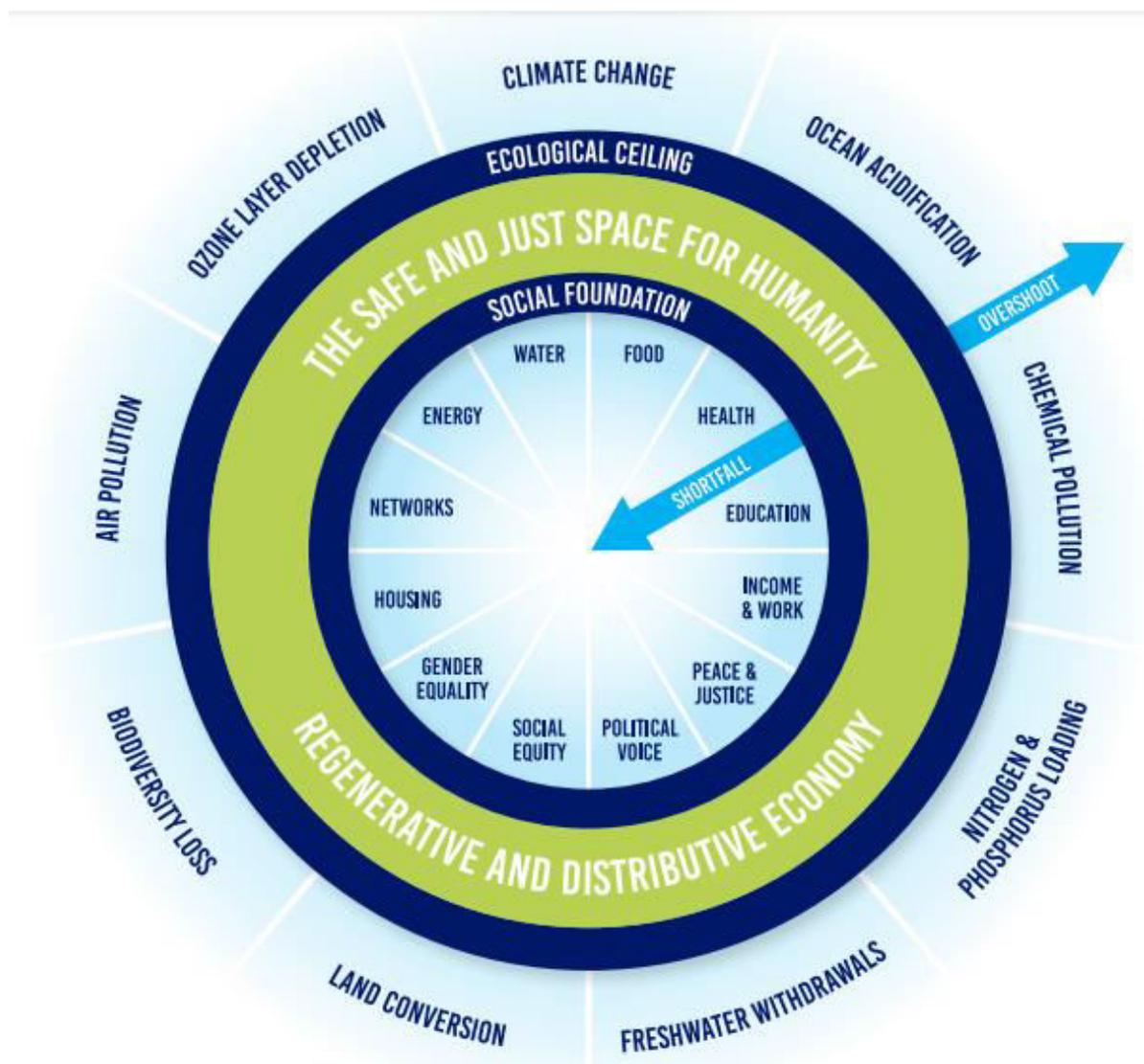


Figura 4. Schema dell'economia della ciambella elaborato da Kate Raworth, tratto dal rapporto di SYSTEMIQ e The Club of Rome (2020), «A System Change Compass».

2.2 Ruolo dello stato e del settore pubblico

Nel dibattito economico su quali strumenti usare per avviare – e mantenere – la transizione ecologica entra anche il rapporto che intercorre tra stato e mercato. La pandemia da Covid-19 può essere considerata un esempio molto significativo dell'inefficienza dei mercati nel raggiungere il punto perfetto di equilibrio.⁸⁷ Dal prezzo calmierato delle mascherine agli ingenti investimenti

⁸⁷ Mengarelli J. (2020), Una nuova economia per le prossime crisi, *Scienza in rete*.
<https://www.scienzainrete.it/articolo/nuova-economia-le-prossime-crisi/jacopo-mengarelli/2020-06-14>
 [01/02/2021]

statali per lo sviluppo dei vaccini⁸⁸, solo per fare due esempi. Secondo la narrazione cosiddetta mainstream, lo stato rappresenta essenzialmente un'ingombrata macchina burocratica che rallenta i processi innovativi i quali invece vengono portati avanti coraggiosamente dai privati e dai meccanismi automatici dei mercati (vedi «mano invisibile»). Una degli economisti che più sta cercando di mettere in luce quanto invece lo stato, e il settore pubblico in genere, sia innovatore – investitore, se non proprio imprenditore – è la già citata Mariana Mazzucato, in particolare con il suo libro «*Lo stato innovatore*».⁸⁹

In un'intervista⁹⁰ rilasciata a *Materia Rinnovabile*, Mazzucato segnala un grafico significativo, che di seguito riportiamo.

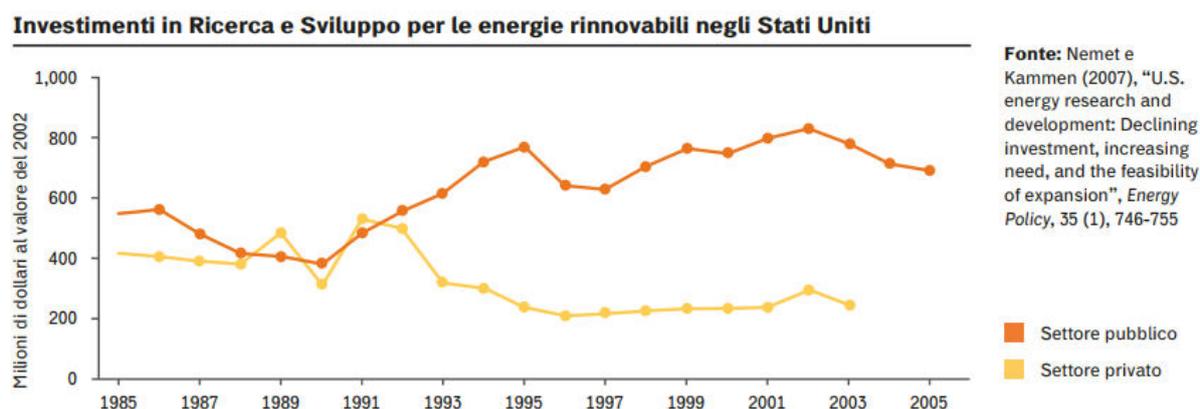


Figura 5. Grafico tratto dall'intervista a Mariana Mazzucato per *Materia Rinnovabile* nel 2015 a cura di Marco Moro e Roberto Coizet.

Il grafico mostra chiaramente come, negli Stati Uniti, il settore pubblico abbia avuto un ruolo decisamente dominante negli investimenti in R&S per le energie rinnovabili. Inoltre, nell'intervista, Mazzucato ricorda che «è lo stato ad aver finanziato tutta la ricerca di base che c'è dietro allo sviluppo di settori come l'IT, le nanotecnologie, le biotecnologie e oggi il *green*. Sullo sviluppo delle energie rinnovabili sono stati impegnati quasi solo fondi statali». Lo stato, fondamentalmente, serve e deve servire per coprire il rischio che il privato non riuscirebbe a sostenere, soprattutto nelle fasi iniziali del processo di innovazione, e molto, quindi, nella ricerca di base.

⁸⁸ Commissione europea (n.d.), *Strategia sui vaccini contro il coronavirus*: https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/public-health/coronavirus-vaccines-strategy_it [01/02/2021] e Businesswire (2021), *I governi hanno speso almeno 93 miliardi di euro in vaccini e terapie COVID-19 nel corso degli ultimi 11 mesi*: <https://www.businesswire.com/news/home/20210112005528/it/> [01/02/2021]

⁸⁹ Mazzucato M. (2013), *Lo stato innovatore*, ed. 2018, Bari, Laterza (trad. italiana)

⁹⁰ Moro M., Coizet R. (2015), *Per l'innovazione green servono capitali pazienti*, *Materia Rinnovabile* (intervista a Mariana Mazzucato)

Ma non si tratta solo di questo, ovvero di aggiustare i cosiddetti «fallimenti del mercato», come per esempio l’inserimento di tasse sui prodotti ambientalmente dannosi. Daniela Palma, prima ricercatrice dell’ENEA nelle aree dell’economia dell’innovazione e dello sviluppo economico sostenibile, in un articolo intitolato «*Un nuovo modello di sviluppo contro il cambiamento climatico*» per *Ambiente Rischio Comunicazione*⁹¹, scrive:

«non meno riduttiva risulta l’idea che la sola leva del prezzo – attraverso un aumento dei costi per i soggetti che inquinano – possa stimolare l’adozione di tecnologie di contrasto al cambiamento climatico, ignorando completamente la complessità che caratterizza le dinamiche dell’innovazione. Nel lontano 1945, all’indomani della fine del secondo conflitto mondiale, Vannevar Bush, consigliere scientifico del Presidente Franklin Delano Roosevelt, la cui politica si era distinta per aver intrapreso vasti piani di investimenti pubblici per risollevarne le sorti dell’economia americana dalla guerra, presentava il suo Rapporto “Scienza, la frontiera infinita”, e con esso sottolineava il valore strategico del sostegno dello Stato all’attività di ricerca di base affinché la ripresa della crescita fosse robusta e duratura».

Nell’ottica di riaffermare il ruolo degli stati e del settore pubblico, c’è bisogno di riconsiderare anche il concetto di pareggio di bilancio, sancito per esempio con il Patto di Stabilità dell’Unione Europea. Come rileva Mariana Mazzucato nel suo già citato «*Stato innovatore*», il pareggio di bilancio blocca molte delle visioni strategiche di investimenti che uno stato può elaborare. In questo modo manca, dice Mazzucato, la possibilità di progettare investimenti a medio e lungo termine che in prospettiva servono a ripagare il debito generato. La figura dello stato «imprenditore», assumendosi il rischio delle scelte che compie, deve anche accettare l’eventualità di fallimento. Dice Mazzucato nell’intervista a *Materia Rinnovabile*:

«Il problema è che non abbiamo più il coraggio nemmeno di parlare dello stato in questi termini, cioè come soggetto che orienta lo sviluppo e l’innovazione. Nel migliore dei casi ne parliamo solo come soggetto che agisce sulla riduzione del rischio per il settore privato: incentiva, crea delle private-public partnership, stabilisce regole. Non è un soggetto che prende decisioni coraggiose, di cui tante falliranno. E anche questo va sottolineato, perché si deve accettare anche per lo stato, in quanto fondamentale investitore in innovazione, la possibilità del fallimento».

⁹¹ Palma D. (2019), *Un nuovo modello di sviluppo contro il cambiamento climatico*, *Ambiente Rischio Comunicazione* n.16, Doppiovoce, p.54

Tutto questo è tipico del cosiddetto approccio *mission-oriented*, adottato, tra gli altri, dalla stessa Unione Europea.⁹² L'approccio *mission-oriented* chiede, cioè, che gli stati sappiano programmare obiettivi chiari, a priori – come la conversione industriale verso un'economia circolare oppure la transizione energetica alle energie rinnovabili – investendo⁹³ e dando una direzione chiara – e interdisciplinare, fra l'altro – ai mercati. È anche questo concetto a caratterizzare il noto Green New Deal⁹⁴, che per altro, si rifà al New Deal di Roosevelt e alle teorie economiche sulla spesa pubblica dell'economista inglese John Maynard Keynes.⁹⁵

2.3 La finanza sostenibile

Tra i settori economici più interessanti in tema di transizione ecologica c'è il settore della finanza, e in particolare della finanza sostenibile. Spesso, nella narrazione ambientalista, la finanza non gode di ottima fama, anche meritatamente, vista la tanto osteggiata attività di speculazione che, con un orizzonte di brevissimo termine, ha come scopo quasi unico quello di fare profitto. La finanza, propriamente, non può considerarsi come creatrice di valore aggiunto⁹⁶ ma, nel caso, come estrattrice di un valore già esistente creato da altri. Gli operatori finanziari manovrano i capitali fondamentalmente per arricchirsi, senza considerare eventuali impatti ambientali e sociali.

La finanza sostenibile, secondo la Consob⁹⁷, «è l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile all'attività finanziaria. La finanza sostenibile, quindi, si pone l'obiettivo di creare valore nel lungo periodo, indirizzando i capitali verso attività che non solo generino un plusvalore economico, ma siano al contempo utili alla società e non siano a carico del sistema ambientale». Gli attori principali⁹⁸ della finanza sostenibile, possono essere investitori istituzionali, come gli asset manager, i fondi pensione o le assicurazioni, investitori pubblici e investitori retail (cioè piccoli).

⁹² Mazzucato M. (2019), *Governing Missions in the European Union*, European Union, Independent expert report, doi: 10.2777/014023

⁹³ Palma D. (2020), Non c'è Green new deal senza ricerca e innovazione, *Greenreport*:

<https://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/green-new-deal-ricerca-e-innovazione/> [01/02/21]

⁹⁴ Palma D. (2019), Perché (e in che misura) la sfida del Green new deal si gioca su ricerca e innovazione, *Greenreport*: <https://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/perche-e-in-che-misura-la-sfida-del-green-new-deal-si-gioca-su-ricerca-e-innovazione/> [01/02/2021]

⁹⁵ Greco P. (2020), La ricetta c'è: ripartiamo dalla cultura, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/ricetta-ripartiamo-cultura-coronavirus-crisi> [01/02/2021]

⁹⁶ Mazzucato M. (2018), op. cit., Capitolo 4

⁹⁷ Consob (n.d.), *Finanza sostenibile*: <http://www.consob.it/web/area-pubblica/finanza-sostenibile> [01/02/2021]

⁹⁸ ASvisS (2020), *Finanza per lo sviluppo sostenibile*, p. 3 (PDF online: https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/GdL_Trasv_FINANZA.pdf)

La caratteristica principale della finanza sostenibile sono i cosiddetti investimenti sostenibili responsabili (SRI, Sustainable Responsible Investment), cioè investimenti destinati a finanziare attività che abbiano ricadute positive sull'ambiente e sulla società. Questo aspetto rende gli SRI uno strumento utilizzabile nel medio e lungo periodo, contrariamente alla pratica tradizionale della finanza a breve e brevissimo periodo. Le strategie di investimento principali per gli SRI sono sei: escludere alcuni settori considerati dannosi, investire in base alle convenzioni internazionali, premiare i migliori all'interno di determinati settori, engagement degli emittenti come l'esercizio dei diritti di voto nei capitali azionari, investimenti tematici, impact investing.⁹⁹ La finanza sostenibile ormai non è più un settore di nicchia¹⁰⁰ e sta diventando sempre più mainstream. Molto importante, per gli investitori, è che gli SRI rendono mediamente economicamente di più e hanno generalmente performance migliori degli strumenti tradizionali¹⁰¹; sono fondamentalmente più convenienti rispetto alle pratiche di speculazione finanziaria abituale.

Per classificare gli investimenti sono utilizzati dei criteri, gli ESG (Environmental, Social e Governance), che definiscono trasversalmente anche le finalità dei *green bond*, dei *social bond* e dei *transition bond*, ovvero titoli obbligazionari i cui ricavi servono per finanziare attività ambientalmente e socialmente sostenibili. Nella fattispecie, queste obbligazioni possono essere emesse sia da soggetti privati che da soggetti pubblici, come banche d'investimenti, singole aziende o municipalità.¹⁰² Nel 2020, secondo il Climate Bonds Initiative, le obbligazioni verdi hanno raggiunto quasi quota 270 miliardi di dollari.¹⁰³ In tutto questo però, non esiste ancora una *tassonomia* di criteri uniforme a livello mondiale, causando quindi una situazione piuttosto caotica che può nascondere facilmente pratiche di *greenwashing*. La Commissione europea, da parte sua, ha approvato nel giugno 2020 una tassonomia delle attività eco-compatibili, come proposto dal Piano d'Azione sulla finanza sostenibile del 2018: dovrà ora definire periodicamente gli specifici criteri tecnici.¹⁰⁴ Il settore della finanza sostenibile, nel suo complesso, rappresenta pertanto un potenziale strategico da tenere attentamente sotto controllo.

⁹⁹ Ivi, p. 9

¹⁰⁰ Forum per la Finanza Sostenibile: <https://finanzasostenibile.it/>

¹⁰¹ ASvisS (2020), op. cit., p. 29-30

¹⁰² Borsa italiana (n.d.), *Cosa sono i green bond*: <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/green-bond-definizione.htm> [01/02/2021]

¹⁰³ Climate Bonds Initiative (2021), *Record \$269.5bn green issuance for 2020: Late surge sees pandemic year pip 2019 total by \$3bn*: <https://www.climatebonds.net/2021/01/record-2695bn-green-issuance-2020-late-surge-sees-pandemic-year-pip-2019-total-3bn> [01/02/2021]

¹⁰⁴ Parlamento Europeo (2020), *Finanza verde: Il Parlamento adotta criteri per gli investimenti sostenibili*, comunicato stampa: <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20200615IPR81229/finanza-verde-il-parlamento-adotta-criteri-per-gli-investimenti-sostenibili> [01/02/2021]

Capitolo 3

LA POLITICA

Come è già stato in parte accennato nei capitoli precedenti, una reale transizione ecologica non può che essere orchestrata dalla politica. Le scelte da fare e la loro complessità, infatti, difficilmente possono essere affidate ai soli meccanismi economici e tecnologici, né tantomeno ai comportamenti virtuosi dei singoli cittadini. Oltre ad assicurarsi una gestione coordinata da parte delle istituzioni di ciascun paese, c'è anche bisogno necessariamente che le decisioni politiche siano «basate sulla scienza». Qual è quindi lo stato dell'arte in merito alla *governance* globale da un lato e alla politica *evidence-based* dall'altro?

3.1 La consulenza scientifica

La necessità di decisioni basate sull'evidenza scientifica è piuttosto antica e può trovare diversi pionieri; uno tra i tanti è stata la *Union of Concerned Scientists (UCS)*, fondata nel 1969 da ricercatori e studenti del MIT di Boston. In generale l'UCS riconosceva l'importanza sia della ricerca scientifica per la politica che della politica per la ricerca scientifica, gettando le basi quindi per un'istituzionalizzazione del rapporto tra scienza e politica.¹⁰⁵

Più recentemente, fino ai giorni nostri, il rapporto tra scienza e politica è stato in più paesi del mondo effettivamente ufficializzato tramite l'istituzione di specifici organi di consulenza scientifica indipendente. Ad oggi varie nazioni al mondo sono dotate di un ente di questo tipo, che si differenzia per storia e funzioni particolari, ma che sostanzialmente fornisce ai principali organi legislativi (il Congresso americano, il Parlamento europeo, le *House* inglesi, ecc.) rendiconti periodici o speciali sulle principali materie scientifiche su cui legiferare.¹⁰⁶ Come scrive il sito di *Scienza in Parlamento* – una rete di scienziati e giornalisti scientifici che promuove l'istituzione di un ufficio di consulenza scientifica per il Parlamento italiano – questi organi «si occupano anche di approfondire e proporre temi a contenuto scientifico e tecnologico su cui gli organi parlamentari sono chiamati a esprimersi: il clima, le scelte energetiche, le implicazioni dello sviluppo dell'intelligenza artificiale,

¹⁰⁵ UCS (n. d.), *Removing Barriers to Evidence-Based Decisions*: <https://www.ucsusa.org/science-democracy/evidence-based-decisions> [23/02/2021]

¹⁰⁶ Scienza in Parlamento (n. d.), *appello*: <https://www.scienzainparlamento.org/appello/> [23/02/2021]

dei big data e del l'ingegneria genetica, l'esplorazione dello spazio hanno bisogno di più scienza e competenze».¹⁰⁷

Tra i paesi dotati di questi meccanismi c'è il Regno Unito con il *Parliamentary Office for Science and Technology (POST)*, nato prima come realtà autonoma nel 1989 e poi istituzionalizzato nel 2001 come ente permanente di consulenza scientifica per il Parlamento inglese.¹⁰⁸ Analogamente la Francia possiede l'*Office Parlementaire D'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST)*¹⁰⁹; ed enti simili ci sono anche in Germania, Spagna, Svezia, Belgio, Grecia, Finlandia, Danimarca, Norvegia, Paesi Bassi e Svizzera.¹¹⁰ A fine 2020 anche la Spagna si è dotata di ufficio di consulenza – dopo la lunga battaglia del movimento spagnolo *Ciencia en el Parlamento* – affidata a un ente privato, la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)*, e sottoposto al controllo del Parlamento spagnolo tramite parlamentari e alcuni scienziati.¹¹¹ Dal canto suo, l'Europa stessa è dotata di organismi di consulenza scientifica, a partire dal *Panel for the Future of Science and Technology (STOA)* che serve l'Europarlamento e composto da ventisette europarlamentari nominati dalle undici commissioni permanenti dell'Europarlamento.¹¹² Anche il ramo esecutivo dell'Unione europea, la Commissione europea, è dotato di un suo ente, cioè il noto *Joint Research Centre (JRC)*.¹¹³ In Italia, l'unico organismo che effettivamente ha un funzionamento simile a quello di un possibile ufficio di consulenza scientifica è l'Ufficio Parlamentare di Bilancio.¹¹⁴

Ma se da un lato i parlamenti devono sempre più legiferare sulla base delle migliori conoscenze scientifiche, dall'altro lato devono rappresentare i cittadini che eleggono i loro componenti. Non è un tema banale, quindi, riuscire a conciliare la scienza con gli interessi del popolo, che anzi possono essere – e sono stati – spesso in contrasto. Ecco quindi, che il processo legislativo basato sulla scienza deve avere come pilastro la partecipazione della società, anzitutto attraverso la comunicazione. Questo, tra l'altro, irrobustendo il rapporto scienza-politica-società, potrebbe

¹⁰⁷ Ibid.

¹⁰⁸ POST (n. d.), *About us*: <https://post.parliament.uk/about-us/> [23/02/2021]

¹⁰⁹ OPECST (n. d.), *Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*: [https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/\(block\)/24970](https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/(block)/24970) [23/02/2021]

¹¹⁰ Sabelli C. (2019), Parte l'appello Scienza in Parlamento, *Scienza in rete*: <https://www.scienzainrete.it/articolo/parte-l-appello-scienza-parlamento/chiara-sabelli/2019-04-02> [23/02/2021]

¹¹¹ *Ciencia en el Parlamento* (2020), *Oportunidades para el asesoramiento científico parlamentario en españa* (PDF online): https://cienciaenelparlamento.org/wp-content/uploads/2020/10/Informe-Ciencia-en-el-Parlamento-Oportunidades-para-el-asesoramiento-cienti%CC%81fico-parlamentario-en-Espan%CC%83a_13Octubre2020.pdf [24/02/2021]

¹¹² STOA (n. d.), *History and mission*: <https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/about/history-and-mission> [23/02/2021]

¹¹³ JRC (n. d.), *JRC in brief*: <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief> [23/02/2021]

¹¹⁴ Carra L. (2019), La scienza al servizio della democrazia, *Scienza in rete*: <https://www.scienzainrete.it/articolo/scienza-al-servizio-della-democrazia/luca-carra/2019-06-28> [24/02/2021]

aiutare a vincere gli interessi di pochi monopoli (come le già citate case petrolifere) a beneficio della comunità.¹¹⁵

Come ricordava Pietro Greco su *Il Bo Live*, assicurarsi che si rafforzi la triade scienza-politica-società serve per dare piena attuazione al principio di cittadinanza scientifica, imprescindibile ingrediente per una società democratica basata sulla conoscenza.¹¹⁶ In particolare, «occorre, dunque, che la compartecipazione alle scelte da parte dei cittadini sia informata e, nel medesimo tempo, non invada il campo di libertà dei ricercatori. Dunque il consenso informato deve riguardare le linee generali e non entrare nel merito delle questioni scientifiche».¹¹⁷ Ma la partecipazione della cittadinanza può andare anche oltre la comunicazione e il cosiddetto consenso informato, modificando in parte alcuni funzionamenti della democrazia rappresentativa – che si basa sulla delega ai rappresentanti del popolo – e finanche dei pochi momenti di democrazia diretta – i referendum, che vista la scelta binaria «sì/no» rischiano di essere un caso di «riduzionismo democratico».¹¹⁸ Per rafforzare il processo partecipativo e basato sulla scienza, infatti, è interessante l'attenzione rivolta verso i casi di «democrazia deliberativa», che vede la formazione di assemblee di cittadini scelti a caso per pronunciarsi su temi generali e con funzione sostanzialmente consultiva (quindi non vincolante).

È interessante quanto riporta Cathleen O'Grady nella rivista *Science* su questo: «i sostenitori del metodo dicono che la selezione casuale può tagliare la polarizzazione che emerge quando la politica ascolta solo le voci più forti, e che i cittadini possono impegnarsi in un pensiero a lungo termine rispetto ai politici eletti, producendo proposte più ambiziose e rafforzando la volontà politica. Scozia, Danimarca e Spagna hanno annunciato le loro assemblee sul clima, unendosi all'ondata mondiale di esperimenti di democrazia deliberativa».¹¹⁹ Tra l'altro, la necessità di informare appieno la popolazione in materia climatica è sancita dalla Convenzione di Aarhus delle Nazioni Unite, che riconosce il diritto di essere informati su questioni climatiche al meglio della conoscenza attuale – e che può essere trasferita a qualsiasi altro tema scientifico.¹²⁰

¹¹⁵ UCS (n. d.), *Science and Democracy*: <https://www.ucsusa.org/science-democracy> [24/02/2021]

¹¹⁶ Greco P. (2019), Il dialogo tra scienza e società europea, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/dialogo-scienza-societa-europea> [23/02/2021]

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ Greco P. (2020), Potere al popolo, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/potere-popolo> [23/02/2021]

¹¹⁹ O'Grady C. (2020), Power to the people, *Science*, 370 (6516), p. 518-521 doi: 10.1126/science.370.6516.518

¹²⁰ UNECE (1998), *Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters*, Aarhus (PDF online: <https://unece.org/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf>)

3.2 La governance globale: i negoziati climatici

Oltre che condurre le attività legislative – e di conseguenza esecutive e giudiziarie – sulle evidenze scientifiche e sulla partecipazione popolare, la gestione delle politiche climatiche dovrebbe ulteriormente migliorare la sua *governance* globale.¹²¹ Nonostante gli accordi chiedano che si riducano le emissioni di gas serra per restare «ben al di sotto» di un innalzamento di temperatura globale media di 2°C a fine secolo, l'*Emission Gap Report* dell'UNEP del 2020¹²² afferma che con gli attuali obiettivi climatici il mondo è diretto verso i 3,2°C. Come mai?

I negoziati climatici sono probabilmente tra i più ampi e complessi meccanismi di politica internazionale basati sulle evidenze scientifiche che al momento si svolgono sotto l'egida delle Nazioni Unite. Anzitutto a partire dalla quasi totalità degli stati – 197 – che hanno aderito alla Convenzione per il cambiamento climatico UNFCCC (*United Nations Framework Convention for Climate Change*) entrata in vigore nel 1994. Dal 1995 si tengono in virtù dell'UNFCCC le note Conferenze annuali delle Parti (COP), grazie alle quali si raggiungono eventualmente specifici accordi o protocolli attuativi, nella fattispecie: il Protocollo di Kyoto del 1997 e l'Accordo di Parigi del 2015.¹²³ Questi due accordi attuativi della Convenzione, però, entrano in vigore dopo una serie di passaggi istituzionali: dopo la Decisione formale al termine della COP (la COP21 nel caso dell'Accordo di Parigi), i capi di stato e di governo firmano il testo durante una cerimonia nella sede delle Nazioni Unite a New York e successivamente ciascun paese procede alla ratifica secondo gli ordinamenti nazionali. Dopo che si è raggiunto un numero sufficiente di ratifiche nazionali (fissato dal testo dell'accordo), allora l'impegno entra in vigore.¹²⁴

Prima di capire cosa significhi quest'ultimo aspetto sul piano giuridico di ciascuno stato, conviene completare la panoramica sui vari organi dell'UNFCCC. Come spiega Federico Brocchieri – esperto di negoziati climatici – nel suo libro *I negoziati sul clima*, a coordinare i lavori c'è anzitutto il Segretariato presieduto dal Segretario Esecutivo, i negoziati si svolgono poi all'interno degli organi decisionali (le COP con gli aderenti all'UNFCCC, le CMP con gli aderenti al Protocollo di Kyoto e le CMA con gli aderenti all'Accordo di Parigi) e con l'aiuto degli organi «sussidiari permanenti», «sussidiari temporanei» e «costituiti» (che si occupano di temi più o meno

¹²¹ De Tommasi A. (2020), Che cosa è cambiato davvero cinque anni dopo l'accordo di Parigi, *Futura Network*: <https://furanetwork.eu/il-tema-della-settimana/533-2412/che-cosa-e-cambiato-davvero-cinque-anni-dopo-laccordo-di-parigi> [23/02/2021]

¹²² UNEP (2020), *Emission Gap Report*: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020> [31/01/2021]

¹²³ Brocchieri F. (2020), *I negoziati sul clima*, Milano, Edizioni Ambiente, p. 28-29

¹²⁴ Ivi, p. 44-46

specifici), e di un ultimo organo gestionale.¹²⁵ Durante i negoziati non partecipano solo i vari delegati governativi nazionali, ma assistono anche osservatori provenienti da agenzie ONU, ONG e altre organizzazioni, così come possono essere presenti i giornalisti.¹²⁶ Tuttavia, è importante sottolineare come non tutte e tre queste tipologie di partecipanti (delegazioni, osservatori e media) possano prendere parte a tutte le sessioni negoziali. Infatti, oltre alle sessioni plenarie dove chiunque può entrare, più formali che sostanziali, esistono: i «gruppi di contatto» in cui delegazioni dei Paesi e osservatori stabiliscono i caratteri generali della negoziazione su tutti i vari macro-temi, per poi negoziare nelle «sessioni informali» grazie all'aiuto di «facilitatori» e durante le quali i media non sono ammessi e sono presenti spesso piccoli gruppi di delegazioni nazionali.¹²⁷ Questo aspetto chiaramente fa riflettere sul funzionamento vero dei negoziati e aprirebbe una vasta discussione sul valore della riservatezza per poter più facilmente arrivare a delle conclusioni. E le «sessioni informali», come segnala Brocchieri, spesso non sono nemmeno sufficienti, tra l'altro: «Se però anche le consultazioni informali non risultano sufficienti a identificare punti di convergenza per far progredire i lavori, vengono convocate delle sessioni ancor più informali (consultazioni “informali-informali” o “inf-inf”), che non solo non vedono la presenza dei facilitatori, ma non sono neppure annunciate negli schermi o riportate negli elenchi ufficiali degli incontri. È spesso in questi contesti che si riescono a dirimere, tra una decina di presenti, i nodi più controversi».¹²⁸

Veniamo quindi agli aspetti giuridici. L'Accordo di Parigi è legalmente vincolante? La risposta non è univoca. L'Accordo è legalmente vincolante nel senso che chi lo ha firmato e ratificato è tenuto a rispettarne le prescrizioni. Tuttavia, non tutte le prescrizioni sono espresse in forma di obblighi (ma incoraggiamenti, consigli, raccomandazioni più o meno forti), non sono previste sanzioni economiche in caso di mancato adempimento e «non esistono strumenti concretamente in grado di far applicare una disposizione a un Paese, non potendo scavalcare la sovranità nazionale».¹²⁹ La differenza probabilmente più rilevante con il Protocollo di Kyoto è che l'Accordo di Parigi non distingue più paesi sviluppati e non sviluppati, ma impegna tutti a ridurre le proprie emissioni di gas serra, tranne pochissime eccezioni. Per questo, sono previsti meccanismi di flessibilità¹³⁰ il cui uso va appositamente richiesto e giustificato, alcuni dei quali dedicati solo a specifici paesi – come quelli che stanno vivendo le conseguenze più pesanti del riscaldamento globale (come alcuni stati insulari del Pacifico che stanno pianificando il ricollocamento dei propri

¹²⁵ Ivi, p. 30-31

¹²⁶ Ivi, p. 39

¹²⁷ Ivi, p. 36

¹²⁸ Ivi, p. 36-37

¹²⁹ Ivi, p. 66

¹³⁰ Ivi, p. 69-70

concittadini a causa dell'innalzamento del livello marino¹³¹). Questi aspetti possono risultare punti deboli nel funzionamento dei negoziati, che in ogni caso però devono cercare di raggiungere accordi che mettano d'accordo non solo i singoli leader politici, ma anche le diversificate – e a volte incompatibili – legislazioni nazionali.

Lo strumento centrale con cui gli stati dichiarano i loro impegni climatici sono i cosiddetti NDCs, cioè i *Nationally Determined Contributions*. Ancora una volta, scrivere i NDCs è obbligatorio, così come è obbligatorio monitorarli, ma le linee guida per la loro stesura non sono stringenti e non si è ancora stabilito un criterio uniforme per il monitoraggio.¹³² Tuttavia, la forma non impositiva – *bottom-up* (che parte dai Paesi) – che caratterizza da qualche anno i negoziati è anche un punto di forza; infatti, la linea di volontarietà nell'individuazione degli obiettivi climatici è servita come leva negoziale per convincere più paesi ad aderire. Sempre in virtù di una logica non punitiva, è stato istituito un Comitato «per la *compliance*» per correggere le eventuali inadempienze tramite appositi dialoghi con il Paese inadempiente, raccomandazioni e altri strumenti il più collaborativi possibile.¹³³

I negoziati climatici presentano innumerevoli altre caratteristiche, ma forse è utile ricordarne altre due su cui ancora non c'è uniformità. La più esemplare è probabilmente la mancata intesa sulle «Rules of procedure», redatte nel 1996 e ancora non approvate in toto, visto il nodo che si è creato nell'individuare la soglia di maggioranza necessaria per approvare specifiche decisioni. In questo modo, spetta a chi presiede le sessioni stabilire se ci sia o no «consenso» ed eventualmente procedere.¹³⁴ Federico Brocchieri ricorda in questo senso un episodio significativo: «negli anni, questo ha portato al verificarsi di situazioni paradossali, come al termine della COP18 di Doha (2012) quando il Presidente Al-Attiyah, al termine di una sessione durata oltre 36 ore, cominciò ad approvare uno dopo l'altro tutti i documenti fingendo di non notare una palese obiezione da parte del delegato della Russia, il quale – dopo essere stato ripetutamente ignorato – si alzò dal proprio posto per andare a posizionarsi di fronte al tavolo del Presidente, sventolando la targa del proprio Paese per farsi notare, senza tuttavia ottenere alcun risultato».¹³⁵ L'altro aspetto notevole su cui ancora non c'è accordo unanime riguarda il famoso «mercato del carbonio» e che rientra in quelli che sono i già citati meccanismi di flessibilità. Per ridurre le emissioni di gas serra, infatti, i paesi

¹³¹ Ivi, p. 60

¹³² UNFCCC (n. d.), *Nationally Determined Contributions (NDCs)*: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs> [25/02/2021]

¹³³ Brocchieri, op. cit., p. 132-134

¹³⁴ Ivi, p. 49-50

¹³⁵ Ibid.

possono scegliere di ridurre le proprie emissioni anche tramite attività che vengono portate avanti in altri paesi, dove magari il costo di svolgimento è minore. Addirittura, i Paesi possono direttamente acquistare o vendere crediti se sono in ritardo o in anticipo con gli obiettivi prefissati; questo ha però fatto sì che, a fronte di obiettivi di riduzione molto facili, alcuni Paesi «abbiano potuto vendere una grande quantità di crediti che ha [...] contribuito a ridurre il prezzo dei certificati sul mercato, dando origine al fenomeno chiamato “hot air” (“aria fritta”)).¹³⁶

Infine, come anche scritto nel Capitolo 1, i negoziati subiscono le conseguenze di geopolitica internazionale così come di eventi esterni non previsti. Per esempio, il protocollo di Kyoto è entrato in vigore solo nel 2005, perché gli Stati Uniti, che avevano firmato sotto la presidenza Clinton-Gore, non l'hanno mai ratificato a causa del cambio di presidenza e di maggioranza in Senato. L'entrata in vigore avvenne grazie alla ratifica successiva della Russia.¹³⁷ Ma poi anche altri avvenimenti hanno contribuito a indebolire o rallentare i negoziati, si pensi a esempio agli attentati del Bataclan a Parigi che avrebbero potuto far annullare la firma dell'Accordo di Parigi.¹³⁸ Oppure ai gravissimi disordini in Cile che nel 2019 hanno fatto spostare in extremis la COP25 da Santiago del Cile a Madrid.¹³⁹ O da ultimo la pandemia da Covid-19 che ha per la prima volta fatto slittare di un anno la conferenza in cui, per altro, dovranno essere aggiornati i NDCs per «innalzare l'ambizione» come previsto dall'Accordo. E a questo proposito Brocchieri segnala che sarebbe stato quasi impossibile svolgere la COP26 in modalità da remoto per una serie di motivi: ci sono 197 paesi con fusi orari diversi, i paesi poveri non hanno la tecnologia sufficiente per video-collegarsi, le irrinunciabili sessioni «informali-informali» di fatto non potrebbero esistere, ci sarebbero problemi anche per l'interazione della società civile e infine sarebbe molto più difficile rilevare il famoso «consenso».¹⁴⁰

¹³⁶ Ivi, p. 53

¹³⁷ Ivi, p. 54-55

¹³⁸ Ivi, p. 63

¹³⁹ ANSA (2019), *Il Cile sospende la Cop25 sul clima di dicembre*.

https://www.ansa.it/canale_ambiente/notizie/clima/2019/10/30/il-cile-sospende-la-cop25-sul-clima-di-dicembre_34615408-4cd4-4595-b086-39ece6c67fe8.html [25/02/2021]

¹⁴⁰ Brocchieri, op. cit., p.97

CONCLUSIONE

Affrontare la crisi climatica è un problema molto complesso, richiede competenze trasversali e oltrepassa i confini – già estesi – delle sole conoscenze scientifiche, avendo implicazioni molto consistenti sull'economia e sulla politica. La crisi climatica mette effettivamente in luce certe inadeguatezze dei sistemi economici e politici che vanno oltre il solo problema ambientale e la cui risoluzione avrebbe a cascata una serie di co-benefici su settori apparentemente indipendenti.

Abbiamo visto che dal punto di vista dell'energia le tecnologie eoliche e solari sono già mature e adatte per sostituire le fossili con una transizione strutturata, durante la quale dovranno essere sviluppate anche altre soluzioni sempre più innovative. Sul piano economico la transizione ecologica vede un rinnovato ruolo dello stato in economia così come nuovi strumenti economici promettenti, come la finanza sostenibile; tutto sotto un generalizzato aggiornamento del paradigma economico che contabilizzi non solo la crescita materiale ma anche quella qualitativa. Ma le scelte di strategie energetiche e gli equilibri geopolitici internazionali, la direzione da imprimere ai mercati e l'uniformità delle tassonomie finanziarie sono in mano alla politica, e cioè, in ultima analisi, ai cittadini. Oltre a energia ed economia, serve quindi modificare la *governance* globale verso un approccio più efficiente, più democratico e ancora più basato sulle evidenze scientifiche. Probabilmente potrebbe servire superare l'attuale modello politico basato sulla sovranità dei singoli stati nazionali e passare quindi da un approccio internazionale a uno veramente globale, e preferire alla competizione economica la cooperazione politica. Chiaramente ogni cosa ha un costo, anche le energie rinnovabili, e difficilmente si riusciranno a trovare soluzioni se scienza, economia, politica e società non collaboreranno. Va notato che il quadro generale è notevolmente cambiato¹⁴¹, per esempio l'Europa si è data degli obiettivi di riduzione delle emissioni di almeno il 55% entro il 2030, la Cina ha posto l'azzeramento delle emissioni nel 2060 e gli Stati Uniti sono rientrati nell'Accordo di Parigi.

Si può fare sicuramente molto di più e abbiamo gli strumenti per farlo.

¹⁴¹ Greco P. (2020), Se non ora, quando?, *Micron*: <https://www.rivistamicron.it/il-corsivo/se-non-ora-quando/> [25/02/2021]

BIBLIOGRAFIA

- ASviS (2020), *Finanza per lo sviluppo sostenibile* (PDF online: https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/GdL_Trasv_FINANZA.pdf)
- Brocchieri F. (2020), *I negoziati sul clima*, Milano, Edizioni Ambiente
- Ciencia en el Parlamento (2020), *Oportunidades para el asesoramiento científico parlamentario en españa* (PDF online: https://cienciaenelparlamento.org/wp-content/uploads/2020/10/Informe-Ciencia-en-el-Parlamento-Oportunidades-para-el-asesoramiento-cienti%CC%81fico-parlamentario-en-Espan%CC%83a_13Octubre2020.pdf) [24/02/2021]
- Ember (2020), *Renewables beat fossil fuels* (PDF online: <https://ember-climate.org/wp-content/uploads/2020/07/2020-Europe-Half-Year-report.pdf>) [17/02/2021]
- ENEA, CNR (2017), *Decarbonizzazione dell'economia italiana* (PDF online: https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/v2017_catalogo-tecnologie-energetiche.pdf)
- IPCC (2018), *Global Warming of 1.5 °C, Summary for Policymakers* (PDF online: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf) [14/02/21]
- IRENA (2020), *Renewable Power Generation Costs in 2019*, Abu Dhabi (PDF scaricabile online: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>)
- Istat (2012), *Descrizione dei domini e degli indicatori del Bes selezionati dalla Commissione scientifica e varati il 22 giugno 2012* (PDF online: <https://www.istat.it/it/files/2018/04/12-domini-commissione-scientifica.pdf>) [01/02/2021]
- Mazzucato M. (2019), *Governing Missions in the European Union*, European Union, Independent expert report, doi: 10.2777/014023
- Mazzucato M. (2018), *Il valore di tutto*, Bari, Laterza, (trad. italiana)
- Mazzucato M. (2013), *Lo stato innovatore*, ed. 2018, Bari, Laterza (trad. italiana)

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. Behrens W. W. III (1972), *The Limits to Growth*, New York, Universe Books (PDF online: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>)

Moro M., Coizet R. (2015), *Per l'innovazione green servono capitali pazienti*, Materia Rinnovabile (intervista a Mariana Mazzucato)

O'Grady C. (2020), Power to the people, *Science*, 370 (6516), p. 518-521 doi: 10.1126/science.370.6516.518

Pagnotta G. (2020), *Prometeo a Fukushima*, Einaudi

Palma D. (2019), *Un nuovo modello di sviluppo contro il cambiamento climatico*, Ambiente Rischio Comunicazione n.16, Doppiovoce

Raworth K. (2017), *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*, Cornerstone

Steffen W., et al. (2015), Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, *Science*, 347 (6223), doi: [10.1126/science.1259855](https://doi.org/10.1126/science.1259855)

SYSTEMIQ, The Club of Rome (2020), *A System Change Compass* (PDF online: <https://clubofrome.org/wp-content/uploads/2020/10/System-Change-Compass-Full-report-FINAL.pdf>) [01/02/2021]

UNECE (1998), *Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters*, Aarhus (PDF online: <https://unece.org/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf>)

U.S. Energy Information Administration (2021), *January 2021 Monthly Energy Review* (PDF online: <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/mer.pdf>) [17/02/2021]

WCED (1987), *Our Common Future* (PDF online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>)

WEF (2021), *The Global Risks Report. 2021 16th edition* (PDF online: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf) [31/01/2021]

SITOGRAFIA

ANSA (2019), *Il Cile sospende la Cop25 sul clima di dicembre*:

https://www.ansa.it/canale_ambiente/notizie/clima/2019/10/30/il-cile-sospende-la-cop25-sul-clima-di-dicembre_34615408-4cd4-4595-b086-39ece6c67fe8.html [25/02/2021]

Borsa Italiana (2018), *Il pil: che cos'è, come si calcola e a cosa serve*:

<https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/pil.htm> [01/02/2021]

Borsa italiana (n.d.), *Cosa sono i green bond*: <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/green-bond-definizione.htm> [01/02/2021]

Businesswire (2021), *I governi hanno speso almeno 93 miliardi di euro in vaccini e terapie COVID-19 nel corso degli ultimi 11 mesi*: <https://www.businesswire.com/news/home/20210112005528/it/> [01/02/2021]

Carra L. (2019), *La scienza al servizio della democrazia, Scienza in rete*:

<https://www.scienzainrete.it/articolo/scienza-al-servizio-della-democrazia/luca-carra/2019-06-28> [24/02/2021]

Climate Bonds Initiative (2021), *Record \$269.5bn green issuance for 2020: Late surge sees pandemic year pip 2019 total by \$3bn*: <https://www.climatebonds.net/2021/01/record-2695bn-green-issuance-2020-late-surge-sees-pandemic-year-pip-2019-total-3bn> [01/02/2021]

Commissione europea (n. d.), *Green Deal europeo*: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it [02/03/2021]

Commissione europea (n.d.), *Strategia sui vaccini contro il coronavirus*: https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/public-health/coronavirus-vaccines-strategy_it [01/02/2021]

Commissione europea (n. d.), *The Just Transition Mechanism: making sure no one is left behind*:

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/just-transition-mechanism_en [02/03/2021]

Consob (n.d.), *Finanza sostenibile*: <http://www.consob.it/web/area-pubblica/finanza-sostenibile> [01/02/2021]

Della Pietra M. et al. (2020), I ‘colori’ dell’idrogeno nella transizione energetica, *Energia, ambiente e innovazione*: <https://www.eai.enea.it/component/jdownloads/send/6-energia-e-green-new-deal/164-27-focus-i-colori-dell-idrogeno.html> [17/02/2021]

De Tommasi A. (2020), Che cosa è cambiato davvero cinque anni dopo l’accordo di Parigi, *Futura Network*: <https://furanetwork.eu/il-tema-della-settimana/533-2412/che-cosa-e-cambiato-davvero-cinque-anni-dopo-laccordo-di-parigi> [23/02/2021]

ENEA (2019), *Costo livellato dell’elettricità (Levelized Cost of Electricity)*: <https://www.energiaenergetica.enea.it/glossario-efficienza-energetica/lettera-c/costo-livellato-dell-elettricit.html> [02/03/2021]

Energia (2020), *Biden e la leadership energetica: cambiare tutto per non cambiare nulla*: <https://www.rivistaenergia.it/2020/12/biden-e-la-leadership-energetica-cambiare-tutto-per-non-cambiare-nulla/> [18/02/2021]

Eni (2020), *Piano strategico di lungo termine al 2050 e Piano d’azione 2020 – 2023*: <https://www.eni.com/it-IT/media/comunicati-stampa/2020/02/piano-strategico-di-lungo-termine-al-2050-e-piano-d-azione-2020-2023.html> [14/02/21]

Evans S. (2020), Wind and solar are 30-50% cheaper than thought, admits UK government, *Carbon Brief*: <https://www.carbonbrief.org/wind-and-solar-are-30-50-cheaper-than-thought-admits-uk-government> [17/02/21]

Fioramonti L. (2014), Il Pil ha 80 anni, mandiamolo in pensione, *Sbilanciamoci*: <https://sbilanciamoci.info/il-pil-ha-80-anni-mandiamolo-in-pensione-22105/> [01/02/2021]

Forum per la Finanza Sostenibile: <https://finanzasostenibile.it/>

Ghio G. (2020), Mediterraneo Orientale e gas naturale: dai blocchi d’esplorazione a quelli geopolitici, *Energia*: <https://www.rivistaenergia.it/2020/12/mediterraneo-orientale-e-gas-naturale-dai-blocchi-desplorazione-ai-blocchi-geopolitici/> [18/02/2021]

Gola G. (1932), Fotosintesi, *Enciclopedia Treccani*: https://www.treccani.it/enciclopedia/fotosintesi_res-14be5da2-8baf-11dc-8e9d-

0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/#:~:text=Il%20rendimento%20energetico%20della%20fotosintesi,che%20colpisce%20l'organo%20assimilante. [02/03/2021]

Greco P. (2020), La ricetta c'è: ripartiamo dalla cultura, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/ricetta-ripartiamo-cultura-coronavirus-crisi> [01/02/2021]

Greco P. (2020), Potere al popolo, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/potere-popolo> [23/02/2021]

Greco P. (2020), Se non ora, quando?, *Micron*: <https://www.rivistamicron.it/il-corsivo/se-non-ora-quando/> [25/02/2021]

Greco P. (2019), Il dialogo tra scienza e società europea, *Il Bo Live*: <https://ilbolive.unipd.it/it/news/dialogo-scienza-societa-europea> [23/02/2021]

IEA (2020), *CCUS in Clean Energy Transitions*: <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions/a-new-era-for-ccus> [14/02/21]

IEA (2020), *CCUS in Clean Energy Transitions*: <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions> [14/02/21]

Istat (2019, ultima modifica), *La misurazione del benessere (BES)*: [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)) [01/02/2021]

Istat (2020, ultima modifica), *Il BES nel Documento di Economia e Finanza*: [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)/il-bes-nel-def](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)/il-bes-nel-def) [01/02/2021]

IPCC (2018), *Global warming of 1.5°C*: <https://www.ipcc.ch/sr15/> [14/02/2021]

JRC (n. d.), *JRC in brief*: <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief> [23/02/2021]

Lazard (2020), *Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage – 2020*: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/> [03/03/2021]

LifeGate (2017), *Pannello fotovoltaico, come calcolare il rendimento e la durata*: <https://www.lifegate.it/quanto-rende-un-impianto-fotovoltaico> [02/03/2021]

Mengarelli J. (2020), Una nuova economia per le prossime crisi, *Scienza in rete*:
<https://www.scienzainrete.it/articolo/nuova-economia-le-prossime-criisi/jacopo-mengarelli/2020-06-14> [01/02/2021]

Mengarelli J. (2020), Non c'è transizione col gas naturale, *Scienza in rete*:
<https://www.scienzainrete.it/articolo/non-c%C3%A8-transizione-col-gas-naturale/jacopo-mengarelli/2020-11-29> [17/02/21]

Nazioni Unite (n.d.), *Obiettivi per lo sviluppo sostenibile*: <https://unric.org/it/agenda-2030/>
[01/02/2021]

OCSE (n.d.), *Come va la vita?*: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/it/> [01/02/2021]

OPECST (n. d.), *Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*:
[https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/\(block\)/24970](https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/(block)/24970)
[23/02/2021]

Palma D. (2020), Non c'è Green new deal senza ricerca e innovazione, *Greenreport*:
<https://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/green-new-deal-ricerca-e-innovazione/>
[01/02/21]

Palma D. (2019), Perché (e in che misura) la sfida del Green new deal si gioca su ricerca e innovazione, *Greenreport*: <https://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/perche-e-in-che-misura-la-sfida-del-green-new-deal-si-gioca-su-ricerca-e-innovazione/> [01/02/2021]

Parlamento Europeo (2020), Finanza verde: *Il Parlamento adotta criteri per gli investimenti sostenibili*, comunicato stampa: <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20200615IPR81229/finanza-verde-il-parlamento-adotta-criteri-per-gli-investimenti-sostenibili> [01/02/2021]

POST (n. d.), *About us*: <https://post.parliament.uk/about-us/> [23/02/2021]

QualEnergia.it (2019), *Fotovoltaico e consumo del suolo: per un GWb servono 1,6 ettari*:
<https://www.qualenergia.it/articoli/fotovoltaico-a-terra-e-consumo-del-suolo-cosa-ci-dicono-i-dati/> [02/03/2021]

Re L. (2017), Quei materiali “critici” sempre più usati dalle fonti rinnovabili, *QualeEnergia.it*: <https://www.qualenergia.it/articoli/20170131-quei-materiali-critici-sempre-piu-usati-per-le-rinnovabili/> [15/02/21]

Rinnovabili.it (2019), *EROI: le fossili offrono sempre meno ritorni sugli investimenti energetici*: <https://www.rinnovabili.it/energia/eroi-combustibili-fossili/> [02/03/2021]

Sabelli C. (2019), Parte l'appello Scienza in Parlamento, *Scienza in rete*: <https://www.scienzainrete.it/articolo/parte-lappello-scienza-parlamento/chiera-sabelli/2019-04-02> [23/02/2021]

Scienza in Parlamento (n. d.), *appello*: <https://www.scienzainparlamento.org/appello/> [23/02/2021]

Silvestrini G. (2020), Rinnovabili e consumo di suolo: se mancano gli spazi cerchiamoli in acqua, *QualeEnergia.it*: <https://www.qualenergia.it/articoli/rinnovabili-e-consumo-di-suolo-se-mancano-gli-spazi-cerchiamoli-in-acqua/> [02/03/2021]

Speroni D. (2020), *Contro la crisi climatica certi consumi devono diminuire*, ASviS: <https://asvis.it/editoriali/1288-7848/contro-la-crisi-climatica-certi-consumi-devono-diminuire> [01/02/2021]

Speroni D. (2018), Come si misura la vita degna, 50 anni dopo il discorso di Bob Kennedy, *Numerus* su *Corriere della Sera*: <https://numerus.corriere.it/2018/06/24/come-si-misura-la-vita-degna-50-anni-dopo-il-discorso-di-bob-kennedy/> [31/01/20]

STOA (n. d.), *History and mission*: <https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/about/history-and-mission> [23/02/2021]

Strand R., Kovacic Z., Funtowicz S. (European Centre for Governance in Complexity), Benini L., Jesus A. (EEA) (2021), *Growth without economic growth*, EEA, Briefing no. 28/2020: <https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability-transitions/drivers-of-change/growth-without-economic-growth> [01/02/2021]

UCS (n. d.), *Science and Democracy*: <https://www.ucsusa.org/science-democracy> [24/02/2021]

UCS (n. d.), *Removing Barriers to Evidence-Based Decisions*: <https://www.ucsusa.org/science-democracy/evidence-based-decisions> [23/02/2021]

UNEP (2020), *Emission Gap Report*: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
[31/01/2021]

UNFCCC (n. d.), *Nationally Determined Contributions (NDCs)*: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs> [25/02/2021]

U. S. Department of Energy (n. d.), *Solar Photovoltaic Cell Basics*:
<https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics> [02/03/2021]