

Perché queste prospettive possano dischiudersi in tempi coerenti con le urgenze climatiche necessitano tuttavia politiche che favoriscano l'innovazione; scontino i costi sociali delle emissioni non incorporate nei prezzi e nelle decisioni di mercato; eliminino vischiosità e barriere nei mercati<sup>53</sup>. Mentre la politica è incerta sul «che fare» l'industria ha preso comunque «a fare» con la variabile climatica entrata nei processi decisori degli agenti economici: non per un loro spirito altruistico, ma per il loro interesse. L'ambiente è divenuto infatti sempre più un buon business: per le innovazioni che va attivando; per le opportunità di profitto che offre; per la possibilità di guadagnare terreno sui concorrenti nel rispondere anticipatamente a vincoli che il *global warming* inevitabilmente imporrà; per il giudizio che sempre più ne danno mercati e opinione pubblica. È sull'interesse privato che le politiche pubbliche dovrebbero far leva nel convincimento che «la battaglia contro il *global warming* si combatterà nei dipartimenti di *corporate finance* delle imprese e delle grandi banche di investimento, negli uffici dei *ventures capitalists*, nei laboratori delle università, nei dipartimenti di ricerca e sviluppo delle maggiori *corporations*»<sup>54</sup>.

### 3. Rinnovabili: panacea o illusione?

Le risorse rinnovabili hanno dominato i bilanci energetici mondiali sino a metà Ottocento – legname e altre biomasse, mulini a vento, prime centrali idroelettriche – per essere scalzate dalle fonti fossili nei paesi che si andavano a industrializzare, ma rimanendo dominanti in quelli sottosviluppati, quale misura della loro povertà. Le cose prendono a cambiare dopo gli shock degli anni Settanta con l'aspettativa che le nuove rinnovabili, specie il solare, potessero costituire insieme al nucleare la panacea di tutti i mali: perché largamente e facilmente disponibili, «più democratiche» si prese a dire; politicamente più sicure; ecologicamente più virtuose.

Generalizzazioni frutto della carica emotiva che le ammantava, ma anche del supporto del mondo scientifico. Nell'articolo

<sup>53</sup> Cfr. WEC [2016b].

<sup>54</sup> Turner e O'Connell [2001].

*Solar Energy: Its Time Is Near* apparso nel 1973 sulla rivista «Technology Review»<sup>55</sup> del MIT si profetizzavano negli Stati Uniti investimenti tali da accrescere il contributo del solare a fine secolo al 13% della complessiva domanda di energia. Una prospettiva che rilanciava, dopo la «casa solare» realizzata nel 1931 dalla Purdue University nell'Indiana, le grandi speranze alimentate negli anni Cinquanta – la cella solare è del 1954 nei Bell Labs dell'AT&T – con la realizzazione dei primi impianti nella distillazione dell'acqua marina, nel riscaldamento dei locali o dell'acqua, nelle pompe termiche o cucine solari. Quella profezia fu tuttavia ben lontana dall'avverarsi con la quota del solare che negli Stati Uniti nel 2000 non è andata oltre lo 0,4%.

In un saggio del 1989 sulla rivista «Le Scienze», allora diretta da Felice Ippolito, dal titolo *Il mito delle risorse energetiche rinnovabili* analizzai i diversi ordini di ragioni (economiche, tecnologiche, energetiche, ambientali) che non avrebbero consentito per lungo tempo di tradurre le loro potenzialità fisiche in effettive disponibilità commerciali<sup>56</sup>. Evidenziai, in particolare, come la loro minore convenienza economica rispetto alle fonti tradizionali, espressa dai rispettivi costi monetari, fosse l'esatto riflesso di un indicatore fisico di convenienza: l'energia prodotta rapportata all'energia impiegata (direttamente o indirettamente) per produrla<sup>57</sup>, l'*Energy Return on Investment* (EROI).

Maggiore il suo valore minore la quantità di energia necessaria a produrre un'unità addizionale di ogni fonte (e viceversa). Se inferiore all'unità quella fonte non poteva dirsi propriamente tale: consumando più energia di quanta ne rendesse disponibile. Sistemi economici con accesso a risorse a più elevata qualità (EROI  $\geq 1$ ) potevano compiere un maggior lavoro di quelli costretti all'uso di risorse di minore qualità e minore EROI. Dal confronto, suffragato da numerose risultanze empiriche, le fonti convenzionali mostravano valori sino a 100 – ovvero 100 unità di energia prodotte per ogni unità di energia impiegata – contro livelli per quelle rinnovabili prossimi o inferiori a 1. La conclusione era che una penetrazione quantitativamente

<sup>55</sup> Cfr. Morrow *et al.* [1973]. Per un'affascinante storia delle sperimentazioni nel campo dell'energia solare da fine Ottocento agli anni Cinquanta-Sessanta del secolo scorso si rinvia a Rau [1964].

<sup>56</sup> Cfr. Cló A. [1989].

<sup>57</sup> Cfr. Cleveland *et al.* [1984].

rilevante delle nuove rinnovabili sarebbe potuta avvenire solo a seguito di forti progressi della tecnologia. I tempi, in sostanza, non erano maturi. Come in effetti fu.

Dagli anni Settanta si avvia comunque una prima fase espansiva delle rinnovabili – fatta più di speranze che di risultati – imperniata soprattutto sugli stanziamenti pubblici alla R&S quadruplicati dal presidente Jimmy Carter perché, ancora timoroso della minaccia OPEC, ebbe a dire «no-one can embargo the sun from us». Stanziamenti poi brutalmente falcidiati dal presidente Ronald Reagan che riteneva che a decidere dove e quanto investire anche nell'energia non dovesse essere la mano pubblica ma quella invisibile del mercato. Il numero dei nuovi brevetti nel solare, nell'eolico, nel nucleare crollò. Quanto al contributo fisico delle nuove rinnovabili crebbe a più cifre percentuali ma rimanendo allo scadere dello scorso millennio irrilevante sulla copertura della domanda, appena lo 0,5%, a causa anche della grande sovrabbondanza e dei bassi prezzi di petrolio e metano. Non diversamente da quel che accade oggi.

Con l'irrompere della questione climatica come prioritaria nell'agenda politica dei governi si apre col nuovo millennio una seconda fase nella moderna storia delle rinnovabili. Ad avviarla, il sostegno loro fornito dalle politiche pubbliche più che i progressi della tecnica che ne sarebbero stati favoriti ma non tali da annullarne i limiti di discontinuità, aleatorietà, bassa produttività energetica. Questo porta a ritenere ancora oggi che in talune condizioni «un sistema elettrico basato sulle attuali tecnologie fotovoltaiche non può essere denominato fonte di energia, ma piuttosto un insostenibile *net energy loss*»<sup>58</sup>.

Grazie alle favorevoli politiche adottate dietro la pressione dei movimenti verdi che andavano assumendo un peso politico sempre più rilevante in molti paesi europei (Germania, Italia, Belgio, Finlandia), della firma nel 1986 dell'Atto unico che stabiliva il principio che la «protezione ambientale sarà una componente delle altre politiche della Comunità», dell'attuazione del Protocollo di Kyoto, si avvia un ciclo espansivo degli investimenti nelle nuove rinnovabili cui veniva garantita per

<sup>58</sup> Cfr. Ferroni e Hopkirk [2016, 343]. Dello stesso avviso Jones e Warner [2016] e Atlason e Unnthorsson [2014].

molti anni un'elevata redditività grazie al combinato disposto della certezza delle quantità, per la priorità di dispacciamento loro riconosciuta, e dei sussidi alla produzione.

Un caso cui potrebbe applicarsi la teoria della scuola di Chicago<sup>59</sup> dell'interesse privato, ove dietro l'alibi del perseguimento di interessi generali i governi favoriscono particolari categorie, specie quando a beneficiarne è un ristretto numero di soggetti mentre a sopportarne i costi è una grande moltitudine di soggetti politicamente poco rappresentati. Una regolazione incentivante che avrebbe spinto le imprese a sovrainvestire, come teorizzato da Averch e Johnson [1962], sul presupposto che le rinnovabili costituissero l'unica opzione tecnologica su cui puntare per abbattere le emissioni, escludendo il nucleare e considerando come *second-best* la molto più conveniente efficienza energetica. Dall'essere la bandiera del futuro energetico europeo e uno dei pilastri della nascita della Comunità economica europea con l'Euratom, il nucleare veniva silenziosamente emarginato, trascurando il fatto che «il nucleare non era che una parte della soluzione ma senza nucleare non vi è soluzione»<sup>60</sup> ai cambiamenti climatici.

Punto dirimente non era tanto che le nuove rinnovabili, specie elettriche, fossero agevolate per favorire il decollo temporaneo di *infant industries* ritenute meritorie ma che lo fossero, il nostro paese fa scuola – con sussidi nel solo 2016 per circa 16 miliardi di euro – in modo smisurato, arbitrario, impreveduto in assenza di ogni pianificazione capace di valutare gli effetti che ne sarebbero derivati quanto a: nuova potenza realizzata e parallelo spiazzamento di quella termoelettrica; conseguente formarsi in un contesto di caduta della domanda di una crescente *overcapacity*; entità dei sussidi che sarebbero stati caricati sui consumatori così come dei costi di congestione delle reti e dei servizi ancillari di bilanciamento. In sintesi: una politica poco attenta ai costi sistemici nel confronto tra le diverse tecnologie. Un caso di «fallimento della politica e della regolazione».

La penetrazione delle nuove rinnovabili non si traduceva in una mera sostituzione di fonti primarie – sole o vento *vs* fossili – ma nell'affermazione di un nuovo paradigma tecnologico ove

<sup>59</sup> Cfr. Stigler [1994].

<sup>60</sup> Cfr. Verbruggen [2008].

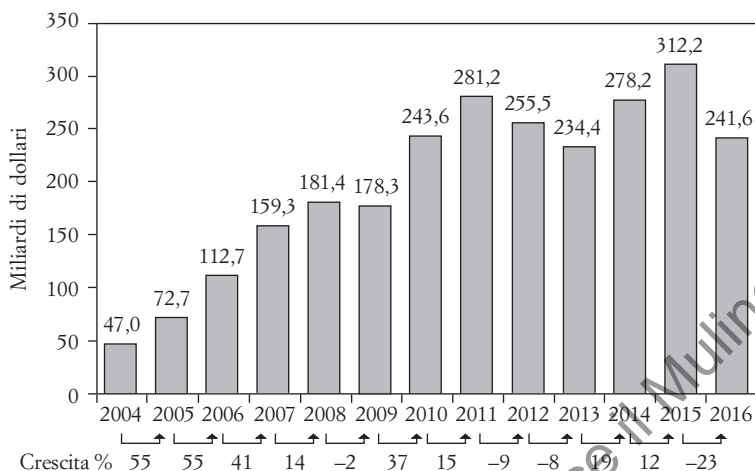


FIG. 4.1. Investimenti globali nelle rinnovabili, 2004-16.

Fonte: Bloomberg [2017a].

alla precedente ricerca della maggiore efficienza termodinamica e dimensionale delle centrali, della massimizzazione dei loro tassi di utilizzo, della minimizzazione dei costi sistemici si veniva a sostituire e contrapporre una generazione distribuita con impianti di maggiore intensità di capitale ma di piccola dimensione, bassa programmabilità, molto minori tassi di utilizzo in un rapporto sino a uno a cinque rispetto alle centrali tradizionali che andavano a sostituire.

Più le nuove rinnovabili penetravano più i sistemi elettrici dovevano acquisire *flessibilità* confrontandosi con una sempre maggiore fluttuazione e imprevedibilità dell'offerta. Solare ed eolico fornivano un *baseload* fluttuante mentre la potenza tradizionale, con tassi di utilizzo che crollavano, copriva la domanda residuale divenendo anch'essa goffamente intermittente. Gli effetti di questo nuovo paradigma erano sublimati dai processi di liberalizzazione dei mercati elettrici che favorivano una moltiplicazione, dispersione, frammentazione sul territorio di nuovi operatori e dei nuovi impianti di generazione – solo in Italia se ne contano oltre 700 mila –, spesso lontani dalla domanda, e una crescente discrasia con le reti di trasmissione funzionali al precedente paradigma. Tutti fattori che avrebbero

TAB. 4.1. *Investimenti globali in rinnovabili per area (miliardi di dollari)*

	2005	2010	2015	2016	Crescita % 2015/2016	CAGR % 2005/2016
Cina	9	41	115	78	-32	22
Europa	33	114	58	60	3	6
USA	12	35	51	46	-10	13
Altri	19	53	87	57	-35	11
Totale	73	244	312	242	-23	12

*Nota:* Esclude idro su larga scala.

*Fonte:* Elaborazioni su dati Bloomberg [2017a].

messo in affanno la struttura dei mercati elettrici e richiesto una loro profonda revisione.

Dall'inizio del nuovo millennio si avvia a livello mondiale questa seconda fase d'impronta industriale con una straordinaria crescita degli investimenti – 2.598 miliardi di dollari tra 2004 e 2016 (fig. 4.1)<sup>61</sup> – e un aumento della potenza elettrica, specie eolico e solare, di oltre dieci volte, da 51 a 551 GWe, divenendo in diverse aree del mondo componente dominante nella realizzazione della nuova potenza elettrica. Il loro contributo in termini di generazione a causa della loro intermittenza e basso utilizzo<sup>62</sup> risultava tuttavia inferiore con un aumento grosso modo di sette volte, da 50 a circa 365 milioni di tep<sup>63</sup>. L'aspetto dirimente resta comunque che la loro quota sul consumo mondiale di energia primaria non è andata, come detto, oltre il 3% e intorno al 6% della generazione elettrica<sup>64</sup>.

La crescita degli investimenti è stata impressionante, soprattutto in Europa grazie alle sue più favorevoli politiche di sostegno, sino a una punta nel 2011 cui sono seguite prima una fase di stagnazione e poi una contrazione in termini nominali dovuta, in diversa misura nelle varie aree, a più ragioni: drastico

<sup>61</sup> Cfr. Bloomberg [2017a].

<sup>62</sup> In funzione della localizzazione i tassi di utilizzo possono variare tra il 20 e 50% per l'eolico *onshore* e tra il 10 e 25% per solare PV, con un livello medio sulle 2 mila ore per l'eolico e 1.200 per il fotovoltaico (contro le 6.300 del nucleare).

<sup>63</sup> Dato BP.

<sup>64</sup> Cfr. WEC [2016c, 14].

calo dei *capex* unitari dei nuovi impianti<sup>65</sup>, effetto *boomerang* sulla loro redditività del calo dei prezzi all'ingrosso dell'elettricità dovuto in larga parte alla loro penetrazione<sup>66</sup>, crollo dei prezzi delle fonti fossili. Causa principale è stata tuttavia la riduzione degli schemi di incentivazione – per un montante dal 2008 di 800 miliardi di dollari su scala mondiale<sup>67</sup> – che ha prodotto un dimezzamento degli investimenti industriali in Europa<sup>68</sup>. In Italia, paese con i più alti incentivi al mondo, la nuova potenza alimentata con nuove rinnovabili è crollata col ridursi degli incentivi dai 10,6 GWe del 2011 ai 3,8 del 2010 a meno di 0,7 del 2016<sup>69</sup>.

Mentre in Europa e America la grande spinta espansiva è parsa esaurirsi, in diversi paesi emergenti si è ulteriormente consolidata con livelli di spesa superiori a quelli nei paesi avanzati grazie alle più favorevoli condizioni metereologiche, alla forte caduta dei costi e dei prezzi d'offerta<sup>70</sup> con *load factors* superiori della metà a quelli europei, al maggiore interesse a investirvi delle imprese estere. Dal che la conclusione, solo apparentemente banale, che l'economicità e il futuro delle nuove rinnovabili sono connesse alla loro localizzazione. Ogni paese, in sostanza, è un caso a sé. Fare di tutte le erbe un fascio, pur di magnificarne l'economicità, equiparando l'eolico in Nuova Zelanda con quello in Italia o il solare fotovoltaico in Spagna con quello in Germania, è privo di senso, essendo i fattori di carico

<sup>65</sup> L'abbattimento dei costi unitari di investimento ha consentito che in termini reali a una minore spesa corrispondesse un aumento della potenza realizzata. Fatto 100 gli investimenti del 2012 a una loro crescita a 120 nel 2015 seguita da una contrazione a 99 nel 2016 ha corrisposto un aumento della potenza nei due anni a 125 e a 128; cfr. Bloomberg [2017b]. Dal 2010 al 2015 il costo medio unitario del solare fotovoltaico si è ridotto del 65%; cfr. BP [2015].

<sup>66</sup> Cfr. Clò S. [2014].

<sup>67</sup> Cfr. *Wind and Solar Power Are Disrupting Electricity Systems*, in «The Economist», 25 febbraio 2017.

<sup>68</sup> Al calare degli incentivi la quota degli investimenti in Europa su quelli mondiali è calata nel fotovoltaico dal 75 al 41% e nell'eolico dal 41 al 33%. Cfr. WEC [2016c].

<sup>69</sup> Tra il 2008 e il 2012 l'intero settore delle rinnovabili ha osservato un tasso di crescita medio annuo del 7,5% contro un calo tra il 2012 e il 2015 del 14,2% annuo.

<sup>70</sup> Le più recenti gare per l'assegnazione di nuova potenza rinnovabile hanno registrato minimi sotto i 30,0 doll/MWh.

e quindi i costi di generazione del tutto diversi<sup>71</sup>. Prescinderne con politiche comunque espansive non può che generare, in un'ottica globale, una cattiva allocazione delle risorse.

All'indietrogiare delle politiche occidentali si è contrapposta una strategia molto più determinata della Cina che ha moltiplicato gli investimenti divenendo leader se non quasi monopolista tecnologico-manifatturiero con oltre i due-terzi della produzione di pannelli solari e di turbine eoliche – ogni tre installate nel mondo una è in Cina per un totale di 92 mila turbine con una crescita al ritmo di una ogni ora<sup>72</sup> –, così da sgretolare le posizioni detenute dall'industria europea, specie tedesca, e finendo per imporre la sua forza commerciale a livello mondiale. Nonostante le difficoltà operative e politiche interne che incontra la penetrazione delle rinnovabili, Pechino è determinata ad accrescerne il peso da poco più dell'attuale 3% della generazione elettrica al 20%, con un piano di investimenti di 360 miliardi di dollari da qui a fine decennio.

Dell'Europa, al di là della sua retorica sul «green and clean» è difficile cogliere una convergente linea di indirizzo e formulare un giudizio sulla possibilità che i copiosi investimenti che dovrebbero realizzarsi per ottemperare agli obblighi condivisi a livello di Unione possano realizzarsi senza l'ausilio di ulteriori forme di sostegno. Altro il discorso per l'America che dall'inizio di questo millennio ha conosciuto una forte espansione dell'apporto delle rinnovabili (idroelettrica esclusa) alla copertura della domanda di energia concentrata nella produzione di biomasse, mentre l'apporto delle nuove rinnovabili (eolico *in primis*) non è andato oltre il 7% della complessiva generazione elettrica.

L'America accanto al raddoppio dei flussi finanziari verso le attuali tecnologie rinnovabili ha visto un dimezzamento di quelli a sostegno delle più innovative *start-ups*<sup>73</sup>. Un disimpegno soprattutto da parte dei fondi di *venture capital* che dopo aver investito nel decennio 2004-14 36,0 miliardi di dollari hanno

<sup>71</sup> Il fattore di carico nella media di cinque anni (al 2013) dell'eolico in Nuova Zelanda era del 39,6% contro il 18,5% dell'Italia, mentre quello del solare fotovoltaico in Spagna era del 29,9% contro il 9,8% in Germania.

<sup>72</sup> Cfr. J.C. Hernandez, *Wind Farms Stand Idle in China*, in «The New York Times», 17 gennaio 2017.

<sup>73</sup> Cfr. Sivaram e Norris [2016].



decurtato i loro impegni per il grande numero di fallimenti delle imprese in cui avevano creduto, le massicce perdite registrate (circa la metà), la cessazione dei sostegni pubblici. Scelta discutibile perché tra le poche che hanno avuto successo vi è Tesla Motors che capitalizza circa 34 miliardi di dollari nonostante le copiose perdite sinora registrate. Secondo il MIT di Boston il 90% delle *start-up* nelle tecnologie pulite finanziate nello scorso decennio non è stata in grado di restituire il capitale ai suoi investitori. Il numero di accordi siglati dai *venture capitalists* è crollato mentre si è accresciuto l'interesse dei grandi gruppi energetici<sup>74</sup>.

Il nodo critico da sciogliere è in sostanza come sostenere l'ulteriore sviluppo delle nuove tecnologie rinnovabili in contesti di mercato difficili. Farlo nella fase del loro decollo è politica condivisibile quando non finisca però per penalizzare altre opzioni magari più meritevoli, alterando quella neutralità che lo Stato dovrebbe rispettare in regimi di mercato. La lotta al *climate change* richiede, per avere successo, politiche capaci di garantire agli operatori una parità di condizioni – un *equal level playing field* – nella competizione tra nuove tecnologie, tra quelle tradizionali, tra le une e le altre, ma capaci di supportare la R&S in nuove tecnologie pulite che anche una parità di contendere non è in grado di generare. Costruire un sistema elettrico *zero-carbon* con l'attuale portafoglio di tecnologie non può che essere costoso, complicato, impopolare.

Le *start-ups* innovative nell'industria elettrica sono svantaggiate rispetto agli incumbenti per l'indisponibilità dei consumatori a pagare un premio per i loro prodotti, mentre i potenziali maggiori clienti, le *utilities*, tendono a preservare i loro monopoli territoriali con ridotta propensione al rischio, destinando all'innovazione percentuali irrisorie dei loro ricavi. Allo stato dell'arte l'elettricità da risorse rinnovabili – ma lo stesso potrebbe dirsi per il nucleare – è destinata a non reggere il confronto di mercato con le fonti fossili, specie in una fase di loro bassi prezzi, con la necessità di rendere permanenti i sussidi che si prevedeva di ridurre o eliminare.

<sup>74</sup> Secondo un'indagine di CB Insights il numero di accordi si è ridotto dagli 86 del 2012 ai 35 del 2016 (da 30 a 15 nel solare); cfr. CB Insights, *The Start-up Graveyard: Why VCs Remain Vary of Renewables*, marzo 2017.

A limitarne l'uso, allo stato delle tecnologie, concorrono poi altre ragioni. Il fatto in particolare che non soddisfino alcune condizioni che connotano i moderni sistemi energetici – assenza di vincoli localizzativi, grandi scale dimensionali, convenienza economica, continuità di produzione – essendo disponibili solo dove e quando lo consentano le condizioni meteorologiche. L'auspicato ritorno al dominio delle rinnovabili ripropone un tema centrale agli economisti classici, la disponibilità della terra, che la transizione alle fossili aveva fortemente attenuato. Il professore Vaclav Smil [2007] ha stimato in 300 mila km<sup>2</sup> l'estensione della terra – pari all'intera Italia – oggi occupata dall'insieme degli impianti che producono energia (biomasse escluse). In uno scenario sbilanciato sulle rinnovabili quest'area dovrebbe raddoppiarsi. Una diluizione spaziale tanto più rilevante ove si consideri il progressivo accrescersi della densità abitativa dell'umanità.

Non ultima ragione è il deficit di competitività che tuttora penalizza le nuove rinnovabili anche se ogni generalizzazione, in positivo o negativo, ha scarso senso per il mutare, come detto, degli *economics* al variare delle condizioni geografiche e meteorologiche in cui si realizzano. Le scale produttive per quanto cresciute nel tempo restano comunque minime con costi pieni ancora superiori a quelli delle fonti fossili e ancor più se nel computo dei costi si includono quelli di adattamento delle reti di trasmissione/distribuzione e della funzione di supplenza svolta dalle centrali tradizionali, almeno sino a quando la tecnologia degli accumuli non ne sopperirà l'intermittenza.

La combinazione della *shale revolution* con la fine del super-ciclo delle *commodities* è prevedibile perduri per non breve tempo con prezzi delle fonti fossili inferiori ai livelli a cui si riteneva che le nuove rinnovabili avessero guadagnato su di loro un solido *breakeven*. Uno scenario sfavorevole all'adozione di aggressive politiche climatiche fondate sul diffuso convincimento di forti rialzi nei prezzi degli idrocarburi. La politica di risposta dovrebbe essere quella di prezzare il carbonio così da rendere relativamente più conveniente il ricorso alle rinnovabili e al nucleare a livelli molto più elevati di quelli correnti che non hanno impedito il passaggio dal gas naturale al carbone.

I limiti che frenano la penetrazione delle rinnovabili non possono tuttavia celare i benefici che ne derivano nell'attenua-

zione delle esternalità negative (costi non pagati) delle fonti che si vanno a sostituire, quali: il sostanziale azzeramento delle emissioni clima-alteranti, anche se nemmeno loro possono dirsi immuni nel loro intero *life cycle*<sup>75</sup>; le riduzioni dei prezzi all'ingrosso dell'elettricità grazie ai loro *zero-marginal costs*; il calo della dipendenza da approvvigionamenti esteri e quindi la maggiore sicurezza energetica. Vantaggi comparati che hanno motivato le politiche climatiche sinora perseguite e che nel dopo-Parigi dovrebbero conoscere un ancora maggiore impulso. Nella necessità comunque di relativizzare le argomentazioni a favore delle nuove rinnovabili al punto da farne il principale strumento della lotta al surriscaldamento del Pianeta, iniziando proprio da quelli relativi all'aspetto ambientale.

L'energia ha impattato sull'ambiente «sin da quando l'uomo, con il fuoco, cominciò a usare l'energia in modo controllato [...] per distruggere boschi e creare le praterie adatte agli animali che cacciava»<sup>76</sup>. Riguardo la correlazione energia-ambiente paiono opportuni tre chiarimenti rispetto a talune usuali semplificazioni. *Primo*, non vi è fonte che non alteri l'ambiente con effetti nocivi percepibili solo nel tempo in relazione, da un lato, agli sviluppi delle conoscenze scientifiche sugli effetti che possono derivarne e, dall'altro, alla dimensione degli investimenti (unitari e complessivi) che si realizzano. Ciò vale per l'energia o per ogni altro minerale<sup>77</sup>. Resta il fatto che i processi di sostituzione delle fonti di energia hanno storicamente migliorato e non peggiorato le cose. Come nel caso del trasporto stradale nell'America degli anni Venti del secolo scorso che poggiava su 25 milioni di cavalli con un rapporto velocità-costo non dissimile da quello delle prime auto a benzina, meno inquinanti dei cavalli che producevano ciascuno «emissioni» quotidiane sui 20 kilogrammi con un totale di deiezioni di 500 mila tonnellate al giorno<sup>78</sup>. Quelle

<sup>75</sup> Il contenuto di carbonio delle installazioni fotovoltaiche realizzate in Cina è due volte quello che si avrebbe realizzandole in Europa; cfr. Yue [2014].

<sup>76</sup> Cfr. Marchetti [1987, 11].

<sup>77</sup> L'impiego, ad esempio, dell'amianto, brevettato all'inizio del Novecento col nome di Eternit (eterno) ebbe grande diffusione sino agli anni Novanta quando fu bandito per le letali malattie che si scoprì avrebbe procurato anche a distanza di anni dall'inalazione delle fibre che emanava.

<sup>78</sup> Cfr. Marchetti [1987, 11].

automobili ha dichiarato Jared Diamond furono «accolte con un sentimento di sollievo e di progresso: finalmente senza i cavalli avremo strade pulite e silenziose. Poi sappiamo come è andata a finire...» quasi rimpiangendo quei tempi<sup>79</sup>.

*Secondo:* la nocività delle fonti fossili è connessa alla loro combustione<sup>80</sup> con un'intensità delle emissioni di anidride carbonica che è funzione della combinazione dei due elementi fondamentali che le compongono: idrogeno (H) e carbonio (C). Al ridursi di quest'ultimo le emissioni si riducono. Ed è quel che è avvenuto nel succedersi dei processi di sostituzione delle fonti così che può dirsi che la «decarbonizzazione è stata intrinseca allo sviluppo del mix energetico e al suo impiego»<sup>81</sup>.

La legna è soprattutto cellulosa, bruciandola l'acqua è separata e viene rilasciato carbonio allo stato puro. La transizione al carbon fossile che pur suscitò violente reazioni sociali, al punto da spingere il governo inglese a emanare editti che ne proibivano l'uso industriale (con pene sino alla morte), migliorò le cose non tanto perché riduceva la deforestazione in Europa ma perché l'energia liberata con la sua combustione proveniva non solo dal carbonio ma anche dall'idrogeno che esso conteneva, così riducendo le emissioni a parità di energia prodotta. Idem nel passaggio al petrolio, al metano, al nucleare, alle rinnovabili.

Dal che la conclusione che il succedersi delle fonti – grazie al progresso tecnologico incorporato – ne ha attenuato l'impatto ambientale lungo un processo di decarbonizzazione grazie al crescente rapporto idrogeno/carbonio che lo connotava. L'aumento delle emissioni e della loro concentrazione in atmosfera è derivato quindi dall'aumento dei consumi globali, data la struttura delle fonti utilizzate e non dal loro contenuto unitario di carbonio che anzi ha mostrato un andamento nel tempo declinante.

*Terzo:* l'intensità e la percezione dell'impatto ambientale delle fonti nelle loro diverse, mutevoli, talora tardive manifestazioni crescono con la dimensione complessiva del loro im-

<sup>79</sup> Cfr. *Trent'anni per salvare il pianeta*, intervista in «la Repubblica», 16 aprile 2017.

<sup>80</sup> Per combustione si intende la reazione chimica in cui, a contatto con l'ossigeno dell'aria, i combustibili fossili bruciano trasformando l'energia racchiusa in calore, luce, anidride carbonica.

<sup>81</sup> Cfr. Marchetti [2000, 1].

piego. Piccoli impianti solari o eolici non suscitano particolari inquietudini se in numero ridotto o isolati. Altro se la loro dimensione unitaria e complessiva aumenta e la loro diffusione si moltiplica, come nel caso delle 7 mila turbine del più grande parco eolico al mondo di Jiuquan in Cina. Mano a mano che si consolida la loro penetrazione, il vincolo al loro sviluppo è dato dalle materie prime che impiegano e dall'occupazione del suolo di cui necessitano con riverberi sull'accettabilità sociale non diversi da quelli sperimentati per le fonti tradizionali. L'installazione di turbine eoliche non suscita soverchie proteste in aree scarsamente abitate e altamente ventose come in parte della Danimarca o del Texas, ma ne suscita in paesaggi straordinari come i laghi della Norvegia o le terre della Toscana o della Puglia. Un cambiamento in sostanza della dimensione globale delle nuove rinnovabili ne modifica la natura e i problemi da fronteggiare. Ed è quello che va accadendo<sup>82</sup>.

Altro argomento portato a sostegno delle rinnovabili è dato dai benefici che ne deriverebbero alla sicurezza energetica. Cosa indiscutibilmente vera se la si considera nel modo tradizionale – grado di dipendenza da aree politicamente instabili e avverse – ma che ha assunto nel tempo connotati molto più complessi: perché *globale* nella sua estensione spaziale; *trasversale* alle diverse fonti di energia; *multidimensionale* nelle valenze politiche<sup>83</sup> col moltiplicarsi delle situazioni di vulnerabilità nella loro intera *supply chain*<sup>84</sup>. Paradossalmente i maggiori contraccolpi alla sicurezza energetica dei paesi consumatori sono derivati nei tempi recenti più da eventi *interni* (Katrina, Fukushima, *black-outs*) che *esterni*. Tranne che in occasione dell'embargo petrolifero del 1973-74 (per altro limitato nel tempo e nella sua reale dimensione e conseguenza) e della crisi russo-ucraina (con impatti peraltro marginali), può dirsi infatti che dal dopoguerra non siano mai accaduti effettivamente episodi di scarsità energetica.

La questione della sicurezza energetica si pone oggi in modo sostanzialmente diverso dal passato e non vi è fonte energetica che vi si sottragga. Diversamente da quel che si

<sup>82</sup> Cfr. Klick e Smith [2009].

<sup>83</sup> Cfr. Blum e Legey [2012].

<sup>84</sup> Cfr. Clò A. [2010; 2016].

reputa seguendo le parole di Winston Churchill «safety and certainty in oil lie in variety and variety alone», nelle condizioni d'oggi «la diversificazione non porta automaticamente una maggior sicurezza»<sup>85</sup>. È un'idea romantica e non veritiera che questo valga per le nuove rinnovabili. Per più ragioni, ma una su tutte: che esse non possono dirsi completamente locali, se non dopo la loro installazione, perché la loro *supply chain* è ampiamente estera, riflettendosi sulla sicurezza di materiali e componenti essenziali alla loro fabbricazione. Se, per caso, la Cina si rifiutasse di esportare rari materiali necessari a costruire le celle solari, le batterie o le turbine eoliche, i contraccolpi non sarebbero insignificanti. Le rinnovabili non pongono quindi rimedio a tutte le forme di dipendenza, anche se sicuramente non raggiungono la criticità politica che si lamenta per petrolio o metano. La conclusione è che il tema della sicurezza è più complesso di quanto possa apparire e che comunque non lo si può affrontare scambiando semplicemente una dipendenza con l'altra.

Oltre alla questione ambientale e a quella della sicurezza – che comunque segnano punti a favore delle rinnovabili nel confronto con le fonti fossili al di là della loro insufficiente competitività – ve ne è un'altra cui merita far cenno guardando al disegno delle attuali politiche pubbliche e alla necessità di un forte incremento della loro penetrazione. L'interrogativo è come sostenere e ripartire – socializzandoli o privatizzandoli – gli extra-costi che le rinnovabili comportano a causa della doppia infrastruttura impiantistica di cui necessitano (con centrali tradizionali in funzione di *back-up*), del bilanciamento della loro intermittenza, dei sussidi loro riconosciuti, della prospettiva di introdurre più severe politiche di *carbon price*.

Scelte che coinvolgono questioni di equità sociale, per più ragioni: *a*) effetto redistributivo a danno delle classi di reddito più disagiate per l'aumento dei prezzi dell'elettricità dovuto alla traslazione degli incentivi che nell'Unione pesano ormai per poco meno di un terzo dell'intera bolletta elettrica; *b*) minore possibilità delle famiglie a basso reddito di efficientare le loro abitazioni o sfruttare le opportunità di generazione distribuita rispetto a chi lo può fare beneficiando degli incentivi e renden-

<sup>85</sup> Cfr. Van der Linde [2016, 52].

dosi in tutto – la *zero-house energy* – o in parte autonomo dalla rete, alla quale può cedere, lucrando, eventuali eccedenze: col paradosso che le famiglie a minor reddito sovvenzionano quelle a elevato reddito; c) ridursi della complessiva domanda elettrica commerciale – di un ammontare pari alla «domanda negativa» di chi si è reso autonomo dal sistema centrale – che causa un ulteriore aumento dei prezzi finali distribuendosi gli invariati incentivi fissi su un minor numero di kWh acquistati sul mercato. Più aumenta il pool dei consumatori che si rendono autonomi dal sistema elettrico più pagano, in sostanza, quelli che vi rimangono.

Disuguaglianze e iniquità che vanno palesandosi e che diverranno viepiù insostenibili con la prospettiva di un ulteriore forte penetrazione delle rinnovabili. Il caso più emblematico è quello della Germania che ne ha fatto l'asse portante della sua transizione energetica verso un'economia *low-carbon* – l'*Energiewende* – con l'obiettivo di accrescere la quota delle rinnovabili nella generazione elettrica dall'attuale 25 (6% nel 2000) all'80% nel 2050<sup>86</sup>, riconoscendo loro priorità di accesso alla rete e sussidi fissi tra i più elevati al mondo della durata di venti anni<sup>87</sup>.

Il Düsseldorf Institute for Competition Economic<sup>88</sup> ha quantificato in 520 miliardi di euro il complessivo costo della transizione tedesca, includendovi i costi diretti dei sussidi (408 miliardi) e quelli indiretti dell'adattamento delle reti elettriche. Alla fine del 2015 ne erano stati spesi 150 miliardi – per installare 90 GWe di potenza eolica e fotovoltaica – mentre 370 dovranno essere spesi entro il 2025, con un costo medio per famiglia di 25 mila euro. Costo socializzato a carico delle famiglie e piccole imprese, mentre ne è stata esentata la grande industria per non comprometterne la competitività, con un distacco nei prezzi dell'elettricità tra le due categorie di consumatori di 3-4 volte. Decisione configurabile come aiuto di Stato condonato però dalla compiacente Commissione di Bruxelles al termine di una procedura di infrazione.

<sup>86</sup> Cfr. Quitzow *et al.* [2016].

<sup>87</sup> Il costo degli incentivi è ammontato nel 2016 a circa 24 miliardi di euro (22% dell'intera bolletta elettrica) ed è destinato a salire sino al 2023.

<sup>88</sup> Cfr. Haucap *et al.* [2016].



La scelta tedesca di affiancare alle rinnovabili il carbone nella generazione elettrica, per contenerne il costo medio, non ha impedito che i prezzi dell'elettricità e della complessiva bolletta elettrica della famiglia tedesca siano i più elevati in Europa (dopo la Danimarca). Significativo il confronto tra il kWh tedesco e quello francese: superiore di due volte nei prezzi e di otto volte nelle emissioni di CO<sub>2</sub><sup>89</sup>. Una politica quindi poco virtuosa sia sul piano ambientale – la Germania resta il peggiore tra i maggiori paesi europei – che su quello socio-economico, con molte famiglie a basso reddito costrette a distaccarsi dalla rete per l'impossibilità a pagarla: vittime della povertà energetica (*Energiearmut*). Per contro, le famiglie abbienti aumentavano a dismisura le installazioni fotovoltaiche, facendo della Germania la leader mondiale nonostante la sua bassa radiazione solare. «Un esempio – ha scritto argutamente Vaclav Smil – di come qualsiasi cosa sia possibile con i sussidi»<sup>90</sup>.

L'esponenziale ed erratica crescita delle rinnovabili nel mercato tedesco – emblematico caso del nuovo paradigma della *flessibilità* – ha impattato sui sistemi confinanti sovraccaricandone la capacità di trasmissione così da metterne a rischio la tenuta. Con un'offerta sempre meno programmabile, la Germania sfrutta per la propria sicurezza la riserva dei paesi limitrofi creando uno sbilanciamento giornaliero dei flussi import-export così che le interconnessioni, interagendo con l'incremento delle rinnovabili negli altri paesi, finiscono per essere fonte di rischi, mutuando problemi di sbilanciamento della rete tra i vari paesi.

Il mercato zonale Germania-Austria – salutato quando venne introdotto nel 2002 come un importante passo in avanti verso l'integrazione dei mercati europei – probabilmente sarà splittato per arginare l'*oversupply* di elettricità che dal Nord della Germania tracima verso le reti confinanti creando loro pesanti contraccolpi. La capacità eolica e solare tedesca già di molto aumentata – e prevista superare di due volte la domanda di picco – si è tradotta in crescenti, indesiderate, esportazioni

<sup>89</sup> Cfr. Treiner, *Le nucléaire n'est pas incompatible avec la transition énergétique*, in «Le Monde», 24 marzo 2017.

<sup>90</sup> Cfr. V. Smil, *Germany's Energy Goals Backfire*, in «The American», 14 febbraio 2014.



verso i paesi confinanti, schiacciando similari progetti che questi paesi avevano in animo di realizzare, «uccisi dai bassi prezzi del surplus elettrico tedesco»<sup>91</sup>.

È fuor di dubbio, avviandoci a concludere, che le nuove rinnovabili, escludendovi grande idroelettrica e le tradizionali biomasse cui ricorrono massicciamente i paesi poveri, costituiscano un'opzione tecnologica in grado di fornire un determinante contributo alla lotta ai cambiamenti climatici. Lo è altrettanto il fatto che la loro attuale configurazione tecnologica non è tuttavia in grado di conseguire gli obiettivi attesi. Continuare comunque a sostenerle quali sono non può ritenersi il modo più efficace ed efficiente per allocare le risorse disponibili. L'innovazione tecnologica può consentire – ve ne sono i presupposti – di superare i limiti che le penalizzano, ma questo non potrà che avvenire in un futuro al momento indeterminabile. Gli attuali *economics* nelle aree che non sono caratterizzate da favorevoli condizioni meteorologiche restano infatti ancora incerti e tali da non motivare gli investimenti, se non supportati da una regolazione incentivante che dovrebbe comunque attenuarsi col calo dei loro costi. All'aumentare della loro penetrazione si riduce poi, come detto, il tasso di utilizzo delle centrali convenzionali comunque imprescindibili, generando incertezza e rischi sulla possibilità di realizzarne di nuove. Un giro vizioso che potrà interrompersi solo quando l'intermittenza sarà definitivamente superata. Fino ad allora vecchio e nuovo dovranno necessariamente coesistere con politiche che non penalizzino il primo a vantaggio del secondo.

A questa esigenza se ne aggiungono altre che la politica è chiamata a risolvere. *Primo*: la necessità di ridisegnare le modalità di funzionamento dei sistemi e mercati elettrici nazionali adattandoli a una sempre più accentuata variabilità, imprevedibilità, flessibilità. *Secondo*: la necessità di individuare meccanismi di coordinamento dei sistemi/mercati nazionali per renderli tra loro coerenti; per prevenire forme dannose di competizione; per risolvere al meglio esigenze regionali con lo sviluppo dei mercati internazionali. *Terzo*: la necessità di risolvere le sempre più insostenibili disuguaglianze e iniquità sociali causate dalle attuali politiche di sussidio. Necessità che potrebbero trovare

<sup>91</sup> Cfr. Van der Linde [2016, 57].

risposta all'interno di un'effettiva cooperazione e integrazione dei mercati europei verso l'auspicata *Energy Union*. In assenza non può esservi che un caos per tutti dannoso.

Tornando alla domanda che titola questo paragrafo possiamo concludere che le rinnovabili non costituiscono la panacea di ogni male ma comunque una delle più importanti risposte al dopo-Parigi. Compito delle politiche – fino a quando il mercato non le sosterrà appieno – è far sì che le loro potenzialità di sviluppo non si mostrino illusorie come accaduto in passato, senza comunque addossarne indebiti costi sui consumatori e assegnare indebiti vantaggi ai produttori come sinora accaduto. Farla anche qui facile, tacendo delle criticità e contraddizioni che bisognerebbe superare per garantirne un ulteriore sviluppo, è rappresentare le cose come si vorrebbe fossero, non come sono. «Le energie rinnovabili – ha argutamente scritto un economista – sono il bebè della famiglia energetica. Ma come per ogni bebè non gli si può chiedere di assicurare il pane alla famiglia. Gli ci vorranno almeno vent'anni per assumere una posizione che resterà comunque marginale»<sup>92</sup>. Questa metafora fu scritta oltre un quarto di secolo fa. Il bebè è cresciuto ed è giunto il tempo che contribuisca al reddito familiare.

#### 4. *L'ineludibilità delle fonti fossili*

Per garantire l'equilibrio dei mercati il ricorso alle fonti fossili è ineludibile in un indefinito orizzonte temporale in cui si proiettino le attuali conoscenze. La transizione energetica per sostituirlle potrà (in teoria) anche marciare a tassi superiori a quelli storicamente osservati ma non potrà mai raggiungere l'agognata sponda del mondo *zero-carbon*. Mettere le fonti di energia l'una contro l'altra è un'emerita sciocchezza: perché non vi è alcuna fonte che possa totalmente sostituirsi alle altre nella produzione di beni e nel soddisfacimento dei bisogni; perché la consistenza fisica e l'accessibilità d'ogni fonte conosce precisi limiti economici, energetici, politici; perché in un'economia di mercato l'impiego di una materia prima, la costruzione di un impianto, l'acquisto di un qualsiasi bene sono liberamente

<sup>92</sup> Cfr. Houtart e Lemercinier [1990, 39].