

Il clima, questo sconosciuto?

di *Alberto Castagnola*

Economista ed ecologista

Sommario

Dopo aver collocato storicamente l'inizio della crisi climatica, vengono indicati gli aspetti meno conosciuti e forse più drammatici dell'attuale situazione. Segue una riflessione sulle analisi e gli obiettivi condivisi nello storico Accordo di Parigi del dicembre 2015, e viene poi tracciato un quadro molto realistico degli eventi climatici estremi di questi giorni e delle loro conseguenze sulle popolazioni. Infine, viene fornito un elenco delle iniziative più urgenti per un ritorno ai preesistenti equilibri del pianeta.

Parole chiave

Clima, Accordo, obiettivi, scadenze, eventi, urgenze, squilibri, interventi.

Summary

Having set the beginning of the climate crisis historically, the less known and perhaps more dramatic sides of the present situation are described. Remarks on the analysis and the shared objectives included in the Paris Agreement dated December 2015 come after; then a very realistic picture of the present intense climatic events and their consequences on people is outlined. Finally, a list of the most urgent actions to be taken in order to come back to the pre-existing balances of the planet is offered.

Keywords

Climate; agreement; aims; deadlines; events; urgencies; imbalances; interventions.

1. La scoperta della crisi climatica, un po' di storia

Sono ormai oltre 40 anni che il concetto di crisi climatica emerge a vari livelli del sistema delle comunicazioni, giornali e televisioni, molto meno nei dibattiti politici, in modo solo apparentemente sistematico nel quadro delle organizzazioni internazionali. Le prime denunce degli scienziati che hanno suscitato una qualche attenzione nei media hanno trovato un precursore (purtroppo inascoltato), in James Hansen, che nei primi anni '80, quando ancora era responsabile dell'ufficio meteorologico della NASA, presentò uno dei primi allarmi sulla crisi climatica. Si può inoltre ricordare l'appello lanciato nel 1992 da 1700 scienziati, promosso dall'Union of Concerned Scientists, che già indicava con chiarezza i principali danni ambientali in atto; la stessa organizzazione, in concomitanza con la COP 23 in corso a novembre 2017, ha lanciato un analogo appello, firmato da oltre 15.000 scienziati, che evidenzia in pochi grafici la gravità della

situazione e i rischi crescenti per l'intera umanità.

A livello scientifico, gli studi si sono lentamente moltiplicati e finalmente l'Onu ha creato l'IPCC, il Comitato internazionale per il cambiamento climatico, formato da oltre 2500 scienziati che analizzano sistematicamente tutte le ricerche che si sono rese disponibili negli anni più recenti ed elaborano un rapporto complessivo sulle indicazioni emerse e ne traggono delle previsioni e delle linee di strategia molto significative.

Molto importante è poi il filone degli studiosi della sostenibilità, cioè della necessaria trasformazione del sistema economico dominante verso un maggiore rispetto verso l'ambiente e verso delle produzioni e dei consumi che tengano conto degli squilibri e dei danni già causati al pianeta. Si tratta di una posizione meno radicale di quella che ipotizza la scomparsa del sistema oggi dominante come unica possibilità di salvataggio delle specie viventi, ma è una visione altrettanto preoccupata di quanto continua ad essere distrutto in modo irrecuperabile sulla Terra. E' inoltre da tenere presente che nell'ambito del pensiero della sostenibilità vengono continuamente effettuate e pubblicate ricerche molto interessanti, che comprendono indicazioni essenziali per seguire l'andamento della crisi climatica e per individuare possibili soluzioni.

E ovviamente non dobbiamo dimenticare i negazionisti, la posizione di alcuni cosiddetti "esperti" che negano addirittura l'esistenza dei meccanismi di danno o la attribuiscono a cause lontane (ad esempio alle macchie solari o alle modifiche dell'asse terrestre) e quindi fuori della portata delle politiche umane. (Caserini S., 2008). Purtroppo a questa categoria appartiene anche l'attuale presidente americano, che impedisce al secondo paese inquinatore di modificare perfino le sue emissioni più dannose per l'umanità nel suo complesso.

Infine, ancora oggi, si può ritenere che oltre il 40% della popolazione del pianeta non abbia la minima sensibilità verso quanto sta accadendo, e quindi la pressione dal basso che dovrebbe essere esercitata verso tutti i governi affinché realizzino gli impegni formalmente assunti nell'Accordo raggiunto in sede Onu nel dicembre 2015 non è stata ancora sufficiente a creare le condizioni politiche e sociali per una profonda e strutturale modifica dei meccanismi economici più dannosi per il pianeta.

E invece è ormai evidente che i livelli minimi di sicurezza sono stati superati: il numero di vittime di eventi estremi, come i cicloni e le alluvioni; la sempre più diffusa e crescente siccità; le vittime degli inquinamenti dell'aria e dell'acqua; le perdite umane causate dalla diffusione massiccia di prodotti chimici nelle attività agricole; l'incremento inarrestabile di rifiuti, in particolare dei prodotti in plastica, che tra l'altro inquinano i mari e le acque; la diffusione degli incendi che distruggono le foreste e la vegetazione, riducendo ulteriormente la capacità delle piante di eliminare l'anidride carbonica; i danni alla salute arrecati dai prodotti alimentari trasformati dalle tecnologie industriali. In molti territori le vittime "ambientali" stanno superando quelle causate dalle malattie e dalle guerre.

I "punti di non ritorno" sono stati chiariti e previsti: si tratta dei livelli raggiunti da

ciascun fenomeno, superati i quali non esiste intervento umano che li possa riportare alle dimensioni precedenti e a rispettare i livelli minimi di sicurezza, oppure delle situazioni in cui intervenire su un fenomeno negativo porta a far aumentare un altro fenomeno anch'esso negativo, creando una situazione di impossibilità di azione, con livelli massimi di danno per il pianeta.

I costi crescenti degli interventi sono stati resi noti: il calcolo dei danni reali, già verificatisi, è ancora piuttosto trascurato (al di là delle cifre rilanciate dai mezzi di comunicazione nei primi giorni successivi a una catastrofe di qualunque natura e causa). In questa sede si fa riferimento ai costi realmente incontrati dalle istituzioni statali e locali, che invece, specie nei paesi a economia di mercato, tendono ad essere sottovalutati e soprattutto a trascurare i costi umani e sociali, che sono invece molto rilevanti quando gli eventi estremi hanno colpito zone intensamente abitate.

2. Meccanismi di riscaldamento globale ancora poco conosciuti

La concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera

Ancora nel 2001 un esperto come James Hansen pensava che gli impatti climatici avrebbero potuto essere tollerabili se la concentrazione di Co₂ nell'atmosfera fosse rimasta entro le 450 parti per milione (ppm; quindi 450 ppm significano lo 0,045 % delle molecole nell'atmosfera). Gli uomini hanno provocato un aumento della Co₂ dalle 280 ppm del 1750 alle 387 ppm del 2009, che poi sono arrivate alle 392 nel maggio 2010. Oggi, 2017, una rilevazione ufficiale indica un livello di 403, ma numerosi scienziati ritengono che siano state superate le 410 ppm, e soprattutto sottolineano il fatto che non si verificano più delle oscillazioni che scendano al di sotto di questo livello. E ciò significa che qualunque intervento positivo di riduzione delle emissioni dannose non ha finora avuto alcuna influenza sul meccanismo di aumento della concentrazione complessiva. E invece è ormai chiaro che al di sopra delle 350 ppm siamo in una situazione di pericolo o di grave rischio. (Hansen J., 2010)

Lo scioglimento del permafrost

Con questa parola si indica il suolo al di sotto dei ghiacci perenni e delle nevi temporanee, che resta congelato per tutto l'anno. Con il progredire dello scioglimento dei ghiacciai e la riduzione della caduta di neve nei periodi invernali questo strato di terra si sta scongelando in tutta la regione artica, compresa la Groenlandia e la Siberia, in totale circa 16,7 milioni di chilometri quadrati dell'emisfero settentrionale, quasi un quarto delle terre emerse libere dal ghiaccio (Schuur T., 2017). Il suolo si riscalda e i microbi degradano i resti vegetali e animali in esso contenuti per lunghe ere geologiche. Si liberano così anidride carbonica e gas metano che entrano a far parte dell'atmosfera e aumentano l'effetto serra. La regione, nel suo insieme, potrebbe contenere circa 1450 miliardi di tonnellate di carbonio organico, quasi il doppio di quello presente

nell'atmosfera. I dati forniti dai numerosi sensori collocati di recente per valutare l'uscita dei gas fanno pensare che tra il 5 e il 15 per cento di questo carbonio potrebbe fuggire dal terreno in questo secolo. Se fosse il 10 per cento, quindi un valore intermedio, entrerebbero in atmosfera tra i 130 e i 160 miliardi di tonnellate di carbonio, accelerando il riscaldamento globale. C'è una variabile ancora non precisata dai dati raccolti dagli oltre mille sensori del Global Terrestrial Network for Permafrost e studiati dal Permafrost Carbon Network, cioè quanta parte della fuoriuscita è costituita da anidride carbonica e quanta metano. Il dato è della massima importanza perché il metano ha effetti molte decine di volte superiori a quelli dell'anidride carbonica nel generare l'effetto serra. E lo scioglimento anticipato dei ghiacci nella Groenlandia aumenta le preoccupazioni (Kolbert E., 2017).

L'innalzamento del livello dei mari

Numerosi studi, realizzati da meteorologi e glaciologi, in parte già pubblicati e dibattuti, in parte ancora in corso, stanno delineando con i primi risultati un quadro ancora più drammatico della situazione esistente nell'Antartide e nei mari in via di ulteriore riscaldamento. Queste ricerche mettono addirittura in dubbio la completezza dei dati elaborati dall'IPCC (non avrebbero inserito tra i dati a loro disposizione gli effetti dello scioglimento dei ghiacci dell'Antartide). Quindi, mentre alla base dell'Accordo di Parigi ci sono delle previsioni di innalzamento dei mari di uno o due metri entro il 2100, i dati in corso di elaborazione per opera degli scienziati coordinati da Hansen, accennano alla possibilità che la variazione nell'anno finale potrebbe essere compresa tra i sei e i nove metri (Huntingford C. e Mercado L.M., 2016) Poiché già adesso sono state sommerse 22 piccole isole in Indonesia, e nell'Oceania gli abitanti dell'isola di Kiribati stanno ora progettando il loro trasferimento nelle Isole Fiji, è evidente che questo fenomeno dovrà essere oggetto di ulteriori e rapidi studi per avere finalmente un quadro più realistico della situazione attuale e di quella futura.

3. L'ONU e l'Accordo di Parigi (COP 21)

Il 12 dicembre 2015 si è conclusa a Parigi la 21° Conferenza delle Parti e subito è stato un fiorire di commenti che tendevano a sottolineare questo o quell'aspetto dei risultati approvati, diversi a seconda delle posizioni politiche assunte verso questo evento organizzato dall'ONU, oppure secondo le aspettative più o meno deluse di esperti e organismi, istituzionali o di movimento. Alcuni commenti sono decisamente troppo drastici oppure fortemente ideologici, altri si limitano a mantenersi sulla superficie dei problemi affrontati. Pochi sono quelli che dagli intensi lavori svolti dalle 195 delegazioni, rappresentanti di paesi oppure di coordinamenti di paesi o di organizzazioni non governative, hanno saputo trarre delle indicazioni per i comportamenti futuri che si devono adottare verso questa complessa e multiforme iniziativa internazionale.

Alcuni commenti

Tra parentesi, i punti del Testo della Conferenza delle Parti e gli articoli dell'Accordo di Parigi riportati nel suo Annesso, ai quali si riferiscono i commenti.

- a) (Decima premessa della Conferenza e articolo 2 dell'Accordo approvato). Nella prima si riconosce in modo molto preoccupato l'urgente necessità di affrontare la distanza tra gli impegni per ridurre le emissioni indicati dai governi con scadenza 2020 e le tendenze delle emissioni globali, rispetto alla necessità di non superare i 2 gradi centigradi del riscaldamento planetario e anzi di cercare di portarlo al massimo a un grado e mezzo, sempre in relazione ai livelli preindustriali. Nel secondo testo, uguale indicazione ma si aggiunge che "ciò dovrebbe ridurre in modo significativo i rischi e gli effetti del cambiamento climatico". A questi contenuti è stata attribuita una attenzione massima, e giustamente, in quanto stabiliscono in modo inequivocabile la portata del fenomeno globale in atto e degli interventi necessari che i singoli governi devono realizzare. Tuttavia non si può dimenticare che l'IPCC nel suo quinto rapporto (fatto proprio dall'ONU in una recente assemblea), chiedeva che si realizzassero cospicui investimenti per incidere sulla riduzione delle emissioni negli anni 2015-2020, (e quasi tre anni sono già passati), condizione essenziale perché gli ulteriori interventi modificassero realmente il clima. Come si vedrà più avanti, non si prevede di rispettare questa tempistica e quindi il valore dei due testi ne risulta non poco svuotato. Anche la frase dell'articolo 2 che parla di ridurre i rischi e non di eliminazione del fenomeno, rappresenta una dizione forse realistica ma poco incoraggiante. Ancora, l'Accordo, nello stesso articolo, auspica sia che le misure da adottare non minaccino la produzione di alimenti (per paura di veder ridurre il gasolio per i macchinari dell'agricoltura meccanizzata?) e sia che siano garantite sufficienti risorse finanziarie per realizzare gli interventi necessari. Ma nel contempo auspica anche di far scomparire la povertà, obiettivo ovviamente condivisibile ma che potrebbe risultare non immediatamente perseguibile specie nella fase di transizione verso una economia energetica non dannosa per il pianeta.
- b) (Punto 2 della Conferenza e articolo 20 e 21 dell'Accordo). L'accordo era disponibile per le firme e le ratifiche dal 22 aprile 2016 al 21 aprile 2017 e poteva entrare in vigore trenta giorni dopo che almeno 55 Parti della Conferenza, che insieme rappresentino almeno il 55% delle emissioni di gas serra, avevano firmato. Queste scadenze che allungano ulteriormente i tempi sono forse inevitabili a livello della megastruttura dell'ONU, però è molto difficile prevedere una "corsa" alla firma dei maggiori paesi inquinatori, spinti dal desiderio di affrontare il problema del clima, e inoltre le mancate firme al Protocollo di Kyoto, in particolare quella degli Stati Uniti, sono un ricordo non certo cancellato e un evento drammatico che potrebbe ripetersi. Questo rischio è forse uno dei motivi per cui il negoziato ha evitato di suscitare conflitti aperti e prese di posizione governative difficilmente recuperabili nei prossimi mesi.

- c) L'ONU ha messo a disposizione del nuovo accordo i quattro organismi che già lavoravano per la COP (Sussidiary Body for Scientific and Technological Advise, Green Climate Fund, Global Environment Facility, Standing Committee on Finance) ed ha anche deciso di crearne altri (Committee on Capacity Building). Quindi due parti del documento della COP dedicano una parte consistente dei punti trattati al proseguimento e al potenziamento degli interventi di **adattamento e di mitigazione** già decisi a Cancun, che però erano largamente volontari e di fatto non dovevano tenere presenti degli obiettivi vincolanti di riduzione delle emissioni, cioè non venivano valutati in base alla loro capacità di incidere sul riscaldamento globale. In sostanza si continua una fase di transizione, non negativa in linea di principio, ma che non teneva sufficientemente conto di una crisi climatica in fase di accelerazione. Quindi in pratica il documento prevede che questo tipo di intervento continui fino al 2020, affidato alla buona volontà di singoli governi e soltanto con risorse modeste, non in grado di incidere sui principali fenomeni del riscaldamento globale, ma solo di evitare danni incontrollabili e alcuni effetti più gravi. A Parigi, quindi, - non riuscendo a mettere tutti d'accordo su obiettivi vincolanti - si è deciso di avviare un processo meno traumatico: si sono raccolti gli impegni spontaneamente decisi dai singoli governi, e si è scelta la strada di una loro graduale correzione e il limite è stato spostato al 2020, quando è previsto di rimodulare i rispettivi impegni. Ovviamente il problema è che in tal modo non si è tenuto conto delle indicazioni pressanti e duramente realistiche dell'IPCC (l'organismo altamente scientifico dello stesso Onu). Scorrendo i testi ufficiali si può però notare che in realtà si sono anche fatte alcune operazioni che dovranno essere valutate a fondo nei termini più realistici possibili.
- d) L'Onu da un lato ha messo a disposizione dei paesi membri degli organismi tecnici che potrebbero contribuire a far assumere impegni più incisivi i paesi più disponibili e soprattutto quelli non in grado - per scarsa disponibilità di risorse, per gravi problemi sociali, per alto livello di inquinamento industriale, per insufficiente livello tecnologico o per una maggiore esposizione alle prime conseguenze del cambiamento climatico - di affrontare in modo adeguato la crisi ambientale globale. L'ONU ha messo a disposizione del nuovo accordo i quattro organismi che già lavoravano per la COP (Sussidiary Body for Scientific and Technological Advise, Green Climate Fund, Global Environment Facility, Standing Committee on Finance) ed ha anche deciso di crearne altri due (Committee on Capacity Building e Capacity- building Initiative for Transparency). I nomi sono citati più volte nei documenti, ma non è facile capire la loro consistenza funzionale. Potrebbero essere dei piccoli nuclei di funzionari amministrativi, in pratica dei passacarte, solo in grado di alimentare delle procedure burocratiche e l'ONU è stato spesso criticato per motivi di questo genere. In realtà servirebbero degli organismi con tecnici e scienziati di alto livello, in grado di consigliare tutti i governi e di esercitare consistenti spinte sui

processi decisionali nazionali. Questo aspetto dovrà essere molto approfondito prima di dare giudizi definitivi sull'intera vicenda.

- e) L'altro aspetto sul quale attirare l'attenzione riguarda le scadenze dell'insieme delle procedure previste. Impegni, verifiche, controlli e scadenze che – salvo errori e omissioni – sembrano delineare un processo che seppure partito in un rischiosissimo ritardo, potrebbe forse dare dei risultati (anche perché l'intensificarsi e l'aggravarsi degli eventi climatici potrebbe imprimere finalmente dei ritmi ben diversi e ispirati ad una maggiore consapevolezza). In sintesi, si può rilevare la presenza nel testo dell'accordo di molti rapporti annuali, la previsione di molti contributi a livello tecnico-scientifico, provenienti da più organismi interni, il tentativo di richiedere apporti anche da istituzioni esterne all'Onu, mentre le scadenze seppur quinquennali, potrebbero costituire un momento di sintesi e di salto di qualità. I singoli governi dovrebbero quindi essere continuamente stimolati a sottoporre a valutazioni internazionali i loro progressi o ritardi, e le loro strategie sempre aggiornate per il clima. Ovviamente, anche in questo caso, tutto questo complesso meccanismo si può trasformare in un incubo burocratico, fatto di comunicazioni formali o incoerenti, che circolano a vari livelli, senza trasformarsi mai in processi decisionali e attività concrete dei governi, inseriti in un quadro integrato e coerente planetario. I prossimi mesi saranno importanti da questo punto di vista.
- f) Ultimo punto, forse una delle omissioni più importanti, riguarda i finanziamenti. Pochi sono gli accenni, piuttosto vaghi, alle fonti di finanziamento di tutto il processo, che sembrano rimandare alle sedi di bilancio delle Nazioni Unite (Articolo 9 dell'Accordo), mentre i Fondi per l'emergenza climatica dispongono ancora di cifre molto modeste – non superiori ai 3 miliardi di dollari - rispetto a delle prime valutazioni dei fabbisogni, non ancora ufficiali, dell'ordine dei 600 miliardi di dollari ogni anno.

Al termine di queste analisi, ancora parziali e non sufficientemente approfondite, sembra necessario formulare delle considerazioni complessive sull'intero evento, rispetto al quale si erano accumulate molte aspettative, forse eccessive perché non tenevano conto della gravità della situazione politico-economica mondiale, della complessità della crisi climatica e della sostanziale inadeguatezza delle Nazioni Unite come gestore di situazioni così nuove e di difficile comprensione. La divaricazione delle posizioni tra paesi industrializzati e quelli ancora immersi nel cosiddetto sottosviluppo ormai da molti decenni; la difficoltà oggettiva di affrontare in modo unitario processi di transizione destinati quasi sicuramente a prolungarsi nel tempo e che invece richiederebbero interventi urgenti e massicci; il permanere di tanti altri problemi (da un lato, la fame, la povertà, i movimenti migratori forzati; dall'altro tutti gli altri meccanismi di danno ambientale (ricordiamo solo la crisi idrica, la sparizione di tante specie animali, l'inquinamento degli oceani, l'inurbamento eccessivo), per i quali il cambiamento del clima è insieme causa scatenante e fattore di più rapido peggioramento; la debolezza di tanti governi sia al Nord che nei tanti Sud. Tutti questi fattori devono aver indotto le Nazioni Unite ad usare la massima cautela e a cercare

invece di avviare dei processi di portata globale nella speranza di poterli accelerare e moltiplicare nei tempi più brevi possibili. In altre parole, di fronte ad una serie di schieramenti contrapposti su aspetti specifici molto importanti (ad esempio le questioni finanziarie), si è cercato di portare a casa un Trattato firmato da tutti (o da una larghissima maggioranza di paesi) e poi di avviare dei processi sempre più cogenti anche se diluiti nel tempo. C'è solo da sperare che il pianeta rispetti le esigenze politiche di popolazioni poco consapevoli. Le decisioni assunte dal nuovo Presidente degli Stati Uniti sembrano confermare la opportunità di questa prudenza che però contrasta ogni giorno di più con la continua accelerazione dei processi globali in corso.

Sembra anche opportuno evidenziare il fatto che il sistema capitalistico oggi dominante sta ancora cercando – come ha fatto tante volte in passato – di promuovere sia delle trasformazioni per lui indolori, anzi che spesso comportano nuove opportunità di rilancio (ad esempio nel crescente campo della cosiddetta “green economy”, tutte forme mascherate di ricerca del profitto), e sia delle mutazioni che magari spostano i luoghi dove si ottengono risultati positivi, ma che nel loro insieme non incidono sulla natura e le logiche profonde del sistema. La crisi climatica, dobbiamo esserne coscienti, ha assunto dimensioni e caratteristiche tali da richiedere ben altri cambiamenti, di logiche e di meccanismi, e il tentativo di imporre questi cambiamenti (necessari e urgenti) mobilitando tutti i governi, non può che trovare opposizioni a tutti i livelli.

Se questo è vero, un forte senso di realismo dovrebbe portare tutte le organizzazioni di base, isolate o comprese in movimenti più ampi, ad assumersi particolari responsabilità per l'immediato futuro. Tutti coloro che almeno negli ultimi due decenni hanno denunciato il progredire e l'accentuarsi delle crisi planetarie (e, diciamo, vedono oggi confermate e riconosciute ai massimi livelli le loro analisi e previsioni tante volte ignorate o derise) devono da adesso in poi assumersi responsabilmente il ruolo di sollecitatori e critici degli impegni e delle scelte concrete ed efficaci di tutti i governi, oggi finalmente messi di fronte a dei compiti non più trascurabili, pena un aumento delle sofferenze umane e dei costi economici in misura rapidamente insostenibile e con alti livelli di rischio per la biosfera. Il lavoro da svolgere è chiaramente immane, ma decisamente inevitabile. I prossimi mesi devono vedere nuove forme di impegno e di coordinamento, si dovranno immaginare metodi di pressione e di lotta che costringano i governi (e non solo quelli dei governi di appartenenza degli attivisti e delle associazioni) a impegnarsi a fondo e a moltiplicare i loro sforzi senza alcun indugio. Almeno due linee immediate di lavoro emergono dai commenti precedenti: a) gli impegni assunti in ogni documento presentato dai governi devono essere fatti subito oggetto di analisi approfondite e di critiche motivate da parte dei movimenti ambientalisti, senza preoccupazioni formali o autolimitazioni di comodo, perché sono in gioco meccanismi che agiscono in ogni parte della biosfera senza distinzioni di frontiere e di regimi, di livelli di reddito o di collocazioni politiche; b) le iniziative di base che costituiscono le migliori opposizioni a tutti i danni ambientali devono essere fatte conoscere su scala internazionale, imitate e moltiplicate sistematicamente paese per paese, e i vantaggi per le popolazioni degli interventi più corretti ed efficaci devono essere fatti emergere e resi parte dei modelli alternativi di società e di relazioni.

4. Lotta contro il cambiamento climatico: a che punto siamo?

Malgrado le urgenze indicate dall'IPCC, il mega comitato di scienziati dell'ONU, che nel suo quinto rapporto del 2014 aveva chiesto interventi immediati e massicci per ridurre drasticamente le emissioni di Co2, da effettuare tra il 2015 e il 2020, se si voleva veramente che avessero qualche effetto, i tempi finora previsti (circa otto anni a partire dall'entrata in vigore dell'Accordo) non appaiono essere molto realistici. Qualche risposta dovrebbe pervenire dalla COP 23, svoltasi a Bonn durante il mese di novembre 2017, ma su di essa grava l'ipoteca pesantissima delle concrete misure che adotteranno gli Stati Uniti di Trump.

A sminuire ulteriormente l'importanza degli impegni dei paesi maggiori inquinatori concorre anche il fatto che la Cina ha promesso di effettuare le riduzioni solo a partire dal 2030, per poter continuare a perseguire i suoi obiettivi di sviluppo con un apparato produttivo che usa tecnologie fortemente inquinanti. I titoli dei giornali, da "G20 da record" a "Emissione compiuta", e le analisi piuttosto critiche, non sottolineano abbastanza la modestia degli impegni annunciati e i rischi di estendere ulteriormente i ritardi già registrati al momento della lettura del trattato di Parigi. Vi sono poi altri dati da tenere presenti. La Cina, che è al primo posto con il 24% di gas serra emessi, ricava ancora oggi il 70% circa della sua produzione di elettricità da impianti alimentati a carbone. Inoltre non si può dimenticare che due anni fa, dovendo ospitare degli incontri sportivi internazionali a Pechino, era stata costretta a sospendere per due mesi le attività industriali dell'intera regione e aveva dovuto chiudere 18.000 impianti che erano alimentati a carbone, per ridurre la coltre di smog che grava eternamente sulla capitale. Ma ovviamente applicare la stessa politica su scala nazionale è molto, ma molto più difficile, sia in termini di investimenti necessari che di effetti negativi sull'occupazione.

In termini abbastanza diversi si pone la questione del ruolo dell'Unione Europea e dei singoli paesi membri si fronte alle scadenze dell'Accordo di Parigi. Gli europei rappresentano il 12% delle emissioni globali. Alcuni dati possono ulteriormente chiarire il peso relativo dei paesi inquinanti, i numeri tra parentesi indicano i miliardi di tonnellate di emissioni di anidride carbonica: Cina (10,6); Stati Uniti (5,3); India (2,3); Russia (1,8); Giappone (1,3); Germania (0,8); Iran, Corea del Sud e Canada (0,6 ciascuno); Brasile e Arabia Saudita (0,5); Regno Unito e Australia (0,4); Francia e Italia (0,3). Ovviamente i dati relativi alle sole emissioni di Co2 non sono un indicatore sufficiente dei fenomeni di inquinamento, che tra l'altro dovrebbero essere tarati sulla densità demografica e abitativa di ciascun paese.

A livello globale, è da rilevare che il 2016 è stato un anno tra i più caldi di sempre e che nel 2017 i dati relativi ai primi nove mesi evidenziano che si è sempre trattato di livelli elevatissimi di riscaldamento, mai verificatisi nei secoli scorsi.

Le tendenze mensili e stagionali tendono sempre più ad avvicinarsi ai dati medi meteorologici quinquennali (le cifre più serie e attendibili quando si parla di clima globale), mentre si moltiplicano gli eventi estremi, da tempo previsti dagli scienziati, come i periodi di siccità, le alluvioni, gli uragani e i cicloni accompagnati da un numero

crescente di fulmini. Quindi è ormai evidente la possibilità molto concreta che l'obiettivo indicato nell'accordo di Parigi di contenere il riscaldamento entro i 2 gradi centigradi sia forse già irraggiungibile (alcune fonti scientifiche ritengono che questo limite sia già stato superato) e ciò vale a maggior ragione per l'obiettivo di contenimento a 1,5 gradi, che il testo in corso di ratifica riteneva fosse un limite altamente preferibile. In altre parole, concedere alla Cina di ritardare di 15 anni il suo impegno di riduzione delle emissioni, come a qualunque altro paese di allontanare nel tempo le rispettive scadenze del loro contributo al disinquinamento, costituisce un rischio drammatico che l'equilibrio del pianeta non è in grado di sostenere.

Per quanto poi riguarda l'Italia, il silenzio sostanziale che circonda queste tematiche e la pratica assenza di iniziative governative (a parte il piano energetico nazionale messo a punto con molto ritardo), dovrebbero destare delle preoccupazioni molto diffuse e incalzanti, mentre l'attenzione politica si concentra su problemi decisamente lontani da tutto ciò. I prossimi giorni e mesi dovranno vedere una mobilitazione dal basso volta ad ottenere un sostanziale cambiamento di rotta, e che costringa a far emergere l'importanza delle scadenze internazionali e l'urgente necessità di una politica nazionale fortemente incisiva. Possiamo qui ricordare, solo a titolo di esempio l'attività del GIGA, il Gruppo Insegnanti di Geografia Autorganizzati, che ad aprile ha pubblicato una analisi molto informata e accurata sul clima, dal titolo evocativo "Il pianeta che scotta", ma la loro esperienza dovrebbe diventare un modello di azione per un numero crescente di gruppi di base, attenti sia alle tematiche globali che all'aggravarsi delle situazioni locali.

5. Cosa succede oggi: gli anni caldi e gli eventi estremi

La tempesta Harvey ha provocato danni gravissimi in Texas. Nella notte di venerdì la perturbazione si è abbattuta sulla cittadina di Corpus Christi, vicino Houston, e sulla costa dello stato. Decine di edifici sono stati scoperchiati, le piogge torrenziali (fino a 127 centimetri) hanno allagato le strade lasciando 250mila texani senza elettricità e benzina. Migliaia di persone sono state evacuate dalle loro case e gli esperti temono "inondazioni catastrofiche" nei successivi tre giorni di pioggia.

A Houston aeroporti isolati, evacuati anche gli ospedali. Danni compresi tra i 20 e i 40 miliardi di dollari. Intanto a Houston, quarta città degli Usa, dove molte strade si sono trasformate in fiumi, nuovi rischi arrivano dai serbatoi – pensati per contenere le piogge e non far debordare i fiumi – che per la prima volta si sono riempiti al punto da tracimare nonostante il tentativo di aprirli in modo controllato. Nella contea di Brazoria, a sud, uno degli argini dei laghi Columbia è stato sfondato dall'acqua provocando la richiesta di evacuare l'area circostante. Gli sfollati potrebbero arrivare a 30mila. Oltre 9mila sono già nel Convention Center della città, che di regola potrebbe contenerne poco più della metà. "Ma non è il Superdome", ha detto il capo della Fema, riferendosi allo stadio dove i superstiti di Katrina (12 anni fa) rimasero isolati in condizioni

disumane. E proprio New Orleans si prepara ad essere toccata da Harvey, con la tempesta che si sposta verso la zona a est di Houston e la Louisiana. Un altro rischio tenuto sotto vigilanza: gli impianti petroliferi, petrolchimici e chimici abbondano in questa regione, alcuni possono riversare sostanze tossiche nell'acqua o nell'atmosfera. Prima che Harvey si sia ritirato, secondo le stime degli esperti, avrà rovesciato nel solo Texas 25 "trilioni" di galloni di acqua, una quantità che tradotta in sistema metrico darebbe quasi 800 milioni di tonnellate d'acqua o 95 milioni di metri cubi. Nulla di simile è mai accaduto nella storia degli Stati Uniti secondo gli esperti meteo. Il bilancio dei danni economici, del tutto aleatorio, cresce di ora in ora. La popolazione che risiede nelle aree colpite 13 milioni. Secondo stime di Goldman Sachs: l'area colpita vale il 10% dell'economia Usa, si perderà almeno lo 0,2% del Pil. Lungo la costa del Texas e della Louisiana si concentrano il 47% delle raffinerie del paese. Molte hanno dovuto chiudere i rubinetti. Di fatto, oltre 4 milioni di barili al giorno di benzina non arrivano più ai distributori d'America. Praticamente è di colpo sparito un quarto della benzina nazionale. Per rimetterle in funzione ci vuole almeno una settimana, ma nessuno è in grado di prevedere quando le forniture elettriche torneranno regolari e il lavoro potrà riprendere. L'effetto sui prezzi e sui futuri consumi sarà pesante. Non lo si vede ancora alla pompa, ma già sui mercati finanziari: a Wall Street, il "future" sulla benzina, consegna a ottobre, è salito di oltre il 10%, rispetto ai giorni precedenti all'uragano. Anche i pozzi e le piattaforme che estraggono il greggio hanno dovuto fermarsi: la produzione di petrolio è scesa di 1,4 milioni di barili al giorno, l'equivalente del 15% di tutto il greggio americano. Il prezzo, in questo caso però è sceso, ma il paradosso è solo apparente. Di greggio, nei depositi d'America, ce n'è anche fin troppo da anni e la chiusura delle raffinerie della costa texana farà mancare il principale cliente, intasando ancora di più i depositi. C'è, tuttavia, una ulteriore incognita che pesa sulle valutazioni di Harvey. Riguarda ancora il petrolio, ma non le piattaforme offshore del Golfo. Piuttosto, il centro del miracolo energetico americano degli ultimi anni: lo shale. Il Texas, con i due bacini Eagle Ford e Permian, è la regione in cui l'utilizzo massiccio del fracking, la tecnica di frantumazione delle rocce per estrarne petrolio, ha proiettato gli Stati Uniti verso l'indipendenza energetica. Il boom ha meno di dieci anni e nessuno ha chiaro in mente il reticolo di oleodotti, stazioni di pompaggio, terminali petroliferi lungo la costa costruiti in questi anni di espansione frenetica per servire una miriade di pozzi che si moltiplicano e mutano continuamente, perché la vita media di un pozzo da fracking è di due anni. E, dunque, non si può prevedere quale grado di devastazione può avere creato il metro e mezzo di acqua che l'uragano ha scaricato a terra. Non solo. Inesorabilmente legata alla pressione interna del pozzo, l'estrazione via fracking potrebbe essere compromessa da ripetute interruzioni. Solo quando le acque si saranno ritirate si potrà capire lo stato di salute dell'ala più dinamica (e più inquinante) dell'industria petrolifera americana.

Pochi giorni dopo un secondo evento estremo ha colpito i Caraibi e gli Stati Uniti. Dall'800 non si verificavano due eventi così in una stagione. E' cresciuto di intensità rapidamente ed ora sta diventando un uragano da record, tra i più intensi della storia, per la sua violenza. Dalla iniziale categoria tre, in poco tempo la velocità dei venti ha

superato i 250 chilometri orari proiettandolo alla massima categoria 5. Non bastavano i pesanti danni appena portati dall'uragano Harvey in Texas (categoria 4); adesso Irma rischia di abbattersi nel fine settimana sulla Florida con conseguenze ancora peggiori. E le statistiche della Noaa, l'amministrazione americana dell'atmosfera e degli oceani, dicono che dal 1851 mai si erano abbattuti due uragani di queste categorie superiori nella stessa stagione. Intanto sono già almeno due le vittime e altrettanti feriti gravi causati dall'uragano nelle isole di Saint Martin e Saint Barthelemy. Nell'Atlantico, dal 1960 si registrano in media dodici uragani ogni anno, la metà delle quali si rafforzano trasformandosi appunto in cicloni. Irma è già il quarto della stagione (che raggiunge il suo massimo tra agosto e ottobre), in un anno in cui il centro Goddard della Nasa aveva anticipato una previsione variabile fra i sei e i nove eventi. Quindi la previsione è già stata ampiamente superata. Gli scienziati del centro dicono che sia "premature" parlare di aumento anche se le elaborazioni a partire dal 1878 sembrerebbero mostrare una tendenza al cambiamento almeno nell'intensità. L'uragano Sandy nel 2012, ad esempio, pur non di elevata categoria scatenò notevoli disagi a New York e nel New Jersey. Di certo – aggiungono – le stime per il futuro sono preoccupanti e prospettano entro il secolo un aumento del 75% nella frequenza di questi fenomeni più forti nell'area atlantica con categoria 4 e 5 con venti più veloci dell'11 per cento rispetto ad oggi e quindi ben più distruttivi. I climatologi collegano quanto sta accadendo ad un fenomeno di lungo periodo e ancora misterioso che hanno battezzato Atlantic Multidecadal Oscillation di cui si sono accorti negli ultimi 150 anni. Consiste in fasi di riscaldamento e raffreddamento delle acque che durano ciascuna dai venti ai sessanta anni. Adesso siamo nel periodo più caldo iniziato nel 1995 e questo seguiva un ciclo più freddo partito agli inizi degli anni '70. Il riscaldamento misurato è intorno a un grado ma già questo piccolo innalzamento induce l'atmosfera a trattenere il 4 per cento in più di vapore acqueo, causando maggiori precipitazioni. In Florida tutti sperano che Irma non riporti le devastazioni dell'uragano Andrew del 1992 che era stato l'ultimo dei tre uragani del novecento di categoria 5 e aveva provocato danni per 26,5 miliardi e la morte di 65 persone. E molti ricordano i disastri di Katrina a New Orleans nel 2005 ma anche degli uragani meno famosi come Ike nel 2000. Sulle cause delle intensificazioni di questi fenomeni gli scienziati dell'IPCC, il gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico, ribadiscono nel loro rapporto il ruolo giocato dalle attività umane sul quale si può discutere per gli aspetti quantitativi ma non sull'indiscusso contributo.

La grande estinzione. Quante sirene serviranno perché l'allarme sia ascoltato? In uno studio pubblicato il 10 luglio 2017 sui Proceedings of the National Academy of Sciences (Pnas), un gruppo di ricercatori statunitensi e messicani ha evocato la minaccia di uno "sterminio biologico", dopo aver analizzato l'andamento delle popolazioni di 27mila specie di vertebrati terrestri, ovvero la metà dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e degli anfibi conosciuti. La conclusione è che queste specie sono in declino, sia dal punto di vista numerico sia da quello della diffusione geografica (Ceballos G., Ehrlich P.R., Dirzo R., 2017). Non è certo un allarme isolato. Non si contano più gli studi scientifici che testimoniano l'erosione della biodiversità. Il numero di oranghi del Borneo è calato del 25% negli ultimi dieci anni, arrivando a ottantamila esemplari. I

ghepardi sono solo settemila e la loro area di diffusione si è ridotta del 90 per cento. I 35mila leoni africani hanno subito un calo del 43 per cento negli ultimi 25 anni. La sesta estinzione di massa della storia del nostro pianeta è cominciata. Le specie scompaiono a un ritmo che non si vedeva dai tempi dell'estinzione dei dinosauri 66 milioni di anni fa. Le ragioni sono note: la distruzione degli habitat causata da agricoltura, allevamento e sfruttamento del sottosuolo, la caccia e il bracconaggio, l'inquinamento e il cambiamento climatico. Lo studio di Pnas è preoccupante perché non riguarda solo gli animali a rischio di estinzione. Oltre agli orsi bianchi, agli elefanti africani e ai panda, c'è una miriade di specie considerate comuni la cui popolazione sta precipitando. Chi sapeva che negli ultimi dieci anni in Francia è scomparso il 40% dei cardellini? Gli animali che siamo abituati a vedere tutti i giorni rappresentano il 30 per cento delle specie a rischio. Questa estinzione avrà conseguenze catastrofiche per gli ecosistemi, ma anche per l'economia e la società. Gli abitanti degli ambienti naturali svolgono infatti funzioni essenziali: provvedono all'impollinazione, catturano anidride carbonica e migliorano la produttività dei terreni e la qualità dell'aria e dell'acqua. Sappiamo però come limitare l'effetto negativo degli esseri umani sulla biodiversità. I governi, le aziende, e gli abitanti del pianeta devono ripensare le loro modalità di produzione e consumo, oltre che il loro rapporto con il mondo naturale. Porre fine al commercio delle specie in via di estinzione. Aiutare i paesi in via di sviluppo a proteggere la biodiversità. Favorire gli obiettivi a lungo termine rispetto al profitto immediato. Il tempo è limitato: due o tre decenni al massimo, avvertono gli scienziati. Ne va della sopravvivenza della biodiversità e del benessere dell'umanità.

6. Cosa dovrebbero fare i governi: le 25 cose più urgenti

Si tratta di indicazioni se si vuole a carattere provocatorio, ma che possono permettere di valutare nelle loro dimensioni reali gli interventi che tutti i governi dei 195 paesi partecipanti dovrebbero realizzare. Ci è sembrato infatti importante mettere questi elementi di realtà a disposizione di un pubblico più vasto, che si troverà a vivere in un mondo molto più difficile da affrontare di quello attuale, se non riusciremo, nei prossimi pochi mesi o anni, a imprimere una svolta radicale e trasformativa ai meccanismi ambientali che ci sovrastano.

Questa è la lista degli interventi da considerare essenziali per l'Italia, nella speranza che tutti gli altri paesi abbiano formulato interventi significativi ed efficaci e siano ugualmente impegnati nella loro realizzazione nel tempo minimo previsto.

1. Chiudere immediatamente gli impianti energetici e di altra natura alimentati a carbone.
2. Avviare la chiusura delle miniere di carbone esistenti sul territorio nazionale.
3. Individuare i rifornimenti di carbone dall'estero e sottoporli a misure restrittive.

4. Bonificare con urgenza i 44 siti produttivi maggiormente inquinanti.
5. Individuare le industrie con maggiori emissioni di CO₂ e definire un programma di interventi per ridurre drasticamente tali emissioni, anche prevedendo incentivi per le imprese che realizzano subito tali operazioni.
6. Estendere alle imprese con maggiori consumi di energia le misure già previste in alcune regioni per favorire il risparmio energetico, incentivando nel contempo la produzione di impianti e tecnologie innovative a basso consumo energetico e il loro acquisto da parte di tutto il settore industriale e dei servizi.
7. Attribuire la massima priorità agli interventi di rinaturalizzazione sui corsi d'acqua che negli ultimi anni hanno causato i danni maggiori originando esondazioni specie nelle aree urbane.
8. Ampliare in misura consistente le aree protette sul territorio nazionale e quelle marine, garantendo i mezzi per una loro gestione corretta protratta nel tempo, favorendo in particolare il loro adattamento ai cambiamenti climatici.
9. Raggiungere il più presto possibile l'obiettivo netto di "zero deforestazione" e indicando subito gli obiettivi da raggiungere in ogni regione, per estensione e tipo di prodotto, per ridurre al massimo il degrado degli ecosistemi forestali e mantenerli integri nel tempo.
10. Ripristinare gli ecosistemi e i servizi eco-sistemici danneggiati, in particolare le aree un tempo coperte da foreste e boschi, calcolando con precisione il loro apporto al riassorbimento dell'anidride carbonica entro il 2020.
11. Dare la massima priorità al ripristino degli ecosistemi e dei loro servizi essenziali per la sicurezza delle risorse alimentari, idriche ed energetiche, per la resilienza e per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
12. Interrompere la continua frammentazione dei sistemi naturali di acqua dolce, interrompendo la cementificazione dei corsi d'acqua e riducendo l'effetto di sbarramenti e dighe) e garantendo in particolare la ricarica delle falde sotterranee.
13. Ridurre significativamente le immissioni di sostanze nocive e i materiali di scarto nei sistemi di produzione, aumentando l'efficienza dell'intera filiera delle forniture alimentari, massimizzando l'efficienza energetica, idrica e dei materiali, nonché i processi di riciclo, recupero e riutilizzo, e minimizzando le emissioni dei gas ad effetto serra.
14. Ridurre rapidamente il numero degli inceneritori oggi funzionanti e soprattutto evitare di costruirne di nuovi.

15. Gestire in maniera sostenibile le risorse ittiche, eliminando la pesca eccessiva delle flotte commerciali, in particolare la cattura indiscriminata di organismi accidentali (il cosiddetto *bycatch*).

16. Ridurre al minimo le ulteriori conversioni di habitat e la cementificazione dei suoli, verificando rigidamente il rispetto delle destinazioni d'uso, riviste nel senso di un maggiore rispetto dell'ambiente.

17. Ridurre al minimo le dispersioni di acqua, eliminare le captazioni eccessive, applicare rigide misure di sicurezza che migliorino la qualità dell'acqua.

18. Aumentare la percentuale di energie rinnovabili tra le fonti di energia complessiva, fino a raggiungere almeno il 45% entro il 2020, il 60% entro il 2040 e il 100% entro il 2060.

19. Modificare i modelli di consumo energetico, riducendo la domanda di almeno il 20% entro il 2020.

20. Promuovere modelli di consumo alimentare sani, riducendo al minimo lo spreco di cibo da parte di venditori e consumatori e bilanciando l'apporto proteico secondo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

21. Attribuire la massima priorità a tutte le produzioni biologiche e alle coltivazioni con metodi alternativi più rispettosi per l'ambiente (permacultura, biodinamica, bioenergetica, ecc.)

22. Perseguire stili di vita nei nuclei familiari a bassa impronta ambientale e incidere fortemente sui consumi collettivi nelle aree urbane al di sopra di una certa dimensione, adottando nel più breve tempo possibile, e comunque molto prima del 2020, metodi alternativi di produzione e di consumo nelle abitazioni, nella mobilità e nella gestione dei servizi.

23. Assegnare un valore alla natura, facendo rispettare un sistema onnicomprensivo e socialmente accettato per misurare il valore economico e non economico del capitale naturale, integrando tali indicatori in tutte le scelte, le priorità e le urgenze delle politiche economiche e delle imprese ben prima del 2020.

24. Sostenere e incentivare la conservazione dei beni naturali, la gestione delle risorse, e le politiche dell'innovazione, eliminando tutti i sussidi, in particolare quelli che sostengono l'impiego dei combustibili fossili e le pratiche agricole, forestali e di pesca non ecosostenibili.

25. Aumentare al massimo livello e in tempi brevi tutte le forme di partecipazione informata e dal basso alle decisioni in materia di rispetto dei meccanismi biologici e dell'ambiente nel suo complesso, garantendo la diffusione delle conoscenze in tutte le fasce sociali.

Questi dovrebbero essere alcuni dei criteri operativi da applicare:

- a) Per ogni attività o intervento dovranno essere valutate ed esplicitate le capacità di incidere sulle emissioni di gas serra e di modificare i meccanismi di danno ambientale, valutando anche in termini quantitativi i risultati attesi entro il 2020 e in tempi più lunghi.
- b) Per ogni attività o intervento dovranno essere valutati in anticipo tutte le conseguenze e gli effetti che possono produrre in altri settori, territori e meccanismi ambientali.
- c) Saranno inoltre considerate prioritarie le iniziative che contemporaneamente migliorano le condizioni di vita e la salute di un numero consistente di cittadini.
- d) Elemento di priorità sarà anche costituito dalla possibilità di creare un numero significativo di posti di lavoro qualificati con contratti a tempo indeterminato.
- e) Altro fattore da tenere presente è la possibilità di far realizzare le attività previste da imprese cooperative, a statuto ordinario o non profit, che non hanno mai danneggiato l'ambiente e che possono continuare ad operare nel massimo rispetto delle esigenze ambientali del territorio.
- f) Ogni intervento, anche se di piccole dimensioni, deve rappresentare un primo passo di una strategia di azione di breve periodo, che sia cioè parte di una azione integrata che in pochi anni (2 o 3), perverrà ad eliminare un settore o una zona ad alto inquinamento.
- g) Infine, tutti gli interventi selezionati dovranno essere avviati e completati contemporaneamente nei periodi previsti, in modo da superare una soglia di massa critica che permetta la completa eradicazione dei meccanismi di danno ambientale affrontati.

Bibliografia

- Caserini S. 2008. A qualcuno piace caldo, Edizioni Ambiente, Milano.
- Ceballos G., Ehrlich P.R., Dirzo R., 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines, Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 114, no. 30.
- Hansen J., 2010. Tempeste, Edizioni Ambiente, Milano.
- Huntingford C. e Mercado L.M., 2016. High chance that current atmospheric greenhouse concentrations commit to warmings greater than 1.5° C. over land, Scientific Reports.
- Kolbert E., 2017. La Groenlandia si scioglie, Internazionale n.1208, Roma.
- Le Monde, 2017. La grande estinzione, Internazionale n.1213, 14 luglio 2017, Roma.
- Schuur T. 2017. Previsioni sul permafrost, Le Scienze, febbraio 2017, Roma.

Letture consigliate

- Brown L. R., 2010. Piano B, 4.0, Edizioni Ambiente, Milano.
- Bologna G., 2013. Sostenibilità in pillole, Edizioni Ambiente, Milano.
- Worldwatch Institute, 2013. E' ancora possibile la sostenibilità ?, Edizioni Ambiente, Milano.
- Moore Ch., 2013. L'oceano di plastica, Serie Bianca Feltrinelli, Milano.
- Carmineo N., 2014. Come è profondo il mare, Chiarelettere editore, Milano.
- Wilson O. Edward, 2016. Metà della Terra, salvare il futuro della vita, Codice edizioni, Torino.
- Wallace-Wells, 2017. La fine del mondo, Internazionale n. 1224, Roma.