

Gli scienziati hanno stabilito limiti per i nove principali processi ambientali. Se fossero superati, la Terra potrebbe diventare inabitabile. Purtroppo, tre di essi sono già stati oltrepassati

Limiti per un pianeta sano

di Jonathan Foley

Per quasi 10.000 anni, dalla nascita della civiltà e per tutto l'Olocene, il mondo è apparso incredibilmente vasto. Sconfinate foreste e immensi oceani offrivano quantità infinite di risorse. Gli esseri umani potevano inquinare liberamente, ed evitare le conseguenze spostandosi altrove. Ma grazie ai progressi della salute pubblica, alla rivoluzione industriale e, in tempi più recenti, alla rivoluzione verde, la popolazione mondiale è passata dai 500 milioni del 1800 ai quasi 7 miliardi di oggi. Negli ultimi cinquant'anni il numero degli esseri umani è più che raddoppiato, e il nostro sfruttamento delle risorse ha raggiunto livelli incredibili: il consumo globale di cibo e acqua dolce è più che triplicato, e il consumo di combustibili fossili è quadruplicato. L'umanità usa da un terzo a metà di tutta la fotosintesi che avviene sulla Terra.

Questa crescita sfrenata ha trasformato l'inquinamento da un problema locale a un assalto di dimensioni planetarie. L'assottigliamento dello strato di ozono e l'elevata concentrazione di gas serra sono due dei problemi più noti, ma stanno emergendo molti altri effetti negativi. L'improvvisa accelerazione della crescita demografica, del consumo di risorse e dei danni ambientali ha cambiato la Terra. Oggi viviamo in un mondo «pieno», con risorse limitate e ridotta capacità di assorbire gli scarti. Perciò anche le regole per vivere il pianeta sono cambiate. Dobbiamo intervenire in modo da vivere all'interno della «zona di sicurezza» dei nostri sistemi ambientali. Se non rivedremo il nostro modo di agire, provocheremo cambiamenti ambientali catastrofici che potrebbero avere conseguenze disastrose per l'umanità.

Che cosa potrebbe causare questi cambiamen-

ti? E come possiamo evitarli? Recentemente un team internazionale di scienziati – guidato da Johan Rockström dello Stockholm Resilience Center, in Svezia, comprendeva ricercatori europei, statunitensi (tra cui me) e australiani – ha provato a rispondere a questi interrogativi ponendosi una domanda ancora più ampia: ci stiamo avvicinando a una serie di «punti di non ritorno» planetari che modificherebbero l'ambiente in modi mai verificatisi nel corso della storia umana?

Dopo aver esaminato numerosi studi interdisciplinari sui sistemi fisici e biologici, il team ha individuato nove processi ambientali che potrebbero alterare drasticamente le capacità del pianeta di sostenere la vita umana. Per ciascuno di questi processi sono stati stabiliti limiti all'interno dei quali l'umanità può ritenersi al sicuro. Sette di essi hanno valori di soglia molto chiari, definiti in maniera scientifica per mezzo di un numero: cambiamento climatico, perdita di biodiversità, inquinamento da azoto e fosforo (riuniti sotto un'unica voce poiché tendono a verificarsi insieme), riduzione dell'ozono della stratosfera, acidificazione degli oceani, consumo globale di acqua dolce e uso globale del suolo. Gli altri due processi, inquinamento dovuto all'aerosol atmosferico e inquinamento chimico globale, non sono stati studiati a sufficienza per stabilire limiti numerici precisi.

Secondo questa analisi, la Terra ha già oltrepassato i limiti in tre casi: perdita della biodiversità, inquinamento da azoto e cambiamento climatico. Ma anche negli altri processi per cui è stato stabilito un limite numerico la tendenza è inequivocabilmente verso il raggiungimento della soglia. I singoli valori potrebbero avere bisogno di piccoli aggiusta-

menti, e nuovi processi potrebbero venire aggiunti in futuro, ma si tratta comunque di un primo indice dei problemi ambientali più pericolosi e di una base di partenza per pensare a come gestirli.

Il problema dei combustibili fossili

Capire le cause dei problemi ambientali più urgenti ci mette sulla buona strada per risolverli. Per due di essi (cambiamento climatico e acidificazione degli oceani) una causa è fin troppo familiare: l'uso dei combustibili fossili, che liberano anidride carbonica (CO₂) nell'atmosfera.

Cambiamento climatico. La Terra sta già subendo un significativo riscaldamento dovuto all'attività umana, e scienziati e governanti sono alla ricerca di strategie per evitarne le conseguenze più devastanti, come la scomparsa delle calotte polari

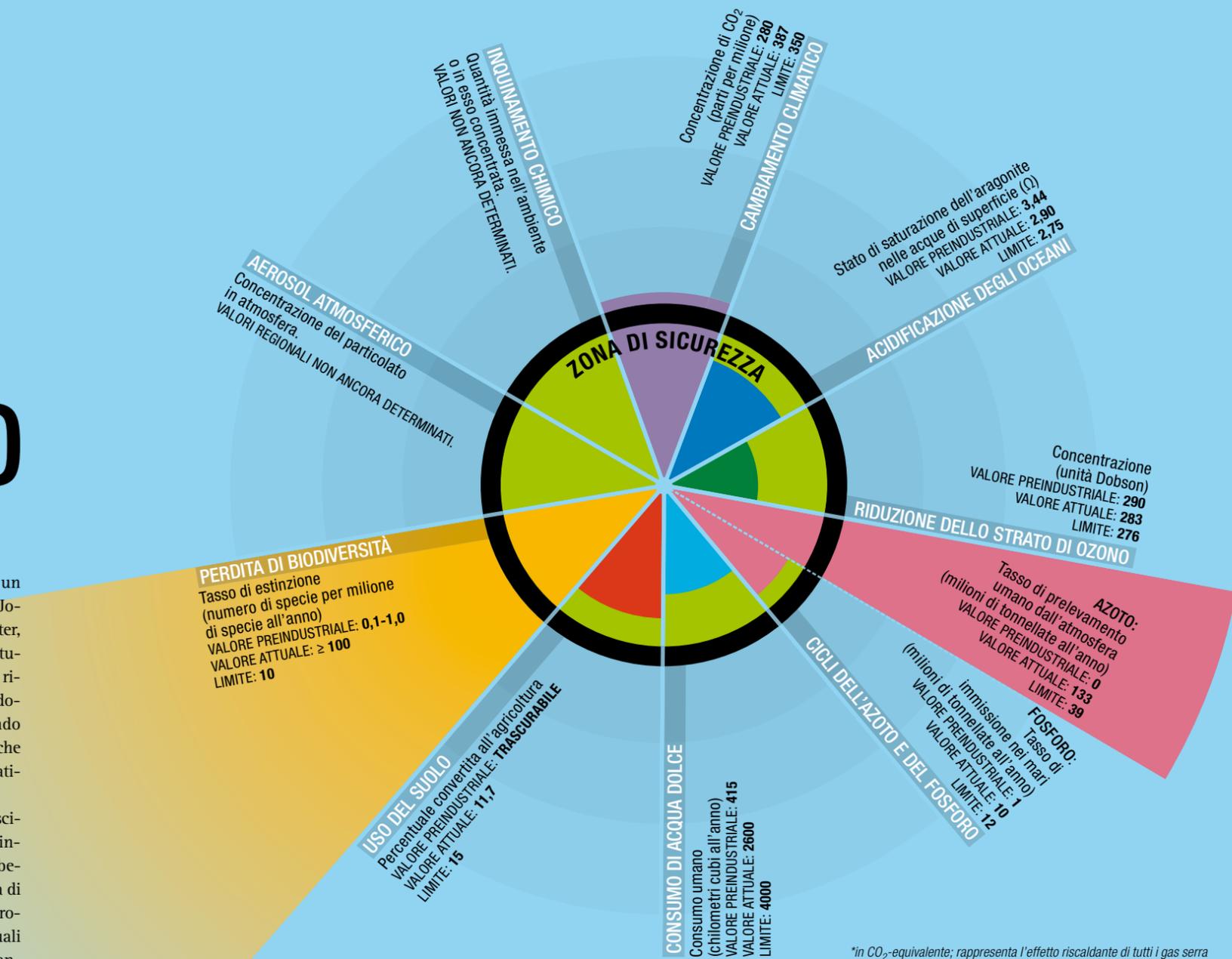
e l'alterazione dei sistemi meteorologici regionali. Già oggi la concentrazione della sola CO₂ è di 387 parti per milione (ppm), e si continua a discutere su quali siano i livelli complessivi di gas serra in grado di causare cambiamenti pericolosi; i valori ipotizzati vanno da a 350 a 550 ppm di CO_{2e} («anidride carbonica equivalente», che esprime la concentrazione di tutti i gas serra combinati). Nella nostra analisi, suggeriamo un prudente obiettivo a lungo termine di 350 ppm per tenere il pianeta lontano dai valori soglia climatici. Per raggiungerlo, bisogna attivarsi subito per stabilizzare le emissioni di gas serra e, nei prossimi decenni, ridurle ben al di sotto dei livelli attuali.

Acidificazione degli oceani. È il parente meno noto del cambiamento climatico. L'aumento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera si accompa-

TUTTI I PRINCIPALI PROCESSI ambientali dovrebbero restare all'interno di certi limiti, in modo da non compromettere la zona di sicurezza entro cui l'umanità è in grado di esistere. Le zone colorate indicano quanto è aumentato un processo rispetto ai livelli preindustriali, fino a raggiungere o superare il valore di soglia. Per la biodiversità, l'azoto e il cambiamento climatico, i limiti sono già stati oltrepassati.

IN SINTESI

- Benché il problema del cambiamento climatico attiri gran parte dell'attenzione del pubblico e dei media, ci sono problemi ambientali più preoccupanti, come la perdita di biodiversità e l'inquinamento da azoto. E altri processi ambientali si stanno avvicinando alla soglia critica.
- Per rendere più sostenibile il pianeta, e la sopravvivenza della specie umana su di esso, è indispensabile passare subito alle fonti di energia a basse emissioni di carbonio, ridurre la deforestazione e rivoluzionare le pratiche agricole.



*in CO₂-equivalente; rappresenta l'effetto riscaldante di tutti i gas serra

Verso il limite

Permettere ai processi ambientali di oltrepassare certi limiti può avere conseguenze molto pericolose. Per evitarle, è necessario agire per mantenere questi processi entro la soglia di sicurezza. (Per maggiori informazioni, si veda *Soluzioni per le sfide ambientali*, a p. 50).

PROCESSO AMBIENTALE	CONSEGUENZE SE SUPERATO	POSSIBILI SOLUZIONI
Perdita di biodiversità	Collasso degli ecosistemi terrestri e marini	Ridurre la deforestazione e lo sviluppo; pagare per i servizi ambientali
Ciclo dell'azoto	Espansione delle zone morte in laghi e mari	Ridurre l'uso di fertilizzanti; trattare i residui animali; passare ai veicoli ibridi
Ciclo del fosforo	Alterazione delle catene alimentari marine	Ridurre l'uso di fertilizzanti; trattare i residui animali; trattare meglio i residui umani
Cambiamento climatico	Scioglimento di ghiacciai e poli; alterazioni climatiche locali	Passare a fonti e combustibili a basso contenuto di carbonio; tassare le emissioni di carbonio
Uso del suolo	Collasso dei biomi	Limitare l'espansione urbana; migliorare l'efficienza agricola; pagare per i servizi ambientali
Acidificazione degli oceani	Morte di microrganismi e coralli; riduzione dell'assorbimento del carbonio	Passare a fonti e combustibili a basso contenuto di carbonio; ridurre il dilavamento dei fertilizzanti
Consumo di acqua dolce	Danni a vegetazione e colture	Migliorare l'efficienza dell'irrigazione; installare sistemi a flusso ridotto
Riduzione dell'ozono della stratosfera	Danni da radiazioni su umani, animali e piante	Eliminare gli idroclorofluorocarburi; testare gli effetti di nuovi composti chimici

gna a un aumento di CO₂ che si dissolve in mare sotto forma di acido carbonico, rendendo più acide le acque superficiali. Con un pH 8,2, gli oceani sono naturalmente basici, ma i dati indicano che il valore è già sceso a quasi 8,0 e continua a diminuire. L'indicatore da noi scelto per quantificare il danno prodotto da questo cambiamento è il livello dell'aragonite, un minerale simile al carbonato di calcio, negli strati d'acqua più superficiali. Molti organismi, dai coralli a molte specie di fitoplancton, dipendono dall'aragonite per formare il proprio scheletro o conchiglia. Un aumento dell'acidità può indebolire gravemente gli ecosistemi marini e le catene alimentari: un'altra ragione per ridurre il consumo di combustibili fossili.

Cibo poco sostenibile

Benché l'umanità sfrutti già il 35 per cento delle terre emerse per l'agricoltura e l'allevamento, la prima causa di deforestazione è la creazione di nuove coltivazioni. Diversi limiti planetari sono a rischio di essere superati a causa dell'uso che facciamo del suolo.

Perdita di biodiversità. Lo sviluppo umano sta causando una delle più grandi estinzioni della storia. Il tasso di scomparsa delle specie è da 100 a 1000 volte più alto rispetto ai tassi naturali osservati nei reperti geologici. L'estinzione riguarda sia gli ecosistemi terrestri sia quelli marini, e potrebbe alterare i processi ecologici su scala regionale e globale. Serve maggiore impegno nella conservazione della biodiversità, soprattutto nelle foreste tropicali. Iniziative come il programma REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest

Degradation) dell'ONU, che sviluppa finanziamenti per rallentare l'abbattimento delle foreste tropicali, permettono di affrontare contemporaneamente la perdita di biodiversità e le emissioni di carbonio, e potrebbero risultare molto efficaci.

Inquinamento da azoto e fosforo. La diffusione dei fertilizzanti industriali ha sconvolto la chimica del pianeta, raddoppiando i flussi di fosforo e azoto negli ecosistemi, fino a livelli di circa 121 milioni di tonnellate di azoto e 9 milioni di tonnellate di fosforo all'anno. Entrambe le sostanze stanno causando un diffuso inquinamento idrogeologico, degradando numerosi laghi e fiumi e sconvolgendo le aree costiere marine in cui sono sorte vaste «zone morte» con bassi livelli di ossigeno. Servono nuove pratiche agricole che incrementino la produzione senza danneggiare l'ambiente.

Esaurimento dell'acqua dolce. Ogni anno preleviamo 2600 chilometri cubi di acqua dolce da fiumi, laghi e falde acquifere per irrigazione (70 per cento), industria (20 per cento) e usi domestici (10 per cento). Per questo la portata di molti grandi fiumi è ridotta, e alcuni si stanno addirittura prosciugando. La futura domanda di acqua dolce potrebbe essere enorme, perciò è necessario migliorare drasticamente l'efficienza del suo uso.

L'articolo pubblicato pochi mesi fa su «Nature» dal nostro gruppo ha stimolato un vivace dibattito scientifico. Il lavoro è stato accolto piuttosto positivamente e per ciò che è: un esperimento mentale che cerca di definire dei limiti da non superare nello sfruttamento dell'ambiente. Qualcuno ha criticato il fatto stesso di voler porre dei limiti, mentre altri sono in disaccordo sui numeri.

Cortesia Joe Treleven (Foley)



L'obiezione forse più importante, tuttavia, riguarda il rischio che, fissando dei limiti, si possa pensare che la distruzione dell'ambiente sia accettabile finché rimane entro quei valori. Non è questo che volevamo dire. Non bisogna aspettare di arrivare al limite prima di reagire. Teniamo conto che già passando da un terzo del valore limite a due terzi si produrrebbero danni importanti. Chiediamo perciò alle persone di essere sufficientemente intelligenti e altruiste (nei confronti delle generazioni future) da non rendere la situazione peggiore di quanto già non sia. È importante rimanere il più lontano possibile dai limiti, perché ognuno di essi rischia di trasformarsi in una crisi ambientale.

La maggior parte delle critiche che abbiamo ricevuto è stata intelligente, e molte di esse erano in realtà già state previste. Sapevamo che il concetto di limite avrebbe richiesto studi più approfonditi, soprattutto per quanto riguarda le cifre, sulle quali stiamo infatti continuando a lavorare. Ritenevamo però che il concetto di base fosse interessante, e che avrebbe aiutato a formare un'opinione collettiva sui limiti ambientali dell'esistenza umana. Speravamo inoltre che i risultati avrebbero avviato una discussione all'interno della comunità scientifica, cosa che sembra essere avvenuta.

Possibili soluzioni

Se si vuole risolvere i problemi economici, sociali e ambientali legati alla sostenibilità globale, bisogna necessariamente rispettare una serie di limiti nel nostro rapporto con il pianeta. Alcune questioni hanno iniziato a essere affrontate, ma

LE ENORMI FIORITURE DI ALGHE (vortici verdi in basso) che caratterizzano il Mar Nero sono provocate dal dilavamento delle sostanze usate in agricoltura, che vengono trasportate dal Danubio (in basso nella foto) e minacciano gli ecosistemi acquatici. Si tratta di un esempio dell'interconnessione esistente tra i vari processi ambientali, in questo caso l'uso del suolo e la biodiversità.

↳ Letture

A safe operating space for humanity. Rockström J. e altri, in «Nature», Vol. 461, pp. 472-475, 24 settembre 2009.

Commentaries: planetary boundaries. In «Nature Reports Climate Change», Vol. 3, pp. 112-119, ottobre 2009. http://blogs.nature.com/climatefeedback/2009/09/planetary_boundaries.html.

Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Rockström J. e altri, in «Ecology and Society», Vol. 14, n. 2, articolo 32, 2009. www.stockholmresilience.org/planetary-boundaries.

in modo frammentario, considerando indipendentemente ciascun limite, mentre sono fortemente interconnessi. Quando si oltrepassa una soglia aumenta la pressione sulle altre, e il rischio di produrre un altro sfioramento è maggiore. Per esempio, se il limite per il cambiamento climatico venisse superato, probabilmente aumenterebbe il tasso di estinzione. Ancora, l'inquinamento da fosforo e azoto può compromettere la resilienza degli ecosistemi acquatici, accelerando enormemente la perdita di biodiversità. Se cercheremo di risolvere un problema alla volta probabilmente falliremo.

In un periodo così critico, gli scienziati non possono limitarsi a definire i problemi, ma devono anche iniziare a proporre soluzioni. Queste sono alcune delle nostre idee:

- Passare a un sistema energetico efficiente e a basso consumo di combustibili fossili. Il cambiamento climatico e l'acidificazione degli oceani impongono di stabilizzare le concentrazioni di CO₂ il prima possibile, preferibilmente al di sotto delle 350 ppm. Questa transizione richiederà miglioramenti nell'efficienza energetica e un rapido sviluppo delle fonti di energia a basse emissioni.
- Ridurre drasticamente la deforestazione e il degrado del suolo, soprattutto nelle foreste tropicali. Molti dei limiti planetari, soprattutto quelli per la biodiversità, rischiano di essere compromessi dall'espansione continua degli insediamenti umani.
- Investire in pratiche agricole rivoluzionarie. Diversi valori di soglia, tra cui quelli dell'inquinamento delle acque e del consumo di acqua dolce, dipendono dai nostri sistemi agricoli. Nuovi approcci sono possibili, con nuove varietà vegetali e tecniche agricole di precisione, oltre che con un uso più efficiente dell'acqua e dei fertilizzanti.

Non ci sono sistemi semplici per rendere il futuro più sostenibile. Con l'esperienza svilupperemo nuovi principi da applicare all'economia, alla politica e alla società, sempre però consapevoli che la nostra comprensione dei processi ambientali e umani è limitata. Grazie ai risultati raggiunti e alle innovazioni disponibili saremo in grado di reagire ai mutamenti ambientali e alle nuove necessità della società, migliorando la resilienza dei sistemi naturali e umani in modo da renderli più robusti e meno vulnerabili agli shock che molto probabilmente si verificheranno. Fino ad allora, però, dovremo fare del nostro meglio per adattarci a vivere entro i limiti di un pianeta sempre più stretto. ■

L'AUTORE



JONATHAN FOLEY è direttore dell'Institute of Environment dell'Università del Minnesota. Dopo una formazione come scienziato dell'atmosfera, oggi lavora principalmente alla connessione esistente tra l'uso del suolo, l'agricoltura e l'ambiente globale.