

La nostra “impronta” sulla Terra

di Gianfranco Bologna

Introduzione alla quarta edizione del volume di Mathis Wackernagel e William Rees “L'impronta ecologica” Edizioni Ambiente, 2008

La relazione specie umana – sistemi naturali

Dalla metà di questo secolo la conoscenza scientifica ha ampiamente affinato la capacità di comprensione degli effetti della pressione umana sui sistemi naturali della Terra. Le sempre più avanzate ricerche sui meccanismi di funzionamento delle grandi “sfere” che interagiscono sul nostro pianeta (l’atmosfera – la sfera dell’aria -, l’idrosfera – la sfera dell’acqua -, la litosfera – la sfera del suolo - e la biosfera – la sfera della vita -) ci stanno ormai fornendo un quadro articolato ed approfondito di come operano e si evolvono queste complesse “sfere”, di come interagiscono tra loro e di come agisce il nostro operato sul loro funzionamento. Siamo sempre più in grado di analizzare e verificare quanto il nostro intervento modifichi, trasformi o alteri la naturale variabilità delle sfere del nostro pianeta. Oggi la comunità scientifica ha ben chiara la consapevolezza di quanto l’andamento della continua crescita, materiale e quantitativa dei nostri sistemi socio-economici, del consumo e della trasformazione di ambienti naturali e delle risorse e della produzione di rifiuti che essi provocano non è più sostenibile da parte dei sistemi naturali e che è necessario cambiare rapidamente “rotta” per imboccare percorsi che conducano alla sostenibilità del nostro agire su questo pianeta.

Tanti importanti studiosi hanno contribuito a sollevare tale consapevolezza già nell’Ottocento, sulla base delle osservazioni, delle analisi e di importanti ricerche sul nostro ruolo nella natura. Basti citare, tra i tanti, il geografo e diplomatico George Perkins Marsh (1801 – 1882) con il suo splendido volume “L’uomo e la natura” (Marsh, 1864).

Intorno alla metà del secolo scorso l’avanzamento delle ricerche su questi aspetti ci ha condotto ad una consapevolezza sempre più matura.

Un vero e proprio simbolo di questa affinata registrazione della straordinaria dimensione planetaria della crisi della nostra relazione con i sistemi naturali resta il lavoro scientifico che nel 1957, due grandi scienziati, lo statunitense Roger Revelle (1909 – 1991), oceanografo e precursore delle scienze del Sistema Terra e l’austriaco Hans Suess (1909 – 1993), geologo e paleontologo, scrissero in merito allo scambio di anidride carbonica tra atmosfera ed oceano e alla questione dell’incremento dell’anidride carbonica nella composizione chimica dell’atmosfera sulla prestigiosa rivista “*Tellus*”.

La consapevolezza di un intervento pervasivo e globale dovuto alla pressione umana sui grandi cicli della natura diventava sempre più scientificamente evidente agli occhi dei

due grandi scienziati che proprio in questo lavoro scrissero una frase rimasta famosa :
“Così gli esseri umani stanno compiendo un esperimento di geofisica su larga scala, di un tipo del quale non avrebbe mai potuto effettuarsi in passato.”

Proprio due anni prima, nel 1955, una grande conferenza internazionale a Princeton vide grandi scienziati e studiosi di scienze sociali interrogarsi sul ruolo della specie umana nella modificazione della faccia della Terra. Le relazioni e le discussioni presentate in quella sede furono pubblicate in un compendio di 1.200 pagine (Thomas, 1956) che documentano il primo panel interdisciplinare di scienziati che si sono interrogati sui problemi ambientali provocati dallo sviluppo umano.

Negli anni Ottanta del secolo scorso si sono andati strutturando autorevolissimi programmi internazionali di ricerca dedicati proprio all'analisi del cosiddetto *Global Environmental Change* (GEC), il cambiamento globale; cioè lo studio della variabilità naturale che causa i cambiamenti nei sistemi naturali e l'analisi del ruolo che il nostro intervento ha su di essi (la possibilità quindi di discernere la variabilità indotta dall'intervento umano rispetto a quella naturale).

Oggi i grandi programmi di ricerca internazionali, patrocinati dalla più grande organizzazione scientifica planetaria, *l'International Council for Science* (ICSU) e cioè *l'International Geosphere Biosphere Programme* (IGBP), *l'Human Dimensions of Global Environmental Change* (IHDP), il *World Climate Research Programme* (WCRP) e *l'International Programme on Biodiversity Science* (definito *Diversitas*), sono riuniti, dal 2001, in una straordinaria *Earth System Science Partnership* (ESSP), che cerca di coordinare al meglio le ricerche dei migliori scienziati del mondo che si dedicano alle scienze del Sistema Terra e che, da tempo, utilizzano i dati derivanti dai satelliti da telerilevamento, con i loro sensori sempre più raffinati.

Anche nel campo della sistematizzazione dei dati da satellite esiste infatti una grande partnership internazionale, definita GEOSS (*Global Earth Observation System of Systems*). Per approfondire tutte queste tematiche fondamentali per il nostro futuro è utilissimo vedere i siti dell'*Earth System Science Partnership* (<http://www.essp.org>) , quello del rapporto del *Millennium Ecosystem Assessment* (<http://www.maweb.org>) , quello del *Global Earth Observation System of Systems* (<http://earthobservations.org>)

L'Antropocene

La comunità scientifica internazionale condivide ormai la proposta del premio Nobel per la chimica, Paul Crutzen, e dello studioso Eugene Stoermer, di definire il brevissimo periodo geologico che stiamo attraversando che va dalla Rivoluzione Industriale ad oggi, Antropocene, proprio per caratterizzare il pervasivo ruolo dell'intervento umano di pressione continua e crescente nei confronti dei sistemi naturali (Crutzen e Stoermer, 2000, Crutzen, 2005, Steffen, Crutzen e McNeill, 2007).

Scriva Paul Crutzen :” A segnare l'inizio dell'Antropocene sono state la rivoluzione industriale e le sue macchine, che hanno reso molto più agevole lo sfruttamento delle risorse ambientali. Se dovessi indicare una data simbolica, direi il 1784, l'anno in cui l'ingegnere scozzese James Watt inventò il motore a vapore. L'anno esatto importa

poco, purchè si sia consapevoli del fatto che, alla fine del XVIII secolo, abbiamo cominciato a condizionare gli equilibri complessivi del pianeta. Pertanto propongo di far coincidere l'inizio della nuova epoca con i primi anni dell'Ottocento." (Crutzen, 2005).

Il pianeta, come ci ricordano gli scienziati dell'*Earth System Science Partnership*, è ormai dominato dalle attività umane che interagiscono con il Sistema Terra in maniera multipla, complessa e in una dimensione globale toccando, direttamente e indirettamente tutti i sistemi naturali, dagli ambienti terrestri e costieri, all'atmosfera, agli oceani, ai mari ecc.

L'ampiezza e la scala globale del nostro intervento è senza precedenti nella storia dell'umanità stessa e, probabilmente, della storia della Terra.

Gli elementi fondamentali che conducono a farci supporre che siamo ormai nell'Antropocene sono ormai ben chiari a tutti (vedasi, in proposito, nella sterminata letteratura scientifica in merito, Steffen et al., 2002, Steffen et al., 2004, Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

1. negli ultimi 150 anni l'umanità ha esaurito oltre il 40% delle riserve conosciute di petrolio che sono state generate in parecchie centinaia di milioni di anni;
2. oltre il 50% della superficie delle terre emerse dell'intero pianeta è stata trasformata direttamente dall'azione umana con conseguenze significative per la biodiversità, i cicli dei nutrienti, la struttura e la biologia del suolo, il sistema climatico ecc. Gli studiosi che hanno analizzato la nostra impronta umana (*Human Footprint*) cioè la trasformazione fisica subita dal nostro pianeta a causa del suo intervento ci documentano che abbiamo trasformato l'83% della superficie delle terre emerse (Sanderson et al., 2002)
3. fissiamo sinteticamente più azoto grazie ai fertilizzanti artificiali ed attraverso la combustione dei combustibili fossili di quello fissato naturalmente negli ecosistemi terrestri,
4. ci appropriamo, per i nostri scopi, di più della metà di tutte le acque dolci accessibili e disponibili e le risorse di acqua sotterranee presenti sul nostro pianeta si stanno rapidamente esaurendo in molte aree,
5. oltre alla profonda modificazione del ciclo del carbonio, dovuto all'immissione di carbonio in atmosfera a causa della combustione dei combustibili fossili e degli incendi delle foreste, stiamo incrementando nella composizione chimica dell'atmosfera stessa importanti gas che incrementano l'effetto serra naturale,
6. alteriamo drammaticamente gli ambienti costieri e marini; oltre il 40% degli ecosistemi marini presenta un impatto umano classificabile da elevato a molto elevato (Halpern et al., 2008), mentre il 50% degli ambienti di mangrovie è stato distrutto e le zone umide sono state eliminate per oltre la metà,
7. circa il 22% delle zone di pesca sono sovrasfruttate o profondamente alterate e oltre il 44% sono al limite del loro sfruttamento,
8. i tassi di estinzione delle specie viventi stanno rapidamente incrementando sia negli ecosistemi terrestri che marini in tutto il mondo e la comunità scientifica

ritiene che siano nel pieno di una estinzione di massa dovuta all'azione di una singola specie, quella umana.

In questa situazione è del tutto evidente che non si può minimamente pensare di procedere come se nulla fosse, continuando a perseguire modalità di sviluppo socio-economico delle nostre società che continuano inesorabilmente a perseguire una crescita materiale e quantitativa in un pianeta dai limiti biofisici ormai ben chiari.

Metabolismi naturali e metabolismi sociali

Il concetto di impronta ecologica (*Ecological Footprint*), elaborato e gradualmente affinato dall'ecologo William Rees con la collaborazione di Mathis Wackernagel, aiuta tutti a comprendere meglio quale sia il nostro "peso" sul pianeta ed esercita una straordinaria azione educativa e maieutica per stimolare, nel concreto, modificazioni nei nostri comportamenti quotidiani (di abitanti dei paesi ricchi e industrializzati) basati sulle nostre abitudini consumiste e sulle pratiche "usa e getta" (Rees, 1992, 1996, Rees e Wackernagel, 1994, 1996).

Mathis Wackernagel è ormai diventato il personaggio più rappresentativo del metodo dell'impronta ecologica essendo anche il fondatore e direttore del Global Footprint Network (<http://www.globalfootprint.org>), la struttura internazionale che riunisce tutti gli studiosi e le organizzazioni che stanno alacremenente lavorando per il miglioramento scientifico delle basi del metodo di calcolo dell'impronta, per la standardizzazione dello stesso e per la diffusione del concetto e del metodo stesso a tutti i pubblici.

Nel 1993, grazie all'amico Wolfgang Sachs, il grande esperto di nuovi modelli di società del Wuppertal Institut per il Clima, l'Ambiente l'Energia, ricevetti uno dei primi rapporti di Mathis Wackernagel curato per la British Columbia University canadese, dove lavorava con l'ecologo William Rees, dal titolo "*How Big is Our Ecological Footprint*" che trovai estremamente interessante. Agli inizi del 1996 il caro amico Norman Myers, uno dei maggiori esperti internazionali di ambiente e sostenibilità, mi inviò una copia di questo affascinante volume (ora in quarta ristampa) che costituisce la sintesi di anni di lavoro e di intuizioni di Rees e Wackernagel oltre ad essere una deliziosa introduzione, per il grande pubblico, dei concetti di base della sostenibilità. Ritenni quindi un obiettivo prioritario la pubblicazione in italiano del libro ed Edizioni Ambiente si fece carico di questo compito mentre, contestualmente, commissionai a Wackernagel, come WWF Italia, il primo calcolo dell'impronta ecologica dell'Italia.

Il volume fu pubblicato ai primi di ottobre del 1996, proprio quando il WWF Italia realizzò una grande Convention a Roma sul 2000 per il lancio della campagna mondiale per un pianeta vivente ed in quella occasione invitai Wackernagel a presentare al pubblico e ai media il concetto dell'impronta ecologica ed il primo calcolo per il nostro paese.

Da allora l'Impronta Ecologica e la sua applicazione, come indicatore integrato di sostenibilità, hanno avuto uno sviluppo straordinario ed un'ampissima diffusione in tutto il mondo, in particolare da quando il WWF ha ufficialmente adottato questo metodo nella

sua ben nota pubblicazione biennale “Living Planet Report”. Proprio nel 2008 è uscito l’ultimo rapporto Living Planet con tutti i calcoli aggiornati sul quale tornerò dopo. Questo libro di Mathis Wackernagel e William Rees, pubblicato originariamente nel 1996, resta quindi veramente un “classico”.

Oggi il dibattito più avanzato in merito, cui ha contribuito anche il dibattito sull’Impronta Ecologica, sta facendo maturare una vera e propria “*Sustainability Science*”, una scienza della sostenibilità. Non si tratta di un’autonoma disciplina scientifica con chiare componenti concettuali e teoriche, ma di una vera e propria convergenza transdisciplinare di riflessioni e ricerche derivanti da discipline diverse che cercano di analizzare le interazioni dinamiche esistenti tra i sistemi naturali e quelli sociali e di esplorare i modi migliori per gestirle e progettare quindi un futuro meno insostenibile dell’attuale (si veda Bologna, 2008, ICSU, 2002 e AA.VV, 2003).

Da tempo uno degli scopi principali dell’ecologia è proprio quello di analizzare il flusso di energia e di materia attraverso gli organismi e il loro ambiente, tema che ha visto nei due grandi ecologi, i fratelli Eugene e Howard Odum (purtroppo entrambi scomparsi nel 2002) due grandi maestri. Questo ambito di ricerche si è ormai esteso al flusso di energia e di materia che attraversa i sistemi artificiali creati dalla nostra specie e cioè i sistemi tecnologici, industriali, economici ecc. (per una breve storia di queste ricerche si veda, ad esempio, Fischer-Kowalski, 2003).

Infatti il focus dello sviluppo sostenibile viene sempre più concentrato sull’intero “metabolismo” dei sistemi sociali rispetto a quelli naturali. Per intervenire efficacemente nel modificare gli attuali modelli di sviluppo e i conseguenti pattern di produzione e consumo, rendendoli più sostenibili, è quindi necessario comprendere a fondo la dimensione biofisica dei nostri sistemi socio-economici.

Oggetto di grande interesse è perciò il flusso di materia ed energia che preleviamo dai sistemi naturali, trasformiamo e utilizziamo (tra l’altro mobilizzando materia prima in prodotti, manufatti, infrastrutture) e dal quale produciamo scarti e rifiuti (moltissimi dei quali non “metabolizzabili” dai sistemi naturali).

Una grande quantità di ricerche sono state così stimulate nell’ambito di quel campo di indagine che è stato definito “metabolismo industriale” oppure, in maniera più ampia, “metabolismo della società”. Esistono varie discipline che operano su questo fronte affascinante, l’ecologia industriale e l’economia ecologica (vedasi in proposito i siti delle due grandi organizzazioni scientifiche di queste discipline, l’International Society for Industrial Ecology <http://www.is4ie.org> e l’International Society for Ecological Economics <http://www.ecoeco.org>).

Le società umane sono strettamente interrelate al loro ambiente biofisico dal quale estraggono risorse naturali e dove dispongono i loro rifiuti. Il flusso di energia e materie prime che attraversa le nostre società costituisce il metabolismo sociale. Un prerequisito per avviare percorsi di sostenibilità dei nostri sistemi sociali è costituito dalla riduzione del flusso del metabolismo sociale. Oggi le ricerche degli ultimi anni ci offrono una notevole quantità di dati per comprendere meglio le dimensioni di questo flusso.

Nell’ambito di un vasto progetto di ricerche realizzato in sede Unione Europea e definito MOSUS (*Modelling opportunities and limits for restructuring Europe towards sustainability*) si è provveduto a realizzare il primo assessment mondiale

dell'utilizzazione delle risorse da parte dei nostri sistemi socio-economici. I dati dell'estrazione delle risorse riguardanti 270 tipologie di risorse, sono stati compilati per 188 paesi con delle serie, ad oggi, di 26 anni, dal 1980 al 2005 e sono disponibili sul sito, curato soprattutto dal *Sustainable Europe Research Institute* (SERI)

<http://www.materialflows.net> (vedasi anche Giljum et al., 2007).

L'estrazione globale dagli ecosistemi del pianeta, risulta cresciuta, secondo queste ricerche, dai 40 miliardi di tonnellate del 1980 ai 58 miliardi di tonnellate nel 2005. Un'analisi del database rivela che, oggi, il consumo globale di risorse naturali si aggira intorno ai 60 miliardi di tonnellate l'anno.

Rispetto al 1980, oggi si richiede circa il 25% in meno di risorse naturali per produrre un'unità di valore economico ma, questo guadagno in efficienza, è stato sorpassato dal fatto che dal 1980 al 2005 la crescita dell'economia globale è stata superiore dell'82%. Disaggregando i dati di estrazione a secondo delle diverse regioni del mondo possiamo notare le conseguenze della rapida industrializzazione in paesi come la Cina e l'India. La quota dell'Asia nell'estrazione globale di risorse è cresciuta costantemente, specialmente dai primi anni Novanta in poi. Dal 1985 al 2005, per esempio, l'estrazione dei combustibili fossili in Cina è triplicata. L'estrazione delle risorse dell'Europa è cresciuta di un solo 3% ma le ricerche hanno dimostrato che le materie prime utilizzate nel vecchio continente sono state progressivamente sostituite dall'importazione proveniente dalle altre regioni del pianeta. L'America latina, ad esempio, si è specializzata nell'esportazione di prodotti ad alta intensità di risorse, come i metalli o le biomasse per la produzione di biofuels. Nel 2005 il Cile ha estratto cinque volte più rame del 1980, il Brasile tre volte più zucchero di canna, la materia grezza per la produzione di etanolo. Si prevede che il flusso di risorse, se i livelli di consumo continueranno a crescere e se non avranno luogo interventi politici seri per far declinare questo trend, raggiungerà nel 2020, 80 miliardi di tonnellate.

L'equazione $I = P \times A \times T$

Da diversi decenni si è cercato di individuare metodi per calcolare il nostro impatto, la nostra pressione sui sistemi naturali per comprendere sino a quanto questo si scosti dalle nostre capacità di carico rispetto agli ecosistemi che ci supportano.

Normalmente la capacità di carico per qualsiasi specie vivente viene definita come la quantità massima di individui di quella specie che un determinato ambiente naturale può supportare e sopportare, fornendo risorse, cibo, possibilità di territorio e riproduzione ecc. Gli ecologi sono oggi in grado di valutare le capacità di carico di diversi ambienti relativamente ad alcune specie. Farlo per la specie umana che, con la tecnologia ed il commercio, sembra capace di "allontanare" sempre di più i limiti imposti dalla natura, è francamente difficile.

La domanda che affascina moltissimi studiosi, fondamentale per il nostro immediato futuro, e che certamente costituisce un aspetto relevantissimo di come riuscire a concretizzare politiche di minore insostenibilità del nostro modello di sviluppo sociale ed economico, è stata sintetizzata da Anne Ehrlich della Stanford University, durante la cosiddetta "*Cassandra Conference*", tenutasi nel 1985 all'Università di

Austin nel Texas: “Quanti esseri umani possono essere sopportati dalla Terra? Si tratta di una domanda a cui non è facile rispondere e non solo per le grandi incertezze riguardanti lo stato delle risorse di base o i possibili mutamenti nelle tecnologie che potrebbero permettere a un numero superiore di abitanti di essere sopportati nel futuro. Le domande importanti alle quali dobbiamo dare una risposta sono: per quanto tempo la popolazione può essere supportata? A quale livello di vita? Usando quali tecnologie? Sotto quale tipo di organizzazione politica ed economica?”.

In un famoso lavoro apparso nel 1971 sulla prestigiosa rivista “*Science*”, il noto ecologo Paul Ehrlich e il noto esperto di energia John Holdren proposero una prima riflessione che conduceva all’individuazione di un’equazione che potesse esprimere l’impatto della specie umana sui sistemi naturali (Ehrlich e Holdren, 1971).

Con alcune rivisitazioni, l’equazione prese poi la forma di $I = P \times A \times T$.

I coniugi Ehrlich, Paul ed Anne, così spiegano l’equazione: “L’impatto di qualsiasi gruppo umano sull’ambiente può essere utilmente descritto come il prodotto di tre fattori. Il primo è il numero di individui (popolazione). Il secondo è una misura del consumo medio di risorsa per persona (che è anche un indice di affluenza affluence). Infine, il prodotto di questi due fattori – la popolazione e il consumo pro-capite – è moltiplicato per un indice della dannosità ambientale delle tecnologie che forniscono i beni consumati. Quest’ultimo fattore può anche essere considerato l’impatto ambientale per quantità di consumo. In breve, Impatto = Popolazione x Affluenza x Tecnologia ($I = PAT$). L’equazione $I = PAT$ è la chiave per comprendere il ruolo della crescita demografica nella crisi ambientale. Essa spiega, per esempio, perché i paesi ricchi hanno problemi demografici tanto gravi (perché i moltiplicatori A e T per ogni persona sono molto grandi). Cioè perché è tanto importante che questi paesi comincino a ridurre le loro popolazioni abbassando i tassi di natalità al di sotto dei tassi di mortalità. Spiega anche perché un modesto sviluppo in paesi poveri con grandi popolazioni, come la Cina, possa avere un enorme impatto sul pianeta (perché il moltiplicatore P dei fattori A e T è molto grande).

Per illustrare come funzioni questa interazione supponiamo che, con un enorme sforzo, l’umanità riesca a ridurre del 5% il consumo medio pro-capite di risorse in tutto il pianeta (la A nell’equazione $I = PAT$) e a migliorare le sue tecnologie (T) in modo che i danni che esse provocano all’ambiente sia ridotto di un altro 5%. Ciò ridurrebbe l’impatto complessivo dell’umanità (I) di circa il 10%; tuttavia, se non venisse ridotta anche la crescita demografica (P), l’impatto totale ritornerebbe al livello precedente in meno di sei anni.” (Ehrlich e Ehrlich, 1990).

L’equazione dell’impatto che è alla base anche del concetto di impronta ecologica, è stata rinnovata nella sua utilizzazione e la sua applicazione è stata ampliata al campo dell’ecologia industriale (vedasi Chertow, 2001 e Waggoner ed Ausubel, 2002). Seguendo uno dei primi libri di testo nel campo dell’ecologia industriale l’equazione Ehrlich-Holdren viene così modificata : Impatto ambientale = popolazione x prodotto interno lordo / pro capite x impatto ambientale / unità di prodotto interno lordo pro capite (Graedel e Allenby, 1995).

L'impronta ecologica

L'impronta ecologica è un indicatore aggregato che cerca di collegare e poi convertire una serie di complesse modalità di utilizzo delle risorse in un solo numero: la superficie di terra richiesta in ettari globali pro capite.

La sua definizione formale è la seguente: l'impronta ecologica misura quanto l'umanità richiede alla biosfera in termini di terra e acqua biologicamente produttive necessarie per fornire le risorse che usiamo e per assorbire i rifiuti che produciamo. L'impronta ecologica misura quindi la quantità di terra e di acqua biologicamente produttiva necessaria per produrre le risorse consumate da una persona, da una popolazione o da un'attività o necessarie per assorbire i rifiuti prodotti, con le tecnologie e la gestione delle risorse prevalenti. Quest'area viene espressa in ettari globali, ettari cioè con una produttività biologica media globale.

Ovviamente esistono pregi e difetti di un qualsiasi indicatore aggregato qual'è l'impronta ecologica. Nel tradurre il nostro utilizzo di risorse biologicamente produttive delle terre agricole e pascolive, dei prodotti forestali, delle risorse ittiche, della trasformazione della terra in suolo edificato o infrastrutturato e nella cattura forestale del biossido di carbonio prodotto dalla nostra attività (che costituiscono le principali componenti del calcolo dell'impronta ecologica) si semplifica una realtà, quella del nostro impatto sui sistemi naturali, certamente molto più complessa ed articolata.

Attorno al concetto di impronta ecologica si è poi acceso anche un interessante dibattito tecnico che ha visto, tra l'altro, la pubblicazione nel 2000 di un numero speciale della prestigiosa rivista *Ecological Economics* dell'*International Society for Ecological Economics* (ISEE), un'importantissima organizzazione scientifica che riunisce autorevoli ecologi ed economisti e che approfondisce continuamente teoria e prassi della sostenibilità. La stessa rivista da allora ad oggi ha continuato a pubblicare numerosi lavori sull'impronta ecologica.

Uno dei punti più controversi sull'utilizzo del metodo dell'impronta ecologica riguarda il fatto se essa possa o meno venir utilizzata come una sorta di linea guida o di indicatore che può segnalare il raggiungimento o meno di un livello di sostenibilità. Alcuni autori sono favorevoli a un utilizzo dell'impronta come metodo per calcolare il raggiungimento o meno di obiettivi di sostenibilità, altri la vedono più limitata a un valore di tipo pedagogico ma non certo per un uso con scopo di policy-making.

Un altro punto controverso è quello di indicare in un solo numero la complessa realtà del nostro impatto sui sistemi naturali mettendo insieme "mele ed arance".

Ovviamente esistono pregi e difetti di un qualsiasi indice aggregato qual'è l'impronta ecologica. Essa ha indubbiamente il merito di aggregare e convertire una serie di complesse modalità di utilizzo di risorse in un solo numero: la superficie equivalente richiesta. Nel fare ciò semplifica molte realtà certamente più complesse. Basti pensare alla questione energetica, che nell'impronta ecologica si riduce, come calcolo, alla terra necessaria per assorbire il biossido di carbonio prodotto dai combustibili fossili.

Secondo il grande studioso di ecologia industriale Robert Ayres (Ayres, 2000), questo comporterebbe un'esplicitazione – non chiarita dagli autori del metodo – circa il fatto che

potrebbe esserci un mondo sostenibile in cui l'energia è derivata dai combustibili fossili purché in quantità tale da poter essere assorbita dalla vegetazione delle singole nazioni. Ayres ritiene inoltre che il metodo postuli uno scenario di sostenibilità irrealistico, che non riflette le numerose possibilità tecnologiche esistenti. Ricorda anche che il metodo dell'impronta postula la desiderabilità di una sorta di autarchia e l'indesiderabilità del commercio. In fondo, dichiara Ayres, il metodo non ci dice nulla di nuovo rispetto a ciò che già conosciamo, e cioè che il nostro impatto sugli ecosistemi del pianeta è oggi insostenibile.

Ian Moffat (Moffat, 2000) ricorda che l'impronta potrebbe essere ridotta in modo sostanziale grazie all'utilizzo di tecnologie ecocompatibili e ritiene che il metodo dell'impronta rappresenti una misura di stock, mentre oggi sono molto importanti le analisi dei flussi.

Moffat ha recentemente (Moffat, 2005) curato una valutazione scientifica dell'impronta ecologica

Il gruppo di Carl Folke, dell'Università di Stoccolma e del *Beijer Institute of Ecological Economics*, ha lavorato sul concetto dell'impronta e lo ritiene molto valido per gli aspetti di "comunicazione" circa la dipendenza umana dalla natura (Deutsch et al., 2000) ma, ricorda, gli ecosistemi sono sistemi adattativi complessi che presentano non linearità, discontinuità, soglie, mentre l'impronta ecologica è una misura statica che non riesce a rendere la dinamicità stessa degli ecosistemi. L'impronta non riesce a fornire informazioni sulla resilienza degli ecosistemi, cioè sulla loro capacità di assorbire i disturbi e di riorganizzarsi. In fondo si tratta di un tentativo che cerca di render conto dell'appropriazione umana degli ecosistemi e che si inserisce in una tradizione esistente da tempo. Il gruppo di Folke non ritiene l'impronta aprioristicamente contro il commercio; anzi viene considerato che il metodo sottolinea il grande gap esistente tra la funzione del commercio globale e le capacità degli ecosistemi di sostenerlo.

Molti studiosi convergono sull'importanza dell'impronta come metodo per accrescere la consapevolezza dell'opinione pubblica del nostro impatto sulla natura e della nostra dipendenza da essa.

Un altro famoso economista ambientale, Hans Opschoor (Opschoor, 2000) – originatore del concetto di "spazio ambientale" che ha dato il via a numerosi studi nazionali tra cui quelli, famosissimi, della Germania e dell'Europa, entrambi realizzati dal Wuppertal Institut – ha consigliato il ministero olandese dell'ambiente di non utilizzare l'impronta come indicatore di sostenibilità, non ritenendolo in grado di rendere realmente conto dello stato di sostenibilità di un dato paese, territorio, comune ecc.

Lo studioso D.J. Rapport (Rapport, 2000) ritiene invece debole l'impronta perché non dà conto del fatto che le attività umane hanno condotto alla degradazione molti ecosistemi trasformando stati di salute in stati patologici, con il risultato di compromettere l'attività economica, la salute umana e il benessere delle comunità.

Sono invece necessari degli assessment della salute degli ecosistemi, che richiedono l'analisi dei meccanismi con cui le attività umane degradano gli ecosistemi, delle conseguenze di tali degni nella capacità di far fronte al mantenimento dei servizi offerti dalla natura e degli impatti della perdita dei servizi della natura sulla salute umana, le opportunità economiche e il benessere delle comunità.

Wackernagel e Silverstein (2000) ricordano che, al momento, nessun governo e nessuna agenzia ONU attua un sistema di contabilità sistematico per valutare qual sia l'estensione dell'utilizzo umano della natura rispetto alla capacità degli ecosistemi esistenti.

L'impronta ecologica è uno degli strumenti più comprensibili e comunicabili che vanno nella direzione di tenere in debito conto le risorse.

Con il passare del tempo mentre, da una parte, lo stesso Global Footprint Network sta lavorando per il miglioramento e la standardizzazione delle metodologie di calcolo, il metodo stesso è stato oggetto di numerosi lavori di analisi e commento scientifico voluti, ad esempio, dal Dipartimento per l'Ambiente, l'Alimentazione e gli Affari rurali del governo del Regno Unito (vedasi Risk and Policy Analysts, 2007) all'Agenzia Federale per l'Ambiente, la Conservazione della Natura e la Sicurezza Nucleare del governo tedesco (Umwelt Bundes Amt, 2007) fino alla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea (Best et al., 2008).

Il metodo ha senza dubbio il grande merito di aver suscitato analisi, studi, ricerche e riflessioni per precisare meglio cosa sia la sostenibilità del nostro sviluppo e come la si possa misurare meglio, e ci ha consentito di avere uno strumento facilmente comunicabile, per comprendere l'entità del nostro impatto sulla natura.

Dal 2000 il WWF pubblica, nel suo rapporto biennale "Living Planet Report", tutti i dati aggiornati sulle impronte ecologiche di tutte le nazioni del mondo. L'ultimo "Living Planet Report" è stato reso noto nell'ottobre 2008 e fa riferimento all'aggiornamento di tutti i calcoli delle impronte basato sui dati del 2005.

Nel 2005 l'impronta ecologica globale era di 17.5 miliardi di ettari globali o di 2.7 ettari globali pro capite (l'ettaro globale è l'ettaro con la capacità media mondiale per produrre risorse ed assorbire rifiuti). La biocapacità del pianeta, l'area produttiva totale, era di 13.6 miliardi di ettari globali o di 2.1 ettari globali pro capite. L'impronta mondiale dell'umanità ha ecceduto la capacità totale terrestre negli anni Ottanta; questo "sorpasso" da allora è andato sempre incrementando tanto che, con i dati del 2005, la domanda era del 30% superiore all'offerta (le capacità rigenerative della bioproduttività dei sistemi naturali presi in considerazione dal calcolo dell'impronta ecologica). Nel 2005 la maggiore richiesta dell'umanità nei confronti della biosfera è stata la sua impronta del carbonio (che rappresenta la biocapacità necessaria ad assorbire le emissioni di biossido di carbonio derivanti dai combustibili fossili e dalla modificazione del suolo e della vegetazione) che è cresciuta di più di 10 volte dal 1961.

Nel 2005 gli Stati Uniti e la Cina presentavano la maggiore impronta ecologica, usando ciascuno il 21% della biocapacità del pianeta. La Cina ha un'impronta ecologica molto più piccola a livello pro capite rispetto a quella degli Stati Uniti, ma una popolazione che è più di 4 volte superiore. L'India costituiva la seconda maggiore impronta utilizzando il 7% della biocapacità totale della Terra.

Vediamo i dati più recenti disponibili su alcune impronte ecologiche di diverse nazioni rispetto alla loro biocapacità:

Cina, impronta ecologica ettari globali pro capite 2.1, biocapacità 0.9 (popolazione 1 miliardo 323 milioni),

India, impronta ecologica 0.9, biocapacità 0.4 (popolazione 1 miliardo 103 milioni),

Australia, impronta ecologica 7.8, biocapacità 15.4, (popolazione 20 milioni),

Stati Uniti, impronta ecologica 9.4, biocapacità 5.0, (popolazione al 2005, 298 milioni, oggi hanno sorpassato i 300 milioni)

Brasile, impronta ecologica 2.4, biocapacità 7.3, (popolazione 186 milioni),

Italia, impronta ecologica 4.8, biocapacità 1.2, (popolazione 58 milioni),

Germania, impronta ecologica 4.2, biocapacità 1.9, (popolazione quasi 83 milioni)

Regno Unito, impronta ecologica 5.3, biocapacità 1.6, (popolazione quasi 60 milioni)

Etiopia, impronta ecologica 1.4, biocapacità 1.0, (popolazione 77.4 milioni).

E' evidente che se continuiamo imperterriti ad incrementare la nostra impronta ecologica a livello mondiale, non faremo altro che aumentare il nostro debito ecologico, inficiando significativamente le nostre stesse probabilità di sopravvivenza. Se infatti dovesse persistere il trend che ci ha condotto ad un livello di "sorpasso" rispetto alle capacità bioprodottrici dei nostri sistemi naturali, paragonabile al 30% del 2005, raggiungeremo il 100 % nel decennio del 2030, sempre secondo i calcoli dell'impronta ecologica.

Voltare pagina

Nel 1972 un gruppo di giovani scienziati presso il prestigioso *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) di Boston elaborò il rapporto "*Limits to Growth*" su richiesta del Club di Roma, il gruppo informale di scienziati, economisti, educatori, dirigenti di aziende, voluto dall'italiano Aurelio Peccei, straordinaria figura umana ed intellettuale del quale quest'anno cade il centenario della sua nascita, utilizzando un primo modello computerizzato del mondo per analizzare gli scenari del nostro futuro ma dimostrando, soprattutto, che non è possibile ottenere una crescita economica, materiale e quantitativa, in un mondo che presenta dei limiti biofisici ben definiti (Meadows et al, 1972).

Tre studiosi di quel gruppo, Donella e Dennis Meadows e Jorgen Randers hanno pubblicato altri due rapporti aggiornando il primo, a venti anni e a trenta anni di distanza (Meadows et al., 1993 e Meadows et al. ,2006).

Essi nell'ultimo rapporto affermano :” Il risultato è che oggi siamo più pessimisti sul futuro globale di quanto non fossimo nel 1972. E' amaro osservare che l'umanità ha sperperato questi ultimi trent'anni in futili dibattiti e risposte volenterose ma fiacche alla sfida ecologica globale. Non possiamo bloccarci per altri trent'anni. Dobbiamo cambiare molte cose se non vogliamo che nel XXI secolo il superamento dei limiti oggi in atto sfoci nel collasso.”

Essi ricordano alcuni punti fondamentali che hanno sinora impedito il progresso verso una strada di minore insostenibilità del nostro modello di sviluppo socio-economico:

1. “La crescita dell'economia fisica è considerata desiderabile; essa è al centro dei nostri sistemi politici, psicologici e culturali. Quando la popolazione e l'economia crescono, tendono a farlo in modo esponenziale.
2. Vi sono limiti fisici alle sorgenti di materiali e di energia che danno sostegno alla popolazione ed all'economia e vi sono limiti ai serbatoi che assorbono i prodotti di scarto delle attività umane.

3. La popolazione e l'economia in crescita ricevono, sui limiti fisici, segnali che sono distorti, disturbati, ritardati, confusi o non riconosciuti. Le risposte a tali segnali sono ritardate.
4. I limiti del sistema non sono solo finiti, ma anche suscettibili di erosione quando vengano sollecitati o sfruttati all'eccesso. Vi sono inoltre forti elementi di non linearità – soglie superate le quali i danni si aggravano rapidamente e possono anche diventare irreversibili.

L'elenco delle cause del superamento e del collasso è anche un elenco dei modi che consentono di evitarli. Per indirizzare il sistema verso la sostenibilità e la governabilità, basterà rovesciare le medesime caratteristiche strutturali:

1. La crescita della popolazione e del capitale deve essere rallentata, e infine arrestata, da decisioni umane prese alla luce delle difficoltà future, e non da retroazione derivante da limiti esterni già superati.
2. I flussi di energia e di materiali devono essere ridotti aumentando l'efficienza del capitale. In altri termini, occorre ridurre l'impronta ecologica e ciò può avvenire in vari modi: dematerializzazione (utilizzare meno energia e meno materiali per ottenere il medesimo prodotto), maggiore equità (ridistribuire i benefici dell'uso di energia e di materiali a favore dei poveri), cambiamenti nel modo di vivere (abbassare la domanda o dirottare i consumi verso beni e servizi meno dannosi per l'ambiente fisico).
3. Sorgenti e serbatoi devono essere salvaguardati e, ove possibile, risanati.
4. I segnali devono essere migliorati e le reazioni accelerate; la società deve guardare più lontano ed agire sulla base di costi e benefici a lungo termine.
5. L'erosione deve essere prevenuta e, dove sia già in atto, occorre rallentarla ed invertirne il corso.” (riportando questo brano dell'ultimo rapporto “I nuovi limiti dello sviluppo” mi sono preso la libertà di sostituire la traduzione di “pozzi” in “serbatoi” dall'inglese *Sinks*).

Diventa veramente difficile immaginare che una continua crescita economica, scontrandosi sempre più con i limiti ambientali, possa proseguire indisturbata ed è francamente preoccupante che questa “visione” sia ancora dominante nella politica e nell'economia mondiali.

La diffusione di concetti come l'impronta ecologica possono fornire un notevole contributo alla sensibilizzazione di tutti nei confronti del modo con il quale utilizziamo le risorse del pianeta, stimolando alla reazione ed alla modificazione dei propri comportamenti.

Bibliografia

Aa.Vv., 2003, *Sustainability Science. Special Feature* , Proceedings National Academy of Sciences, 100, 14; 8059-8091.

Best A. et al., 2008, *Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint*

and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on Sustainable Use of Natural Resources, Report to the European Commission, DG Environment.

Bologna G., 2008, *Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro*, Edizioni Ambiente, II edizione aggiornata.

Chertow M. R., 2001, *The IPAT Equation and Its Variants*, *Journal of Industrial Ecology* 4, 4; 13- 29.

Crutzen P. e Stoermer E.F., 2000, *IGBP Newsletter* n.41

Crutzen P., 2005, *Benvenuti nell'Antropocene !*, Mondadori.

Deutsch L., Jansson A., Troell M., Ronnback P. Folke C. e N. Kautsky, 2000, *The 'ecological footprint': communicating human dependence on nature's work*, *Ecological Economics* 32; 351-355

Ehrlich P.R. e Holdren J., 1971, *The Impact of Population Growth*, *Science*, 171; 1212-17.

Ehrlich P. e A. Ehrlich, 1991 *Un pianeta non basta*, Franco Muzzio.

Ehrlich P. e A. Ehrlich, 1992, *Per salvare il pianeta*, 1992, Franco Muzzio..

Fischer-Kowalski M., 2003, *On the History of Industrial Metabolism*, in Bourg D. e Erkman S. (a cura di), *Perspectives on Industrial Ecology*, Greenleaf Publishing.

Giljum S. et al., 2007, *The material basis of the global economy – Worldwide patterns of natural resource extraction and their implications for sustainable resource use policies*, *Ecological Economics*, vol.64; 444-453.

Graedel T. e Allenby B., 1995, *Industrial Ecology*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Halpern B.S. et al., 2008, *A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems*, *Science*, 319; 948 – 952.

Marsh G.P., 1864 – *Man and nature; or, physical geography as modified by human actions* – Charles Scribner (ed. it., 1872 – *L'uomo e la natura ossia la superficie terrestre modificata per opera dell'uomo* – Giunti Barbera, ristampa anastatica della seconda edizione pubblicata da Franco Angeli nel 1988 con introduzione e cura critica di F.O.Vallino).

Meadows D. et al., 1972, *I limiti dello sviluppo*, Mondadori.

Meadows D. et al., 1993, *Oltre i limiti dello sviluppo*, Il Saggiatore.

Meadows D. et al., 2006, *I nuovi limiti dello sviluppo*, Mondadori.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and Human Well-being*, Island Press, 5 volumi (sono tutti scaricabili dal sito <http://www.maweb.org>)

Moffatt I., 2000, *Ecological Footprints and sustainable development*, Ecological Economics, 32;359-362

Moffatt I. (a cura di), 2005, *An International Peer Review of a DEFRA Funded Report on Sustainable Consumption and Production Development of an Evidence Base Study of Ecological Footprint*, DEFRA

Opschoor H., 2000, *The ecological footprint: measuring rod or metaphor?*, Ecological Economics 32; 363-365

Rapport D.J., 2000, *Ecological footprints and ecosystem health: complementary approaches to a sustainable future*, Ecological Economics 32; 367-370
Ecol

Rees W., 1992, *Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out*, Environment and Urbanization, 4, 2, 121-130.

Rees W., 1996, *Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability*, Population and Environment 17, 3; 195-215.

Rees W. e Wackernagel M., 1994, *Ecological footprints and appropriated carrying capacity: measuring the natural capital requirements of the human economy*, in Jansson A.M. et al. (a cura di), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*, Island Press.

Rees W. e Wackernagel M., 1996, *Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability*, Environmental Impact Assessment Review 16, 223-248.

Rees W., 2000, *Eco-footprint analysis: merit and brickbats*, Ecological Economics 32; 371-374

Risk and Policy Analysis ltd., 2007, *A review of recent developments in, and the political use of, ecological footprint methodologies: A report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs*, DEFRA (www.defra.gov.uk).

Sanderson E. W. et al., 2002, *The Human Footprint and the Last of the Wild* , BioScience, 52, 10; 891-904.

Revelle R. e Suess H., 1957, *Carbon Dioxide Exchange Between Atmospheric and Ocean and the Question of an Increase in Atmospheric CO₂ during the past decades* , Tellus, 9; 18-27.

Steffen W., Jager J., Carson D.J, and Bradshaw C., (a cura di), 2002, *Challenges of a Changing Earth*, Springer Verlag.

Steffen W. et al. (a cura di), 2004, *Global Change and the Earth System. A Planet Under Pressure*, Springer Verlag.

Steffen W., Crutzen P.J. e McNeill J.R., 2007, *The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature*, Ambio, 36, 8; 614-621.

Thomas W. L. jr. (a cura di), 1956, *Man's Role in Changing the Face of the Earth* , University of Chicago Press.

Umwelt Bundes Amt, 2007, *Scientific assessment and evaluation of the indicator "Ecological Footprint"*, Final Report, Federal Environment Agency, Environmental Research of the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

Waggoner P.E. e Ausubel J. H., 2002, *A framework for sustainability science: A renowated IPAT identity* , Proceedings of the National Academy of Sciences, 99, 12; 7860-7865.

WWF, 2008, *Living Planet Report 2008*, WWF International, Global Footprint Network e Zoological Society of London (scaricabile dai siti <http://www.panda.org> <http://www.globalfootprint.org>)