

# *Conoscere e applicare la sostenibilità*

*di Gianfranco Bologna*

*Direttore scientifico e direttore programma sostenibilità WWF Italia*

Venti anni fa, nel 1987, il noto rapporto “*Our Common Future*” realizzato dalla Commissione internazionale indipendente su ambiente e sviluppo, presieduta da Gro Harlem Brundtland, allora primo ministro norvegese, ha cercato di tratteggiare un’analisi della situazione planetaria e delle strade necessarie e praticabili per modificare la negativa situazione esistente nelle relazioni tra la specie umana ed i sistemi naturali.

Il rapporto, dal quale è scaturito il processo internazionale che ha condotto alla conferenza ONU su ambiente e sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 (il famoso Earth Summit) ha anche fornito una definizione di sviluppo sostenibile che, ancora oggi, viene largamente utilizzata a livello politico-economico (il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali senza compromettere quelle delle generazioni future).

La seconda metà degli anni Ottanta è stato un periodo veramente cruciale per l’avvio di numerose iniziative internazionali che ci hanno indubbiamente aiutato a comprendere meglio il nostro ruolo nei sistemi naturali e a proporre e sperimentare modalità diverse di relazione tra specie umana e natura.

In quegli anni, grazie all’ICSU (*International Council for Science*) si sono formalmente avviati grandi progetti internazionali di ricerca per comprendere il cambiamento globale in atto nei sistemi naturali ed il ruolo che in questi ha avuto ed ha l’intervento umano e gli effetti che tale intervento produce <sup>1</sup>.

In quegli anni si sono formalizzate specifiche società scientifiche internazionali di nuove discipline con approcci transdisciplinari, come l’*International Society of Ecological Economics*, l’*International Society for Ecological Restoration* e la *Society for Conservation Biology*, fondamentali per gli avanzamenti conoscitivi sul concetto di sostenibilità (vedasi nell’ambito della ricchissima bibliografia in merito i volumi di Farley, Erickson e Daly, 2005, di Groom, Meffe e Carroll, 2006 e di Falck, Palmer e Zedler, 2007).

In quegli anni si è andata formalizzando l’affascinante ricerca sul concetto di resilienza nei sistemi naturali e nei sistemi sociali, ricerca fondamentale

---

<sup>1</sup> I progetti internazionali di ricerca sul cambiamento globale sono quattro (l’International Geosphere Biosphere Programme – IGBP -, l’International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change – IHDP -, l’International Programme on Biodiversity Science – DIVERSITAS – ed il World Climate Research Programme – WRCP -), dal 2001 si sono consorziati nell’Earth System Science Partnership, nell’ambito del quale hanno anche attivato quattro progetti internazionali congiunti, il Global Carbon Project, il Global Water System Project, il Global Environmental Change and Food System Programme e il Global Environmental Change and Human Health Programme. (Vedasi il sito <http://www.essp.org>)

nell'approfondimento del concetto di sostenibilità, anche per i suoi risvolti applicativi, e che sta fornendo straordinari avanzamenti concettuali ed operativi <sup>2</sup>. Questo ricerca veramente avvincente ha prodotto, successivamente, la nascita della **Resilience Alliance**, un consorzio scientifico di alto livello che sta indagando a fondo il concetto di sostenibilità e la sua applicazione concreta alle politiche ed alle azioni a varia scala.<sup>3</sup>

Nell'ambito delle ricerche sulla resilienza sono stati pubblicati volumi di grandissimo valore come quelli di Gunderson ed Holling (2002) e quello, recente, di Walker e Salt (2006). Proprio nel giugno 2007 la Resilience Alliance ha messo a punto due documenti (nella loro prima versione che sarà poi costantemente aggiornata) dal titolo "Assessing and managing resilience in social-ecological systems", uno dedicato al mondo scientifico e l'altro dedicato al mondo degli operatori (Resilience Alliance, 2007) <sup>4</sup>.

Sempre in quegli anni, precisamente nel 1988, è stato inoltre ufficializzato l'**Intergovernmental Panel on Climate Change** (IPCC) voluto dall'**Organizzazione Meteorologica Mondiale** (WMO) e dal **Programma Ambiente delle Nazioni Unite** (UNEP) che con i suoi quattro rapporti, pubblicati da allora ad intervalli di ogni 5 anni, ha fornito il quadro più esaustivo sullo stato delle conoscenze e delle azioni concrete da intraprendere per comprendere la dinamica del sistema climatico, la nostra influenza su di esso e le soluzioni concrete da avviare per cambiare rotta. Proprio nel 1988, a causa anche delle elevate temperature registrate negli Stati Uniti, fu effettuata una storica udienza di diversi scienziati molto prestigiosi nel campo della climatologia presso il Senato degli Stati Uniti (era il 23 giugno 1988 e, in quell'occasione, colpì molto il mondo dei media e dell'opinione pubblica tutta la testimonianza di James Hansen, uno dei maggiori climatologi mondiali, del **Goddard**

---

<sup>2</sup> Il moderno concetto di resilienza nell'analisi dei sistemi naturali e sociali viene definito come la capacità di un sistema di assorbire un disturbo e di riorganizzarsi mentre ha luogo il cambiamento, in modo tale da mantenere ancora essenzialmente le stesse funzioni, la stessa struttura, identità e feedback. Il sistema ha la possibilità di evolvere in stati multipli e stabili, diversi da quello precedente da cui si è partiti nell'analisi pre disturbo, ma la resilienza garantisce il mantenimento della vitalità delle funzioni e delle strutture del sistema. (Vedasi Walker B. et al., 2004).

<sup>3</sup> Attualmente la Resilience Alliance vede tra le istituzioni scientifiche coinvolte l'apposito Stockholm Resilience Centre, il Center for Environmental Studies dell'Arizona State University, il Beijer International Institute for Ecological Economics di Stoccolma, il Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD) di Montpellier, il Sustainable Ecosystems Centre dello CSIRO australiano, il Department of Environmental Studies della Emory University, il Center for the Study of Institutions, Populations, and Environmental Change dell'Indiana University, il Center of Excellence for Coral Reef Studies della James Cook University, la McGill School of the Environment and Department of Geography della McGill University di Montreal, il Tyndall Centre alla School of Development Studies dell'Università dell'East Anglia a Norwich, il South Africa National Parks (RANinSA), lo Stockholm Environment Institute (SEI), il Center for Transdisciplinary Environmental Research, l'Acquatic Ecology and Water Quality Management della Wageningen University, il Nebraska Cooperative Fish and Wildlife Research Unit dell'Università del Nebraska, il Center for Limnology dell'Università del Wisconsin St. Madison (vedasi il sito <http://www.resalliance.org>).

<sup>4</sup> Oggi il dibattito sulla sostenibilità è straordinariamente avanzato rispetto alla semplicistica definizione di sviluppo sostenibile fornita dal rapporto Brundtland che continua ancora ad essere utilizzata in tantissimi ambienti. Un ulteriore punto dei nuovi avanzamenti e delle nuove prospettive verrà fatto nella grande conferenza di Stoccolma nell'aprile del prossimo anno 2008 dal titolo "Resilience 2008. Resilience, Adaptation and Transformation in Turbulent Times".

*Institute of Space Studies* – GISS – della NASA) (vedasi Weiner, 1992 e Schneider, 1990).

Per cercare di intervenire sulla profonda crisi delle relazioni esistenti tra i sistemi sociali ed i sistemi naturali è stato quindi prodotto, da allora ad oggi, uno straordinario ed avvincente avanzamento di conoscenze, di teoria e di prassi di numerose discipline, molte delle quali innovative e con impostazioni profondamente sinergiche ed integrative (vedasi le scienze della complessità e del caos, le scienze del sistema Terra, l'ecologia degli ecosistemi, l'ecologia del paesaggio, l'ecologia economica, l'ecologia del ripristino, l'ecologia industriale, la biologia della conservazione, la scienza delle reti, ecc.) che stanno costituendo, di fatto, una vera e propria *scienza della sostenibilità*.

### *La scienza della sostenibilità*

Come ricorda il geologo Paul Reitan, della Buffalo University, la scienza della sostenibilità si dedica all'integrazione e all'applicazione delle conoscenze del sistema Terra, ottenute specialmente dalle scienze di impostazione olistica e di taglio storico (quali la geologia, l'ecologia, la climatologia, l'oceanografia) armonizzate con la conoscenza delle interrelazioni umane ricavate dalle scienze umanistiche e sociali, mirate a valutare, mitigare e minimizzare le conseguenze, sia a livello regionale sia mondiale, degli impatti umani sul sistema planetario e sulle società (Reitan, 2005). L'obiettivo della sostenibilità è pertanto quello di riportare, per quanto possibile, in una condizione di coevoluzione la relazione presente oggi tra i sistemi naturali ed i sistemi sociali, consentendo una dimensione di armonia tra i metabolismi di questi sistemi (vedasi Bologna, 2005). La scienza della sostenibilità è una scienza in fieri, continuamente in formazione, che opera in maniera completamente transdisciplinare. Il grande ecologo Eugene P. Odum (1913–2002) riferendosi al lichene, un'associazione vivente specifica di funghi e di alghe, così intima in termini di interdipendenza funzionale e così morfologicamente integrata da farne derivare una sorta di nuovo organismo che non assomiglia a nessuno dei suoi componenti, ha scritto: “Il modello del lichene potrebbe essere simbolico per l'uomo. Fino ad oggi l'uomo è vissuto come parassita del suo ambiente autotrofo, prendendo ciò che gli occorre senza preoccuparsi del benessere del suo ospite. Gli agglomerati urbani si accrescono e diventano parassiti della campagna circostante, che deve fornire cibo, acqua e aria e deve degradare enormi quantità di rifiuti. L'uomo deve evolvere verso uno stadio di mutualismo nelle sue relazioni con la natura. Se l'uomo non impara a vivere mutualisticamente con la natura, allora, proprio come un parassita 'malaccorto' o 'inadatto', sfrutterà il suo ospite fino a distruggere se stesso.” (Odum, 1988).

Il tema centrale delle analisi, delle riflessioni e delle proposte della scienza della sostenibilità, a mio avviso, è stato brillantemente sunteggiato da Lester Brown, fondatore del *Worldwatch Institute* e fondatore e presidente dell'*Earth Policy Institute*, in un suo bellissimo libro, pubblicato nel 1978, dieci anni prima del rapporto Brundtland e intitolato “Il 29° giorno”.

In esso Lester Brown afferma che dobbiamo sostituire la dominante etica della crescita con un'etica dell'adattamento delle dimensioni, dei bisogni e delle aspirazioni della specie umana ai limiti biologici del nostro pianeta. “ Il bisogno di adattare la vita umana simultaneamente alla capacità di rigenerazione dei sistemi biologici della Terra e ai limiti delle risorse rinnovabili richiederà una nuova etica sociale. – ricorda Brown – L'essenza di questa nuova etica è l'adeguamento: l'adeguamento del numero e delle aspirazioni degli esseri umani alle risorse ed alle capacità della Terra. Questa nuova etica deve soprattutto arrestare il deterioramento del rapporto dell'uomo con la natura. Se la civiltà, quale la conosciamo oggi, deve sopravvivere, quest'etica dell'adeguamento deve sostituire la dominante etica della crescita.”

Brown ricorda inoltre molto opportunamente che : “ Il deterioramento dei sistemi biologici non è un problema secondario che interessi soltanto gli ecologi. Il nostro sistema economico dipende dai sistemi biologici della Terra. Tutto ciò che minaccia la vitalità di questi sistemi biologici minaccia anche l'economia mondiale. Ogni deterioramento di questi sistemi rappresenta un deterioramento delle prospettive dell'umanità.”

Nei quasi trent'anni trascorsi dalla pubblicazione del “Il 29° giorno” e nei venti anni trascorsi dalla pubblicazione del rapporto Brundtland, sono stati fatti certamente molti passi in avanti nella conoscenza relativa agli effetti dell'intervento umano sui sistemi naturali nonché nella consapevolezza degli effetti profondamente negativi risultanti da questo impatto, ma, purtroppo, ad oggi, non vi sono significativi segnali di inversione di tendenza.

La popolazione umana continua a crescere, i sistemi urbani continuano a crescere, l'utilizzo di energia e di risorse continua a crescere, la profonda trasformazione dei sistemi naturali continua a crescere, la disuguaglianza sociale continua a crescere, il numero dei diseredati e degli affamati del pianeta continua a crescere; in pratica è l'impatto complessivo della specie umana sul pianeta che continua a crescere.

La popolazione umana che nel 2007 supererà i 6,7 miliardi di abitanti raggiungerà con ogni probabilità i 9,2 miliardi di individui nel 2050, come indica la variante media riportata nell'ultimo “World Population Prospects” curato dalle Nazioni Unite e pubblicato agli inizi del 2007 (UN, 2007).

Alla crescita della popolazione si aggiunge la crescita dei livelli di consumo: al miliardo di esseri umani che presentano già livelli molto elevati di consumo (i paesi della cosiddetta area OCSE e cioè Stati Uniti, Canada, Europa, Giappone, Australia e Nuova Zelanda) si è già aggiunto più di un miliardo della popolazione di alcuni paesi di nuova industrializzazione (dalla Cina all'India, dalla Malesia, all'Indonesia, dal Brasile all'Argentina, dall'Ucraina al Sud Africa, ecc.) che hanno ormai livelli di consumo simili a quelli dei paesi OCSE (Myers e Kent, 2004).

La dinamica naturale degli ecosistemi della Terra che costituiscono la base della nostra sopravvivenza, è stata profondamente alterata negli ultimi 50 anni, come non è mai avvenuto nella storia dell'umanità e, se non si modificano i trend del nostro impatto sugli ecosistemi, la situazione peggiorerà significativamente nei prossimi 50

anni (come dimostrato dai 5 volumi del grande rapporto scientifico internazionale del *Millennium Ecosystem Assessment* pubblicato nel 2006).

Con gli attuali ritmi di pressione sarà sempre più difficile che gli ecosistemi, resi sempre più vulnerabili dal massiccio intervento umano, forniscano i loro preziosi “servizi” al benessere umano (dalla rigenerazione del suolo al mantenimento del ciclo idrico, alle capacità di purificazione dagli inquinanti alla composizione chimica dell’atmosfera ecc.).

Tutte le ipotesi di scenario per il nostro futuro elaborati da istituzioni e studiosi autorevoli, ci fanno profondamente riflettere sulla necessità di cambiare strada, anche con una certa urgenza; basti pensare agli effetti che stiamo provocando alla dinamica naturale degli ecosistemi ed alla stessa dinamica dei sistemi sociali, nell’altrettanto complessa dinamica energetica del sistema climatico con il continuo incremento dei gas che alterano l’effetto serra naturale (vedasi IPCC, 2007).

### *I limiti della crescita*

La grande sfida che l’umanità ha oggi davanti a sé riguarda quindi la sua capacità di integrare il più possibile il metabolismo dei nostri sistemi sociali con quello dei sistemi naturali dai quali deriviamo e senza i quali non possiamo vivere.

In questa situazione non è più possibile pensare che l’impatto umano sulle strutture della biosfera (vedasi, ad esempio, la trasformazione fisica degli ambienti e la modificazione dell’uso del suolo) e sulle funzioni della biosfera (vedasi, ad esempio, la profonda modifica dei cicli biogeochimici) possa proseguire indefinitamente.

Inoltre le ricerche del noto biologo Stephen Palumbi, dell’Università di Stanford, e di tanti altri illustri studiosi, mostrano, con numerosi esempi eloquenti, come l’intervento della nostra specie stia accelerando i ritmi dell’evoluzione biologica, soprattutto tra le specie con cui viviamo a più stretto contatto: quelle che costituiscono i nostri alimenti ed i nostri parassiti. Palumbi scrive: “Il nostro impatto sull’evoluzione è aumentato con i farmaci, con il controllo chimico dei parassiti e la capacità di plasmare l’ambiente fisico e biologico per soddisfare i nostri bisogni. Così, siamo diventati la forza evolutiva più potente della Terra. A parte forse il meteorite che si ritiene abbia provocato l’estinzione dei dinosauri, siamo i migliori candidati a vincere la medaglia d’oro per lo sconquasso planetario, il giorno che sarà considerato ufficialmente uno sport da Olimpiadi. “.

Questa progressiva e continua crescita della dimensione umana nella biosfera comincia ormai a fronteggiarsi seriamente con i limiti biofisici del pianeta, come aveva brillantemente ammonito il famoso rapporto al *Club di Roma*, stilato dal gruppo di ricercatori del prestigioso *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) nel 1972, guidati da Dennis Meadows e come è evidenziato dagli straordinari aggiornamenti di quel rapporto negli altri due volumi pubblicati dagli stessi autori, venti e trenta anni dopo il primo (Meadows et al., 1993 e Meadows et al. 2006).

Il rapporto “I limiti dello sviluppo” sosteneva che i vincoli ecologici planetari relativi all’utilizzo delle risorse e alle continue emissioni inquinanti avrebbero influenzato profondamente il futuro del pianeta nel XXI secolo. Avvertiva inoltre che l’umanità

avrebbe potuto essere costretta a dirottare capitale e forza lavoro in grande quantità per contrastare l'azione di questi vincoli, al punto che nel corso del XXI secolo il tenore di vita medio sarebbe forse diminuito. Il rapporto non dettagliava quale penuria di risorse o quale tipologia di emissione, richiedendo più capitale di quello disponibile, avrebbe posto fine alla crescita, ma questo perché, come hanno ricordato gli autori nel terzo ed ultimo volume, è semplicemente impossibile – nel gigantesco e complesso sistema popolazione-economia-ambiente che costituisce il nostro mondo – fare previsioni dettagliate del genere su basi scientifiche.

Il rapporto invocava un rinnovamento coraggioso e profondo della società, attraverso trasformazioni tecnologiche, culturali e istituzionali volte ad impedire che l'impatto umano superasse la capacità di carico del pianeta. La situazione globale veniva presentata come in uno stato di forte gravità, ma lo spirito del volume era ottimistico e in più punti si sottolineava la possibilità di ridurre i danni provocati dall'avvicinamento ai limiti ecologici globali, o dal loro superamento, purchè si intervenisse in tempo.

Nel libro del 1993 che rivisitava il rapporto originale del 1972 gli autori confermavano sostanzialmente quello che era stato scritto venti anni prima e, come loro stessi scrivono “nel libro del 1993 presentavamo un nuovo, importante risultato: l'umanità, a nostro giudizio, aveva ormai superato i limiti della capacità di sostentamento della Terra. Era un fatto talmente importante che decidemmo di farne il titolo del libro” (che è stato appunto intitolato “Oltre i limiti dello sviluppo”) (Meadows et al., 2006).

Nell'ultima “revisione” del mitico rapporto, pubblicata originariamente nel 2004, gli autori documentano come ormai la pressione umana sui sistemi naturali si sia andata ancor più espandendo, nonostante gli indubbi progressi fatti nel campo scientifico, tecnologico ed istituzionale, dimostrando che l'umanità è ormai pienamente nel campo dell'insostenibilità del proprio sviluppo.

Purtroppo e questo è il problema centrale del nostro tempo, la consapevolezza collettiva di questa situazione è ancora fortemente limitata.

Gli autori del 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.”

Proprio nell'ambito di questo fondamentale dibattito, la pubblicazione nel 2006 dell'ultimo “Living Planet Report” realizzato dal WWF (Fondo Mondiale per la Natura), dal Global Footprint Network e dalla Zoological Society of London ha ulteriormente fornito dati a conferma di queste analisi. I due indicatori utilizzati in questo rapporto, l'indice del pianeta vivente (*Living Planet Index*) e l'indice dell'impronta ecologica (*Ecological Footprint*) documentano come, da un lato, la pressione umana abbia ridotto di almeno un terzo la ricchezza della vita sulla Terra, dal 1970 al 2003 e, dall'altro, come la nostra “impronta “ sul pianeta (e cioè la superficie terrestre che occorre per produrre risorse – cereali, foraggio, legname,

pesce e superficie urbanizzata – e per assorbire le emissioni di biossido di carbonio della popolazione) si sia incrementata di tre volte dal 1961 al 2003, tanto da aver sorpassato il campo della sostenibilità, già verso la seconda metà del decennio Ottanta del secolo scorso.

I dati del 2005 ci dicono che il prodotto globale lordo dell'economia mondiale è cresciuto del 4.9% in quell'anno, con un' espansione guidata dalla Cina con un 10.2 % e l'India con l'8.5% (Mygatt, 2006). Questa rapida recente crescita costituisce una continuazione di mezzo secolo di continua espansione. Infatti il prodotto globale lordo del mondo, il valore totale di tutti i beni e servizi prodotti, è cresciuto dai 7.000 miliardi di dollari nel 1950 ai 61.000 miliardi di dollari nel 2005. Secondo il rapporto "Vital Signs 2006-2007" del Worldwatch Institute il prodotto globale lordo è giunto nel 2005 a 59.600 miliardi di dollari (Worldwatch Institute, 2006).

Teoricamente, anche se sappiamo bene che c'è chi ha un PIL maggiore rispetto agli altri e sappiamo quanto sia cresciuta in questo periodo la popolazione mondiale, ogni abitante del pianeta nello stesso periodo è passato da una quota pro capite annua di 2.932 dollari a quella di 9.440 dollari.

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.

Anche il noto economista e premio Nobel, Joseph Stiglitz, nel suo ultimo libro "La globalizzazione che funziona" (Stiglitz, 2006) scrive: "Nel lungo periodo, il mondo deve affrontare la difficilissima sfida della sostenibilità ambientale. Dieci anni fa erano solo gli attivisti e gli esperti a nutrire preoccupazioni in merito all'ambiente e alla globalizzazione. Oggi, questi temi sono pressoché universali. Se non troveremo un modo per limitare i danni ambientali, per risparmiare energia e conservare le altre risorse naturali, oltre che per rallentare il riscaldamento del pianeta, siamo destinati al disastro. Il riscaldamento globale è ormai un problema che investe tutti. I risultati positivi legati allo sviluppo, specialmente in India e in Cina, hanno fornito a questi paesi i mezzi per aumentare il consumo di energia, ma l'ambiente che ci circonda non è in grado di sostenere questo impatto. Si profilano all'orizzonte gravi problemi se tutti cominceranno a emettere gas serra al ritmo che gli Stati Uniti tengono ormai da anni. La buona notizia è che a questo punto se ne sono resi conto quasi tutti, tranne qualcuno a Washington, ma cambiare gli stili di vita non sarà certo facile."

### ***Il cambiamento globale indotto dall'intervento umano***

Ormai il mondo scientifico ha raccolto una imponente massa di dati che dimostrano come l'impatto sul pianeta dei modelli di produzione e di consumo delle nostre società sia straordinariamente insostenibile e che la strada sin qui intrapresa deve essere modificata al più presto e con decisione.

Paul Crutzen, premio Nobel per la Chimica 1995 insieme a Sherwood Rowland e Mario Molina per le ricerche sugli effetti dei clorofluorocarburi (CFC) sulla fascia di ozono nella stratosfera, ha proposto di definire il periodo geologico che stiamo

vivendo a partire dalla seconda metà del Settecento, quindi dall'avvio della Rivoluzione industriale, *Antropocene*, a dimostrazione del ruolo centrale che la ricerca scientifica riconosce oggi alla specie umana quale straordinario agente della modificazione dei sistemi naturali.

Scrivono Paul Crutzen (2005) :” 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.”.

Questa prospettiva è ampiamente accolta *dall’Earth System Science Partnership* di cui abbiamo già parlato e le cui ricerche sottolineano lo straordinario ruolo dell’intervento umano nelle grandi perturbazioni ambientali.

Le più recenti ricerche sulla trasformazione fisica della superficie terrestre forniscono dati preoccupanti: la pubblicazione di Sanderson e altri (2002) afferma che l’83% della superficie terrestre è in qualche modo influenzato da uno o più fattori utilizzati per calcolare il cosiddetto *Human Influence Index* (l’Indice di Influenza Umana).

Questa è la nostra *Human Footprint*.

Kareiva e altri (2007) hanno documentato come gli esseri umani stanno profondamente “addomesticando” (colonizzando, trasformando, modificando) paesaggi ed ecosistemi, tanto da creare seri problemi alla capacità dei sistemi naturali nel supportare la nostra stessa esistenza.

La quantità di acqua raccolta per scopi umani, ad esempio con le dighe, supera di sei volte quella presente liberamente nei fiumi, circa il 50% delle terre emerse del pianeta è stato convertito a terre agricole e pascolive, e solo il 17% delle terre emerse del pianeta (dati risalenti al 1995 e valutati nel lavoro di Sanderson et al, 2002) non presentano una diretta influenza fisica umana (dalle attività agricole alla presenza di strade, fino alla presenza di luci notturne riscontrabili dai satelliti).

Uno straordinario campo di ricerca legato all’individuazione di una sorta di indicatore aggregato dell’insostenibilità dei nostri modelli di sviluppo sta diventando quello dell’analisi dell’appropriazione umana della produttività primaria netta (*Human Appropriation of Net Primary Production – HANPP -* ). La produttività primaria netta è la quantità di carbonio trasformata in sostanza organica, esclusa quella utilizzata dai processi di respirazione degli organismi autotrofi, cioè le piante che, attraverso i meccanismi di fotosintesi, rendono la materia organica disponibile a tutta la vita sul pianeta. L’ultima accurata ricerca scientifica pubblicata sull’argomento ci dice che l’intervento umano, sottrae il 24% della produttività primaria netta della superficie delle terre emerse (Haberl et al., 2007). Le prime ricerche in questo campo, riportavano cifre che giungevano fino al 39% (Vitousek et al., 1986).

Da quando abbiamo inviato nello spazio i primi satelliti per rilevare i dati sullo stato della Terra, abbiamo acquisito una quantità ingente di informazioni che fanno luce sui risultati del nostro pesante impatto. Sin dal lancio del primo satellite nello spazio

per rilevamenti meteorologici, nel 1960, le tecniche del remote sensing satellitare si sono affermate come un elemento indispensabile per condurre osservazioni della Terra nel tempo e ad ampia scala. Il 23 luglio 1972 fu lanciato il Landsat 1 della NASA, il primo satellite per monitorare la Terra. Da allora sono stati lanciati nello spazio altri satelliti Landsat, mentre globalmente oggi circolano più di 60 satelliti che scrutano il nostro pianeta e collezionano immagini della sua superficie.

Nel 2003 la Divisione dell'Early Warning and Assessment dell'UNEP, il Programma Ambiente delle Nazioni Unite, ha reso noto un rapporto affascinante intitolato "Selected Satellite Images of Our Changing Environment" che utilizza le immagini da satellite per documentare i cambiamenti ambientali della superficie del pianeta negli ultimi trent'anni e il bellissimo atlante "One Planet, Many People. Atlas of our Changing Environment" (UNEP, 2005) riassume il quadro preoccupante del ruolo umano sul pianeta.

È impressionante osservare la straordinaria urbanizzazione e trasformazione del suolo in città come Pechino, Nuova Dehli, Città del Messico e Santiago del Cile; oppure rilevare la drammatica crescita delle superfici deforestate in Rondonia in Brasile o nella taiga della Russia, la drastica riduzione di laghi come il lago Chad o il lago d'Aral in Kazakistan, l'incessante distruzione degli ambienti naturali nelle Everglades negli Stati Uniti o nella zona del lago Nakuru in Kenya, tanto per citare solo alcuni esempi.

Quanto è inoppugnabilmente documentato dai satelliti è ulteriormente confermato da tutte le ricerche degli scienziati che si occupano dei cambiamenti globali.

Dal 9 al 12 novembre del 2006 si è tenuta a Beijing l'ultima grande *Open Science Conference* dell'Earth System Science Partnership (ESSP) dal titolo "Global Environmental Change: Regional Challenges".

In questa occasione i maggiori esperti mondiali dei quattro grandi programmi di ricerca internazionale sul cambiamento globale riuniti appunto nell'Earth System Science Partnership hanno fatto il punto sulle conoscenze relative a quanto l'impatto umano sui sistemi naturali sia scientificamente documentabile rispetto alla variabilità naturale.

I dati sin qui raccolti confermano ed arricchiscono il quadro di grande preoccupazione che era stato esposto già nell'Open Science Conference sul cambiamento globale tenutasi ad Amsterdam del 2001 (vedasi in proposito i volumi di Steffen et al., 2002 e 2004).

Stiamo modificando profondamente il pianeta agendo come una forza geologica ed in tempi molto brevi; non conosciamo nel dettaglio quali potrebbero essere le conseguenze di queste straordinarie modificazioni ma tutto ci fa pensare che, paradossalmente, gli effetti che ne derivano già costituiscono oggi e costituiranno sempre più nel futuro un grave problema per la sopravvivenza proprio del genere umano, grande protagonista di questi stessi cambiamenti.

L'ampio ed articolato lavoro di indagine e ricerca realizzato nell'ambito dell'Earth System Science Partnership, la coalizione più qualificata ed autorevole a livello internazionale sui problemi dei cambiamenti globali, mira proprio a fornire la conoscenza scientifica utile per incrementare la sostenibilità del nostro pianeta

vivente. In particolare l'attività scientifica analizza i processi interattivi di tipo fisico, chimico e biologico che definiscono la dinamica del sistema Terra nonché i cambiamenti che hanno luogo in tali dinamiche ed il ruolo che rivestono le attività umane in questi cambiamenti (vedasi l'interessantissimo nuovo Science Plan dell'International Geosphere Biosphere Programme, 2006).

Nell'ambito dei numerosi programmi di ricerca sul cambiamento globale il Global Land Project opera attivamente per comprendere le dinamiche dell'intervento umano sul suolo del pianeta, fondamentale legame tra gli straordinari processi fisici, chimici e biologici della nostra terra ed il progressivo espandersi dell'intervento umano con la trasformazione del suolo e l'incremento delle infrastrutture, degli insediamenti e delle aree urbane (Global Land Project, 2005).

Generalmente la diffusione dei sistemi urbani incrementa la vulnerabilità dei sistemi naturali rendendo più difficile la concretizzazione di azioni verso la sostenibilità che dovrebbero invece mirare a mantenere alta la vitalità e la resilienza dei sistemi naturali stessi (Bologna, 2005).

Come ha scritto lo storico John McNeill (2000): “ Nel XX secolo il processo di urbanizzazione ha avuto ripercussioni enormi sull'intera vita dell'uomo ed ha rappresentato una frattura notevole rispetto ai secoli precedenti. In nessun altro luogo come in città l'uomo ha alterato l'ambiente: ma l'impatto delle città è andato ben al di là delle mura cittadine. L'espansione urbana è stata fonte primaria di cambiamento ambientale.” Nel XX secolo le città sono diventate l'habitat più diffuso della specie umana riconfigurando anche il mondo rurale e convertendone una parte sempre più ampia alla soddisfazione delle esigenze della popolazione urbana. Questi fenomeni saranno sempre più accentuati in questo secolo.

La frammentazione ambientale sta diventando uno dei fenomeni più preoccupanti per la modificazione degli ambienti naturali (Bennet, 1999, Battisti, 2004, Farina, 2001, Crooks and Sanjayan, 2006).

La frammentazione ambientale è un processo dinamico, dovuto all'intervento umano, attraverso il quale un'area naturale subisce una suddivisione in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli ed isolati.

Il processo di frammentazione interviene su una preesistente eterogeneità ambientale (che gli ecologi definiscono *patchiness*) portando alla giustapposizione di tipologie ecosistemiche, di tipo naturale, seminaturale, artificiale, differenti strutturalmente e funzionalmente tra di loro.

Alla scala del paesaggio e nelle aree storicamente interessate alla presenza umana, il processo di frammentazione ha condotto alla strutturazione di veri e propri “ecomosaici” paesistici; in essi si può distinguere una matrice antropica venutasi a formare per scomparsa o alterazione delle preesistenti tipologie ecosistemiche, all'interno delle quali restano dei frammenti ambientali residui.

La frammentazione ambientale influenza i fattori ed i processi ecologici a tutti i livelli gerarchici (dall'individuo all'ecosistema ed al paesaggio) e lo fa a scale spaziali e temporali differenti. Ha effetti maggiori dove sono presenti (vedi, ad esempio, le aree tropicali) più specie viventi con ridotte capacità dispersive ed elevata specializzazione ecologica. Nei frammenti le popolazioni delle specie viventi, isolate

e ridotte di dimensioni, mostrano una maggiore vulnerabilità verso gli eventi stocastici.

Nel 2006 il *Sustainable Europe Research Institute* (SERI), insieme ad altri prestigiosi istituti scientifici, ha contribuito notevolmente alle ricerche sul metabolismo delle nostre società rendendo noto i dati sui flussi di materia a livello mondiale derivanti dalle più recenti ricerche (vedasi il sito <http://www.materialflows.net>) molte delle quali dovute al progetto europeo MOSUS (*Modelling opportunities and limits for restructuring Europe towards sustainability*).

Il consumo mondiale di risorse naturali come il petrolio, il carbone, i metalli, i materiali da costruzione ed i prodotti dell'agricoltura e della selvicoltura è aumentato anno dopo anno. La quantità annuale di risorse estratte dagli ecosistemi del mondo è cresciuta dai 40 ai 53 miliardi di tonnellate annue dal 1980 al 2002, un incremento di un terzo in soli 22 anni.

Nello stesso tempo il progresso tecnologico ha consentito una maggiore efficienza della produzione. Rispetto al 1980 oggi, mediamente, si utilizza un 25% in meno di risorse naturali per produrre un' unità di valore economico.

Nonostante ciò, essendo l'economia mondiale cresciuta nello stesso periodo dell'82%, questo guadagno di efficienza viene, di fatto, sorpassato dalle dimensioni e dall'incremento complessivi della produzione e del consumo.

Gli scenari futuri dimostrano ulteriori preoccupanti livelli di crescita. Gli studiosi stimano un'estrazione di risorse per 80 miliardi di tonnellate per il 2020, e sembra superfluo ricordare che oggi, gli abitanti in Africa consumano almeno dieci volte di meno degli abitanti nei paesi industrializzati (Giljum, 2006).

La grande sfida che l'umanità ha oggi davanti a sé riguarda quindi la sua capacità di integrare il più possibile il metabolismo dei nostri sistemi sociali con quello dei sistemi naturali dai quali deriviamo e senza i quali non possiamo vivere.

Ricordano infatti William McDonough e Michael Braungart (2003) nel loro noto volume "Dalla culla alla culla", una sorta di manifesto dell'ecoefficacia :

"Considerate questo: le formiche del Pianeta, nell'insieme, hanno una biomassa maggiore di quella degli esseri umani. Sono state incredibilmente industriose per milioni di anni, tuttavia la loro produttività nutre le piante, gli animali e il suolo. L'industria umana ha funzionato a pieno regime per poco più di un secolo e in questo pur breve lasso di tempo ha rovinato praticamente tutti gli ecosistemi della Terra. Non è la natura che ha un problema di progettazione. Siamo noi."

Scrivono ancora McDonough e Braungart : " Se gli esseri umani desiderano conservare l' attuale stato di benessere, dovranno imparare a imitare il sistema di flussi di nutrienti e il metabolismo altamente efficace della natura, "dalla culla alla culla", in cui il concetto stesso di rifiuto non esiste. Eliminare il concetto di rifiuto significa progettare tutto –prodotti, imballaggi e sistemi – fin dall'inizio in base al principio che il rifiuto non esiste. Significa che saranno le preziose sostanze nutritive contenute nei materiali a modellare il progetto e a definirlo, che la sua forma sarà determinata dall'evoluzione, non solo dalla funzione. Siamo convinti che questa sia una prospettiva decisamente più valida rispetto a quella odierna [...] Ci sono due

distinti metabolismi sul nostro Pianeta. Il primo è il metabolismo biologico o della biosfera, cioè i cicli della natura. Il secondo è il metabolismo tecnico o della tecnosfera, cioè i cicli dell'industria che comprendono anche il prelievo di materiali tecnici da luoghi naturali. Se progettati correttamente, tutti i prodotti e i materiali dell'industria alimenteranno senza rischi entrambi i metabolismi.”

Raccogliere questa sfida e vincerla è uno degli obiettivi centrali della concretizzazione della sostenibilità per il nostro immediato futuro. Sostenibilità vuol dire proprio questo: riarmonizzare il metabolismo sociale rispetto a quello naturale (Bologna, 2005).

La necessità di armonizzare i nostri metabolismi con quelli naturali è ormai da vari anni oggetto di un'intera disciplina di taglio ecologico, l'Industrial Ecology, con un'apposita organizzazione scientifica, *l'International Society for Industrial Ecology* (vedasi il sito <http://www.yale.edu/is4ie>).

Non solo ma da qualche decennio studiosi antesignani hanno sottolineato l'importanza dell'adeguamento del nostro modo di agire a quelli della natura sotto tutti i punti di vista: ad esempio, il libro di Ian McHarg “Design with Nature”(1969) è diventato un classico ed una fonte di ispirazione per numerosi tentativi mirati a pianificare nel rispetto delle caratteristiche naturali dell'ambiente.

Ormai è veramente difficile pensare che possa continuare l'andamento di crescita materiale e quantitativa sin qui perseguito dalle società umane. Questa crescita ha permesso standard di vita che i nostri antenati non avrebbero nemmeno potuto immaginare, ma, come ben sappiamo, ha anche straordinariamente danneggiato i sistemi naturali, grazie ai quali riusciamo a vivere. Il modello economico che domina il mondo (profondamente basato sullo spreco, sull'usa e getta e sull'utilizzo indiscriminato dei combustibili fossili come fonte di energia) è oggi in evidente difficoltà. Siamo entrati nel nuovo secolo e abbiamo un bisogno estremo di cambiare il modello economico; necessitiamo di un'economia ecologicamente e socialmente “sostenibile” che consenta lo sviluppo umano senza distruggere le basi naturali su cui poggia e che riesca a offrire a tutti prospettive di vita eque.

Questa è la grande e straordinaria sfida che abbiamo di fronte. Affrontarla e risolverla significa affrontare una transizione epocale, di portata pari a quella della Rivoluzione Industriale e cioè di quel processo che ci ha portato i dilemmi che oggi dobbiamo assolutamente risolvere.

### ***La risposta del mondo politico-economico***

In questi anni abbiamo quindi assistito ad uno straordinario incremento di conoscenze e comprensione dei fenomeni relativi alla nostra relazione con i sistemi naturali, ma non vi è stata, contestualmente, come ci si sarebbe almeno in parte aspettato, una conseguente ed adeguata reazione politico-economica.

E' evidente che la conoscenza che abbiamo oggi non è paragonabile persino a quella esistente già prima della Conferenza ONU su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992 .

E' altrettanto evidente che non cado nell'ingenuità di proporre una casualità lineare tra crescita della conoscenza e adeguata reazione concreta dell'intervento politico, ma, francamente, questo dato non può non farci riflettere.

Paradossalmente, in questo periodo, sembra invece essersi incrementata una vera e propria industria professionale del negazionismo che cerca proprio di screditare a livello medio le evidenze scientifiche in campo ambientale e che non mette solo in discussione gli avanzamenti delle conoscenze sul nostro ruolo nelle modifiche del sistema climatico ma cerca di contestare tutte le conoscenze relative all'impatto della specie umana sul pianeta. Inutile dire che di scientifico in queste posizioni, profondamente ideologiche, c'è ben poco.

La documentazione su questo filone negazionista è ingente ed è ricca di documentati libri, dossier, rapporti, siti internet ecc. (cito solo un paio di validi e recenti esempi, il bel libro di Monbiot, 2007 ed il rapporto *dell'Union of Concerned Scientists e del Government Accountability Project*, 2007).

Il ruolo avuto dalle amministrazioni di George W. Bush negli USA in questo campo è incontestabile e documentato. In questi movimenti negazionisti si confondono chiari interessi di parte delle grandi multinazionali (quali quelle petrolifere, come la Exxon Mobil) e singolari "fondamentalismi" cristiani che vedono ogni bene in qualsiasi azione l'uomo compia, anche di forte distruzione dell'ambiente (ovviamente la posizione ufficiale della Chiesa cattolica, espressa dal Papa e dalle Conferenze episcopali è profondamente diversa da questi fondamentalismi).

Sarebbe veramente importante cercare di fare una valutazione del costo dell'inazione nell'arco di questi ultimi dieci anni, non solo da un punto di vista squisitamente economico (valutazioni di questo tipo sono state già avviate da una ricca produzione scientifica, mi limito a ricordare, in questa sede, la cosiddetta Stern Review, 2007 ed il progetto europeo *Peseta*, sulla base del quale è stato elaborato il rapporto della Commissione Europea che indica al 2020 l'obiettivo della riduzione del 20% delle emissioni climalteranti, l'incremento del 20% dell'efficienza energetica e l'incremento del 20% di energia rinnovabile in Europa) ma anche di tipo ecologico, sociale e sanitario.

D'altro canto non si deve sottacere il ruolo importante che hanno avuto, in questi anni, la comunità scientifica e la cosiddetta società civile, anche organizzata in associazioni e gruppi, nell'approfondire, diffondere e cercare di creare una forte sensibilizzazione ed azione su queste problematiche.

Non si può neanche annichilire un ruolo del mondo politico ed economico che pure c'è stato (basti pensare, solo per citare un esempio, il ruolo dell'Unione Europea, per ora ancora molto a parole, sugli impegni per fronteggiare il cambiamento climatico antropogenico).

Oggi abbiamo, come abbiamo visto, molti più strumenti di prima per agire e per agire concretamente.

Il punto centrale è che ancora non viene chiaramente messo in discussione il mito della crescita materiale e quantitativa, nonostante la straordinaria validità delle riflessioni avviate, sin dal 1972, dal Club di Roma. Credere di risolvere tutto con il rafforzamento dell'eco-efficienza per ridurre l'input di materie prime ed energia nella

produzione di beni e servizi rischia di essere un'illusione, considerato l'incremento della popolazione e la significativa crescita dei "nuovi consumatori".

Ormai da tempo sappiamo che non agire ora vuol dire rendere tutto più difficile domani e nel futuro. E' pertanto necessaria una vera e propria alfabetizzazione sulle questioni della sostenibilità nelle accezioni più avanzate di questo concetto che sono riscontrabili nell'ambito della scienza della sostenibilità e che comprenda il concetto di cambiamento globale, di dinamica integrata dei sistemi socio-ecologici, di valutazione della resilienza e della vulnerabilità, ecc.

Non dimentichiamoci comunque come già ricordava Al Gore nel suo volume "La terra in bilico" (1992) che "La lotta per salvare l'ambiente è, per certi versi, molto più difficile di quanto lo fu la lotta per sconfiggere Hitler, perché questa volta la guerra è contro noi stessi. Il nemico siamo noi, così come siamo noi stessi i nostri stessi alleati."

Come ricorda anche George Monbiot nel suo ultimo bel libro, già prima richiamato : "Ho tentato di dimostrare che la riduzione necessaria delle emissioni di carbonio è – per quanto difficile – tecnicamente ed economicamente possibile. Non ho dimostrato che è politicamente possibile. E c'è un motivo per questa scelta. Non tocca a me farla. Tocca a voi.

Chi di noi sta già partecipando alle campagne per la riduzione degli impatti dei cambiamenti climatici non può farlo da solo. Considerando che si tratta del pericolo più grande che il mondo si trova oggi ad affrontare, siamo sorprendentemente pochi. Sembra più facile persuadere le persone a protestare contro l'interruzione di un motivo musicale preferito, o contro la rinuncia al sistema di misure imperiali, oppure, per rimanere in tema, contro gli autovelox e i prezzi elevati del carburante che ad affrontare una minaccia alla nostra esistenza. C'è una ragione ovvia di tutto ciò: in quei casi c'è qualcosa che ci viene fatto. In questo caso lo facciamo a noi stessi. Combattendo i cambiamenti climatici, dobbiamo combattere non solo le aziende petrolifere, le linee aeree e i governi del mondo ricco; dobbiamo anche combattere contro noi stessi. "

## Bibliografia

Battisti C., 2004 – Frammentazione ambientale – Provincia di Roma, Assessorato Politiche agricole, ambientali e protezione civile.

Bennett A. F., 1999 – Linkages in the landscapes. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation – IUCN, World Conservation Union.

Bologna G., 2005 – Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro – Edizioni Ambiente.

Brown L. R., 1980 – Il 29° giorno – Sansoni editore.

- Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo , 1988 – Il futuro di noi tutti – Bompiani.
- Crooks K.R. e Sanjayan M. (a cura di), 2006 – Connectivity Conservation – Cambridge University Press.
- Crutzen P.J., 2002 – Geology of Mankind – Nature, 415; 23.
- Crutzen P.J. , 2005 – Benvenuti nell'Antropocene ! – Mondadori.
- Crutzen P. J. e Stoermer E.F., 2002 – The Anthropocene – IGBP Newsletter
- Farina A., 2001 – Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni – UTET.
- Falk D.A., Palmer M. e Zedley Y., 2007 – Foundations of Restoration Ecology – Island Press.
- Farley J., Erickson J. e Daly H., 2005 – Ecological Economics – Island Press.
- Giljum S., 2006 – Global appropriation of environmental space. Past trends and future scenarios of natural resources use in different world regions – paper presented at the workshop “Raum ohne Huter? Nachhaltigkeit und Verantwortung im Konzepts des Umweltraums” October 9, 2006 Heinrich Boll Foundation, Berlin.
- Global Land Project, 2005 – Science Plan and Implementation Strategy – International Geosphere Biosphere Programme Report No. 53/ International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change Report No. 19.
- Gore Al, 1992 – La terra in bilico – Laterza editore.
- Groom M.J., Meffe G.K. e Carroll C.R. (a cura di), 2006 – Principles of Conservation Biology – 3° edizione, Sinauer & Associates.
- Gunderson L.H. e Holling C.S., (a cura di), 2002 – Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems – Island Press.
- Haberl H., et al., 2007 – Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems – Proceedings of National Academy of Sciences, [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0704243104](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0704243104)
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 : l'ultimo rapporto dell'IPCC reso noto nel 2007 ed, in parte, già disponibile sul sito, sarà pubblicato dalla Oxford University Press (vedasi il sito IPCC <http://www.ipcc.ch> ).
- International Geosphere Biosphere Programme, 2006 – Science Plan and Implementation Strategy – IGBP Report No. 55.
- Kareiva P., Watts S., Mc Donald R. e Boucher T, 2007 – Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare – Science; 316; 1866-1869.
- McDonough W. E Braungart M., 2003 –Dalla culla alla culla – Blu Edizioni.
- McHarg I., 1969 – Design with Nature – Garden City, Natural History Press.

McNeill J.R., 2002 – Qualcosa di nuovo sotto il sole. Storia dell'ambiente nel XX secolo – Einaudi.

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. e Behrens III W. W., 1972 – I limiti dello sviluppo – Mondadori .

Meadows D. H., Meadows D.L., Randers J., 1993 – Oltre I limiti dello sviluppo – Il Saggiatore.

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., 2006 – I nuovi limiti dello sviluppo – Mondadori.

Millennium Ecosystem Assessment , 2006 – Ecosystems and Human Well-being – 5 volumi, Island Press (i volumi e tanti altri documenti relative al rapporto possono essere scaricati dal sito <http://www.maweb.org> )

Mygatt E., 2006 – Fueled by developing Asia, global economy continues to expand – Earth Policy Institute (vedasi sito <http://www.earth-policy.org>)

Monbiot G., 2007 – Calore ! – Longanesi editore.

Odum E.P., 1973 – Principi di ecologia – Piccin.

Odum E.P., 1988 – Basi di ecologia – Piccin.

Palumbi S., 2003 – L'evoluzione esplosiva. Come gli esseri umani provocano rapidi cambiamenti evolutivi – Giovanni Fioriti Editore.

Peseta Project , Impacts of Climate Change in Europe vedasi on line <http://peseta.jrc.es>

Reitan P., 2005 – Sustainability Science and What's Needed Beyond Science – Sustainability: Science, Practice & Policy online <http://www.nbii.org>

Resilience Alliance, 2007 – Assessing resilience in social-ecological systems. A workbook for scientists – Version 1.1 Draft for testing and evaluation on line sito <http://www.resalliance.org>

Resilience Alliance, 2007 – Assessing and managing resilience in social-ecological systems: A practitioners workbook – Version 1.0 June 2007 on line sito <http://www.resalliance.org>

Schneider S., 1990 – L'effetto serra – Geo Edizioni.

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

Steffen W, Sanderson A., Jager J. Tyson P.D., Moore III B., Matson P. A., Richardson K., Oldfield F., Schellnhuber H. J., Turner II B.L., e Wasson R.J., (a cura di), 2004, Global Change and the Earth System. A Planet under Pressure – Springer Verlag. (vedasi anche il sito dell'Earth System Science Partnership, <http://www.essp.org>)

Stern Review, 2007 – The Economics of Climate Change – Cambridge University Press.

Stiglitz J. E., 2006 – La globalizzazione che funziona – Einaudi.

United Nations Environment Programme, 2003 - Selected Satellites Images of Our Changing Planet - UNEP/DEWA/rs.03-1 (vedasi on line <http://www.na.unep.net> )

United Nations Environment Programme, 2005 - Our Planet, Many People. Atlas of Our Changing Environment - UNEP, DEWA (vedasi on line <http://www.na.unep.net>)

Union of Concerned Scientists e Government Accountability Project, 2007 – Atmosphere of Pressure. Political Interference in Federal Climate Science – UCS e GAP. (vedasi on line <http://www.ucsusa.org>)

Walker B.H., Holling C.S., Carpenter S.C. e Kinzig A., 2004 – Resilience, Adaptability and Transformability – Ecology and Society 9 (2)  
on line <http://www.ecologyandsociety.org>

Vitousek P.M, Ehrlich P.R., Ehrlich A.H. e Matson P.A., 1986 - Human Appropriation of the Products of Photosynthesis – BioScience 36 (6), 363-373

Walker B.H. e Salt D., 2006 – Resilience Thinking – Island Press.

Weiner J., 1992 – Fra cent'anni – Sperling & Kupfer.

Worldwatch Institute, 2006 – Vital Signs 2006-2007. The Trends That Are Shaping Our Future – W.W. Norton & Company.