

GLI INDICATORI ECOLOGICI ED ECONOMICI DI SOSTENIBILITA'

Enzo Tiezzi

(Professore ordinario di Chimica Fisica all'Università di Siena)

Introduzione

Il concetto stesso di sostenibilità si basa sui seguenti punti:

- a) l'esistenza dei vincoli in un pianeta "finito" o, meglio, il riconoscere che esiste una "*carrying capacity*" del pianeta Terra (scherzosamente al II° Convegno mondiale di "Ecological Economics" a Stoccolma un ricercatore canadese iniziò il suo provocatorio intervento dicendo "supponiamo di avere due pianeti");
- b) la consapevolezza che la seconda legge della termodinamica pone dei limiti agli usi e alle trasformazioni energetiche;
- c) l'economia dello "*stato stazionario*" di Herman Daly, il padre della teoria della sostenibilità, che si basa appunto a sua volta sulla seconda legge della termodinamica.

Il professor Robert Costanza presidente dell'International Society for Ecological Economics (I.S.E.E.), così definisce la nuova disciplina: "*l'economia ecologica* è un tentativo di superare le frontiere delle discipline tradizionali per sviluppare una conoscenza integrata dei legami tra sistemi ecologici ed economici. Un obiettivo chiave in questa ricerca è quello di sviluppare modelli sostenibili di sviluppo economico, distinti dalla crescita economica che non è sostenibile in un pianeta finito. Un aspetto chiave nello sviluppare modelli sostenibili di sviluppo è il ruolo dei vincoli: vincoli termodinamici, limiti biofisici, limiti di risorse naturali, limiti all'assorbimento dell'inquinamento, limiti demografici, vincoli imposti dalla "*carrying capacity*" del pianeta e, soprattutto, limiti della nostra conoscenza rispetto a ciò che questi limiti sono e a come influenzano il sistema".

E' sotto gli occhi di tutti che l'economia orientata verso la crescita ha portato - e ancor più porterà - a disastri ambientali di dimensioni epocali. E' evidente che sia il modello capitalista sia quello del socialismo reale non sono "modelli sostenibili".

Per introdurre il concetto di sostenibilità è utile partire dalle teorie dell'economia dello stato stazionario di Herman Daly e dal suo famoso esempio del battello:

"l'internalizzazione delle esternalità è una buona strategia per adattare ottimalmente l'allocazione di risorse, facendo sì che i prezzi relativi rappresentino, in modo più appropriato, i costi marginali

sociali relativi. Ma ciò non rende il mercato capace di fissare i propri confini fisici assoluti con l'ecosistema più allargato. Per fare un'analogia: uno stivaggio appropriato distribuisce il peso nel battello in modo ottimale, così da massimizzare il carico trasportato. Ma c'è ancora un limite assoluto a quanto peso un battello possa trasportare, anche se questo è sistemato in modo ottimale. Il sistema dei prezzi può distribuire il peso regolarmente, ma, a meno che non sia integrato da un limite assoluto esterno, continuerà a distribuire uniformemente il peso addizionale fino a che il battello, caricato in modo opportuno, affonda”.

In altre parole, la capacità della Terra è limitata: l'economia non può non accettare i vincoli biofisici assoluti che il sistema termodinamico chiuso su cui viviamo comporta.

Per definire lo stato stazionario, Daly parte dal primo principio della termodinamica e cioè dal fatto che l'energia e la materia non possono essere né create né distrutte, ma solo trasformate: *“l'uomo trasforma le materie prime in merci e le merci in rifiuti.”* Prende poi in considerazione il secondo principio della termodinamica e l'entropia per definire i vincoli e i flussi di un *“sistema aperto” in stato stazionario o in equilibrio biofisico con l'ambiente esterno*. Daly individua nel secondo principio e nell'entropia la coordinata fisica fondamentale della scarsità: *“se non fosse per la legge dell'entropia, non ci sarebbe alcuna perdita; potremmo bruciare lo stesso litro di benzina in eterno, e il nostro sistema economico non avrebbe alcun rapporto con il resto del mondo della natura”*.

Si arriva così alla definizione di *economia in stato stazionario*: *“se usiamo il termine crescita per indicare un cambiamento quantitativo e il termine sviluppo per riferirsi a una modifica qualitativa, allora possiamo dire che l'economia in stato stazionario si sviluppa ma non cresce, proprio come la Terra, di cui l'economia umana è un sottosistema. Una ricchezza sufficiente, mantenuta e allocata efficientemente, distribuita in modo equo - e non per massimizzare la produzione - costituisce il giusto fine economico”*.

I valori etici e i vincoli biofisici trovano così la loro convergenza nell'economia in stato stazionario o in equilibrio biofisico, il cui sviluppo teorico ha portato - dieci anni dopo la sua formulazione - alla messa a punto del concetto di *sviluppo sostenibile*.

Le nuove teorie dello *sviluppo sostenibile* e dell'“*ecological economics*” ci pongono ora davanti un nuovo paradigma: non più un'economia basata su due parametri, il lavoro e il capitale, ma un'economia ecologica che riconosce l'esistenza di tre parametri, il lavoro, il *“capitale naturale”* e il *“capitale prodotto dall'uomo”*.

Intendendo per capitale naturale l'insieme dei sistemi naturali (mari, fiumi, laghi, foreste, flora, fauna, territorio), ma anche i prodotti agricoli, i prodotti della pesca, della caccia e della

raccolta e il patrimonio artistico-culturale presente nel territorio, si vede come sia fondamentale oggi investire in questa direzione.

Daly scrive: “per la gestione delle risorse rinnovabili ci sono due ovvi principi di sviluppo sostenibile. Il primo è che la velocità del prelievo dovrebbe essere pari alla velocità di rigenerazione (rendimento sostenibile). Il secondo, che la velocità di produzione dei rifiuti dovrebbe essere uguale alle capacità naturali di assorbimento da parte degli ecosistemi in cui i rifiuti vengono emessi. Le capacità di rigenerazione e di assorbimento debbono essere trattate come *capitale naturale*, e il fallimento nel mantenere queste capacità deve essere considerato come consumo del capitale e perciò non sostenibile”.

Herman Daly abbandona così le certezze dell'economia classica e il determinismo della “mano invisibile del mercato” affrontando il tema della complessità ecologica in questi termini: “ci sono due modi di mantenere il capitale totale intatto. La somma del capitale naturale e di quello prodotto dall'uomo può essere tenuta ad un valore costante; oppure ciascuna componente può essere tenuta singolarmente costante. La prima strada è ragionevole qualora si pensi che i due tipi di capitale siano sostituibili l'uno all'altro. In quest'ottica è completamente accettabile il saccheggio del capitale naturale fintantoché viene prodotto dall'uomo un capitale di valore equivalente. Il secondo punto di vista è ragionevole qualora si pensi che il capitale naturale e quello prodotto dall'uomo siano complementari. Ambedue le parti devono quindi essere mantenute intatte (separatamente o congiuntamente ma con proporzioni fissate) perché la produttività dell'una dipende dalla disponibilità dell'altra. La prima strada è detta della “*sostenibilità debole*”, la seconda è quella della “*sostenibilità forte*”.

Il capitale naturale e quello prodotto dall'uomo sono fundamentalmente complementari e, solo in misura marginale, si possono considerare intercambiabili. Quindi è la sostenibilità forte il concetto rilevante, anche se la sostenibilità debole è un utile primo passo avanti.

Il flusso di risorse naturali e lo stock di capitale naturale che lo genera sono la causa materiale della produzione; lo stock di capitale che trasforma gli input di materia grezza in prodotti è la causa efficiente della produzione. Non si può sostituire una causa efficiente con una causa materiale: non si può costruire la stessa casa di legno con metà legname, non importa quante seghe o martelli si pensa di sostituire.

Alcuni preconcetti ci trattengono dal vedere l'ovvio: in particolare che *la pesca è limitata dalla popolazione dei pesci nel mare non dal numero di pescherecci; che il legname è limitato da ciò che rimane delle foreste non dal numero delle segherie. Più segherie e più pescherecci non danno come risultato maggior legname e più pesce pescato. Per questo c'è bisogno di più foreste e di un maggior numero di pesci nel mare. Il capitale naturale e il capitale prodotto sono*

complementari; e il capitale naturale è divenuto il fattore limitante. Più capitale prodotto, lungi dal sostituire il capitale naturale, fa aumentare la domanda di quest'ultimo in maniera complementare, facendolo diminuire per supportare temporaneamente il valore del capitale prodotto e rendendolo, in tal modo, ancora più limitante per il futuro”.

Oggi stiamo vivendo la transizione da un'economia da “mondo vuoto” ad un'economia da “mondo pieno”: in questa seconda fase l'unica strada di sostenibilità passa dall'investire nella risorsa più scarsa, nel fattore limitante. Sviluppo sostenibile significa quindi investire nel capitale naturale e nella ricerca scientifica sui cicli biogeochimici globali che sono la base stessa della sostenibilità della biosfera.

Infatti secondo Daly se accettiamo il fatto che il capitale naturale e quello prodotto dall'uomo sono complementari e non possono sostituirsi l'uno all'altro, cosa ne consegue? Ne consegue che *se i fattori sono complementari allora quello in minore quantità sarà un fattore limitante*. Se i due fattori sono intercambiabili allora nessuno dei due può essere un fattore limitante perché la produttività dell'uno non dipende dalla disponibilità dell'altro. L'idea che o il capitale naturale o quello prodotto possano essere dei fattori limitanti non può scaturire se si continua a pensare che i due si possano sostituire a vicenda. Una volta che ci siamo resi conto che sono complementari dobbiamo domandarci quale dei due sia il fattore limitante, cioè quale sia disponibile in minor misura.

Il precedente ragionamento implica la tesi che: *il Mondo sta passando da un'era in cui il fattore limitante era il capitale prodotto dall'uomo ad un'era in cui il fattore limitante è quel che rimane del capitale naturale*. “Oggi -scrive Daly- la quantità di petrolio greggio estratta è limitata dalla disponibilità di petrolio nei pozzi (o anche dalla capacità dell'atmosfera di assorbire CO₂), non dalla capacità di estrazione; la produzione agricola è spesso limitata dalla disponibilità d'acqua, non dai trattori o dalle mietitrici. Siamo passati da un mondo relativamente ricco di capitale naturale e privo di capitale prodotto (e di uomini), ad un mondo che è, al contrario, povero di capitale naturale e ricco di capitale prodotto.

In un processo produttivo, un flusso di materia e di energia di origine naturale è trasformato in un flusso di prodotti finali da parte di un certo numero di agenti di trasformazioni, ossia lavoro e capitale. Capitale e lavoro sono sostituibili l'uno all'altro fino a un certo grado, perché in un processo di produzione la loro funzione qualitativa è la stessa: sono infatti entrambi agenti di trasformazione del flusso di materia prima di prodotti finiti. Ma i ruoli qualitativi di risorse e capitale sono totalmente differenti: la stessa differenza che c'è tra trasformatore e trasformato, tra stock e flusso.”

Gli indicatori

L'analisi eMergetica

L'analisi eMergetica fornisce una valutazione del valore “ambientale” di ogni risorsa, considerando i processi “reali” che stanno alla base dei sistemi antropici e di quelli naturali. Il presupposto da cui muove l'analisi è che tutto ha un contenuto energetico e richiede dei flussi di energia e di materia per essere prodotto; la valutazione di tali flussi consente all'eMergia di tener conto del lavoro che l'ambiente ha dovuto svolgere per produrre un certo bene o prodotto.

L'analisi eMergetica è dunque un utile strumento per definire politiche di gestione del capitale naturale e di quello prodotto dall'uomo che siano sostenibili, non solo da un punto di vista economico, ma anche ambientale.

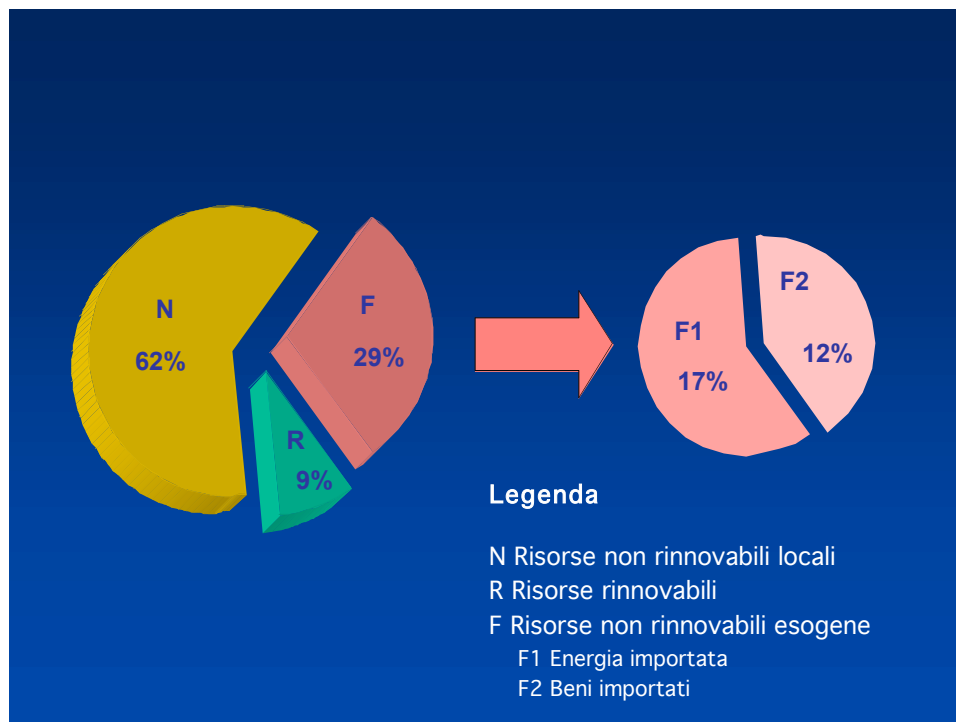


Figura 1: Ripartizione dell'uso delle risorse nella Provincia di Siena.

L'eMergia viene definita come l'energia solare usata in modo diretto e indiretto per ottenere un bene, una data energia o un servizio, e viene misurata in Joules solari (sej). Quanto più grande risulta essere il flusso eMergetico complessivo necessario a supportare un certo processo, maggiore è la quantità di energia solare che questo “consuma”, ovvero maggiore è il costo ambientale presente e passato necessario a mantenerlo.

La metodologia eMergetica identifica i flussi di energia e risorse che attraversano il sistema che si analizza e le criticità del territorio (v. fig. 1 e il diagramma energetico in fig. 3), e l'obiettivo ultimo è

quello di offrire degli indicatori di sostenibilità che, sulla base dei flussi di eMergia che insistono sul sistema, siano in grado di condensare tutte le informazioni raccolte. Tali indicatori si rivelano importanti strumenti per operare una valutazione di raffronto su scala sia temporale sia spaziale, confrontando cioè i risultati in momenti diversi e tra sistemi diversi (v. fig. 2). In tal modo l'eMergia è utile per fornire indicazioni sul percorso dello sviluppo, sull'uso delle risorse (impatto ambientale ed efficienza di conversione), sulla sostenibilità nel lungo periodo e sull'equilibrio degli scambi commerciali con altri paesi.

L'analisi eMergetica di Siena mostra che il rapporto fra le risorse non rinnovabili e quelle rinnovabili è fra i più favorevoli che siano emersi con questo tipo di analisi, sia in Italia sia in altre parti del mondo. Emerge un settore su cui porre l'attenzione per la programmazione futura, quello dell'estrazione dei materiali da cava, che sono risorse non rinnovabili.

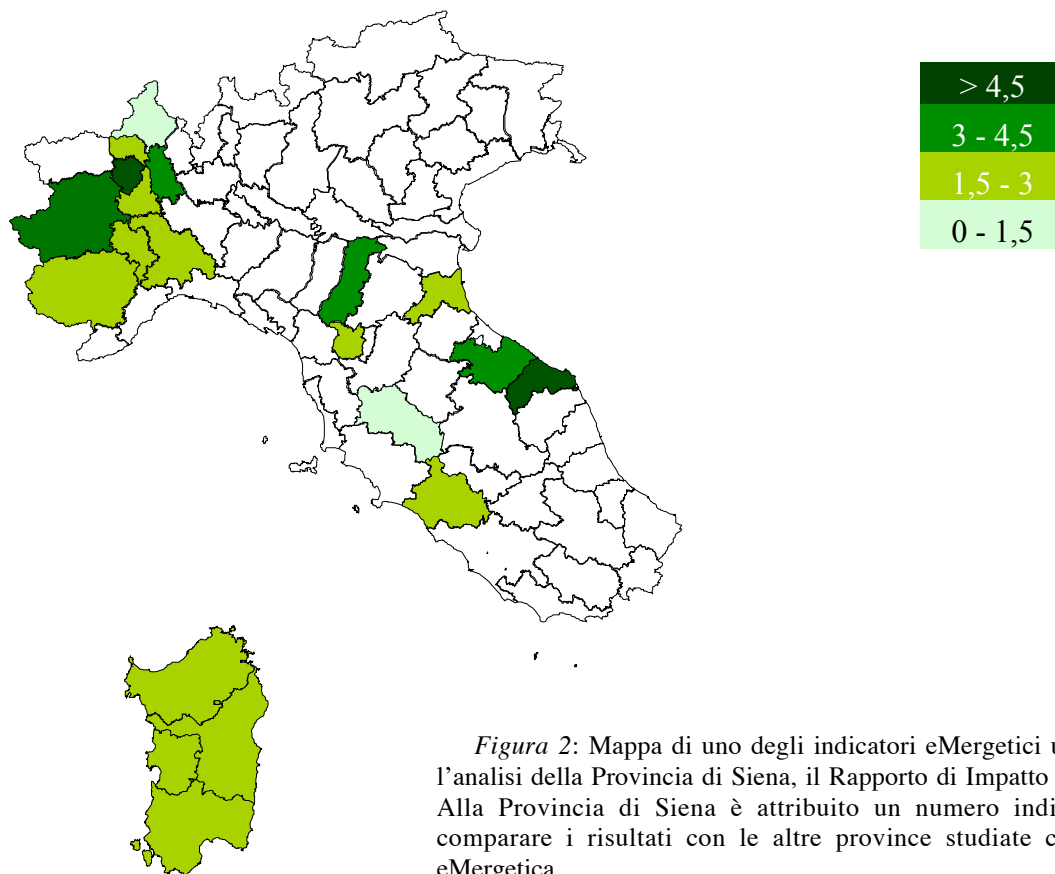


Figura 2: Mappa di uno degli indicatori eMergetici utilizzati per l'analisi della Provincia di Siena, il Rapporto di Impatto Ambientale. Alla Provincia di Siena è attribuito un numero indice = 1 per comparare i risultati con le altre province studiate con l'analisi eMergetica.