

# Spazio Ambientale



REGIONE TOSCANA

Amici della Terra

Ottobre 2004

Calcolo dello Spazio Ambientale della Regione





## **Gruppo di Lavoro**

**Responsabile dello studio** Giovanni Mastino

**Collaboratori** Isabella Buscema  
Giuseppe Molinaro  
Francesco Ingino

© **Regione Toscana**  
Presidenza della Giunta Regionale,  
Settore Programmazione dello Sviluppo Sostenibile



## Indice

<b>1. Elementi generali dello Spazio Ambientale (SA)</b>	<b>4</b>
<b>1.a) Illustrazione delle basi scientifiche e delle valenze concettuali ambientali, politiche e sociali dello SA</b>	<b>4</b>
<b>1.b) Illustrazione della natura integrata dello SA (ambientale, economica e sociale) che lo rende idoneo a comprendere e valutare in modo sistemico le tendenze in atto</b>	<b>7</b>
<b>1.b.1) L'ambiente terrestre e le sue caratteristiche principali: le leggi ed i meccanismi di funzionamento, l'evoluzione, l'ecologia, gli ecosistemi</b>	<b>8</b>
<b>La natura e i suoi principi</b>	<b>8</b>
Caratteristiche generali dell'ambiente	8
Gli ecosistemi	9
I principali tipi di ecosistemi	10
Eventi e catastrofi naturali	12
Il metabolismo dell'ecosistema terrestre	14
Una componente essenziale ma fragile: il suolo	15
La sostenibilità della natura	16
<b>1.b.2) Ecosistemi naturali e sistema socio-economico (ecosistema umano)</b>	<b>17</b>
La società umana	17
I principi degli ecosistemi naturali	18
L'ambiente naturale e il sistema economico	21
Le problematiche ecologiche	21
Le problematiche economiche	23
<b>1.c) Illustrazione dell'impiego dello SA per analizzare l'efficacia delle politiche in atto, in ambito ambientale, in quello economico ed in quello sociale</b>	<b>25</b>
Le risposte politiche ai problemi ambientali	25
Il dibattito politico internazionale	25
De-materializzazione	26
Il principio precauzionale	27
La responsabilità delle imprese	28
Uso efficiente delle risorse ed economia	29
I nuovi orientamenti del profitto	32
I mercati locali e la loro rilevanza	34
Lo SA: strumento operativo di orientamento e intervento	36
Lo SA come riferimento generale	36
Il problema dell'energia	39
Le risorse non rinnovabili	40
Il territorio	41
I prodotti dell'agricoltura	41
Il legname	42
L'acqua	43
Le proposte attuative per la sostenibilità	43
I risultati di Europa Sostenibile	43
Per un'Europa sostenibile	47



Per un'Italia sostenibile	50
Le applicazioni	56
Iniziative in corso	56
Strumenti per la dematerializzazione	56
<b>2. Come calcolare lo Spazio Ambientale</b>	<b>60</b>
<b>2.a) Analisi degli interventi necessari per attuare un sistema di calcolo e monitoraggio dello SA in Toscana, in particolare per sviluppare un sistema di contabilità materiale delle risorse, da mettere in relazione con il sistema della contabilità economica convenzionale</b>	<b>60</b>
Lo stato dei dati disponibili	60
Interventi per la disponibilità dei dati	62
<b>2.b) Proposta di attuazione a livello regionale della metodologia di contabilità delle risorse già adottata da EUROSTAT</b>	<b>64</b>
Premessa	64
Obiettivi e strumenti	64
Aspetti metodologici generali	67
Aspetti metodologici specifici (indicatori)	69
Iniziative a livello italiano	79
Conclusioni	80
<b>3) Valutazione preliminare dello SA della Toscana sulla base dei dati disponibili in letteratura e presso la Regione</b>	<b>82</b>
Premessa	82
<b>3.a) I valori dei vari indicatori di SA per la Toscana</b>	<b>83</b>
<b>3.b) Confronto dei dati preliminari della Toscana con i valori calcolati in altri studi a livello nazionale ed europeo</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>93</b>
<b>Allegato 1: Contabilità dei flussi di materiali in Italia al 1997</b>	<b>97</b>
<b>Allegato 2: Valutazione della capacità di fissazione di CO<sub>2</sub> (carbon sink) della Regione Toscana</b>	<b>100</b>
<b>Figura 1: Rappresentazione schematica della struttura ciclica dell'ecosistema terrestre</b>	<b>103</b>



## 1. Elementi generali dello Spazio Ambientale (SA)

### **1.a) *Illustrazione delle basi scientifiche e delle valenze concettuali ambientali, politiche e sociali dello SA***

Il concetto di Spazio Ambientale (SA) è stato formulato nell'ambito scientifico del sistema universitario olandese in risposta alla necessità di individuare un metodo operativo capace di valutare la sostenibilità delle attività umane.

Esso nasce verso la metà degli anni '80 in concomitanza con il lavoro della Commissione Bruntland (Bruntland, 1988), come contributo ad una traduzione operativa del concetto di sostenibilità, che in quel periodo veniva enunciato in modo formale (uno sviluppo che consenta una fruizione delle risorse da parte della presente generazione senza pregiudicarne la possibilità per le generazioni future), ma non valutabile in base ai paradigmi scientifici, economici e sociali correnti. Questa formulazione, infatti, pur presentando notevoli aspetti innovativi, manteneva alcune lacune sostanziali: mentre introduceva il nuovo concetto dell'equità, intragenerazionale (una fruizione equa da parte di tutti i membri della presente generazione) e intergenerazionale (senza pregiudicarne la possibilità da parte delle generazioni future), risultava carente nell'identificare la natura finita delle risorse naturali e la dimensione della loro disponibilità (attuale, potenziale, futura) in rapporto al prelievo da parte dell'uomo ed ai modelli socio-economici in essere ed in divenire. Il riferimento alla capacità portante dell'ecosistema (carrying capacity) era insufficiente a considerare in modo adeguato anche aspetti relativi alla complessità dell'organizzazione degli ecosistemi di differente livello tassonomico e, comunque, il complesso della società umana con le sue criticità.

Per superare queste carenze sono stati compiuti vari tentativi di elaborazione capaci di reportare la complessità del sistema socio-economico con quella dei sistemi ecologici in un metro di valutazione unico. Tra questi sviluppi, uno dei più significativi è stato la formulazione del concetto di SA (Opschor et al., 1990) in modo da porre in relazione la disponibilità delle risorse ed il livello di prelievo da parte dell'uomo in una prospettiva di compatibilità a lungo termine. Esso risponde all'esigenza di individuare limiti



all'attività dell'uomo nell'ambiente (in pratica alle interazioni fra ecosistema umano/sistema socio-economico e gli altri ecosistemi) in modo da evitare o ridurre al minimo i rischi di conseguenze gravi ed irreversibili nel lungo termine.

In pratica, il concetto di SA punta a fissare i livelli di equilibrio tra uomo e ambiente in ragione del fatto che il mondo sviluppato, essendo fortemente infrastrutturato rischia di subire costi elevati o eccessivi se l'insieme delle condizioni ambientali (risorse) cambiano in modo consistente e persistente. Si tratta, quindi, di una risposta di un sistema a rischio che deve conoscere i limiti entro i quali può operare senza pregiudicare la sopravvivenza del proprio modello socio-economico.

Sin dalla sua formulazione, gli ideatori hanno sottolineato che lo SA non è un dato statistico costante e che, stante le incertezze conoscitive circa i sistemi ambientali complessi, esso dovesse essere basato anche sul principio precauzionale (Commissione delle Comunità Europee, 1992, 2001). Inoltre, lo SA considera come risorse tanto la capacità portante, quanto le riserve di materiali o la capacità produttiva primaria, ovvero tutto ciò che la natura è in grado di assicurare attraverso il funzionamento degli ecosistemi che la costituiscono. In tal senso, il concetto di SA rappresenta il prodotto reso disponibile come rendita dal capitale naturale, inteso come complesso delle risorse, rinnovabili e non. Per tali motivi un prelievo superiore allo SA significa intaccare il capitale naturale, mentre un uso inferiore significa aumentarlo.

In termini operativi, quindi, la prima formulazione definisce lo SA come *“la porzione di ambiente naturale che può essere utilizzata dall'uomo senza incorrere in rischi non accettabili”*.

In questa formulazione è stato ricavato, in modo implicito, il problema di un'equa ripartizione delle risorse. Infatti, il lavoro svolto dalla Commissione Brundtland ed i documenti di base fondamentali emersi dalla Conferenza su Sviluppo e Ambiente di Rio (1992) prendono atto che la limitatezza delle risorse richiede il riconoscimento di un principio di *equità* nella loro ripartizione tra gli stati e tra le popolazioni. In assenza di un tale punto fondante, sarebbe legittimato un accesso indiscriminato alle risorse, che potrebbe determinare costi sociali, economici ed ambientali non accettabili.

Pertanto, il concetto di SA è stato applicato in modo da incorporare anche il principio di *equità* (ogni essere umano ha diritto ad una eguale quota di risorse) ed ha così assunto, oltre al significato ambientale, anche un significato sociale e politico. L'*equità* è intesa nei confronti dell'attuale generazione e delle generazioni future.



Lo SA definisce, quindi, ***“la porzione di ambiente naturale che può essere utilizzata da ciascun essere umano senza incorrere in rischi non accettabili”***.

Lo SA, inoltre, avendo incorporato i principi fondamentali dell’ambiente e degli ecosistemi (v. par. succ.) si esprime con indicatori relativi alle risorse utilizzate dal sistema produzione-consumo (ecosistema umano) e consente di valutare l’efficienza di uso con cui esse sono impiegate. A livello dei sottosistemi (nazioni, regioni, comuni, imprese) questo significa valutare le prestazioni ambientali in relazione all’ecosistema globale e verificare se si sta operando in conformità ad esso (ovvero in modo sostenibile) o al di fuori delle condizioni (limiti) che esso comunque impone (insostenibilità).

Trattandosi di una valutazione quantitativa basata sui flussi di risorse in entrata ed in uscita dal sistema o sottosistema considerato, è relativamente agevole avere anche una stima della distanza tra la situazione attuale ed una soluzione di sostenibilità, che può essere perseguita anche al di fuori di accordi vincolanti globali, come obiettivo di politica ambientale, all’interno di strumenti volontari già in uso da parte di imprese ed istituzioni (eco-audit, Emas, ecolabel, ecc.).

Infatti, gli indicatori di SA consentono di definire uno schema quantitativo che può essere utilizzato come orientamento per la definizione delle politiche di intervento e transizione, nonché come base comune nelle negoziazioni sociali e politiche (Carley et al., 1999).

Lo SA, ad esempio, è stato utilizzato (Buitenkamp, 1991; Amici della Terra, 1995; Carley et al., 1999), attraverso un numero ristretto di indicatori, per elaborare valori di riferimento utili a valutare lo stato di insostenibilità di una situazione (aziendale, locale, regionale, nazionale, continentale).



### ***1.b) Illustrazione della natura integrata dello SA (ambientale, economica e sociale) che lo rende idoneo a comprendere e valutare in modo sistemico le tendenze in atto***

Al fine di fornire una più chiara spiegazione dell'utilità dello SA, in questo capitolo vengono riportate alcune considerazioni relative alle caratteristiche dell'ambiente ed alle problematiche ambientali delle attività umane. In particolare, l'obiettivo di questo contributo consiste nell'indicare la necessità di conformare queste ultime ai principi degli ecosistemi naturali e di dimostrare che lo SA, ed i suoi modi di utilizzazione, rappresentano uno sforzo di integrazione.

Pertanto, sono ricapitolate conoscenze ecologiche ben note, ma analizzate e commentate in modo da illustrare quanto sopra indicato. Si tratta di sviluppare una visione del mondo diversa da quella ancorata al pensiero meccanicistico cartesiano-newtoniano che è stato alla base del pensiero scientifico fino alla metà del XX° secolo. In questa visione la specie umana è al di sopra della natura, che è completamente ad essa asservita, come una gigantesca macchina smontabile e ricomponibile (riduzionismo scientifico).

Anche se la ricerca scientifica negli ultimi cinquanta anni ha evidenziato come, grazie alla sintonia, all'interrelazione ed alla cooperazione, si possano individuare correlazioni inusitate, con potenzialità finora inimmaginabili, la visione meccanicistica del mondo risulta ancora predominante. In particolare, le regole dell'economia e le istituzioni privilegiano un approccio specialistico che punta a separare i vari settori di intervento senza riuscire a sfruttare le sinergie che nascono dall'applicazione di approcci di integrazione tra vari settori di attività e tra di essi e l'ambiente.



### ***1.b.1) L'ambiente terrestre e le sue caratteristiche principali: le leggi ed i meccanismi di funzionamento, l'evoluzione, l'ecologia, gli ecosistemi***

#### ***La natura e i suoi principi***

##### **Caratteristiche generali dell'ambiente**

L'ambiente naturale può essere schematizzato come composto da quattro componenti principali, interconnesse tra loro:

- l'atmosfera;
- l'idrosfera;
- la litosfera;
- la biosfera.

L'atmosfera è l'involucro gassoso trattenuto in prossimità della superficie terrestre dalla forza di gravità e, quindi, caratterizzato da una densità che diminuisce progressivamente con l'altitudine fino al vuoto interplanetario; il suo limite esterno non è esattamente definito, ma per convenzione si assume che essa termini a 1.000 km dalla superficie del mare.

L'idrosfera è l'insieme delle acque presenti e circolanti sulla superficie e nella crosta terrestre, formato da oceani, mari, laghi, fiumi, ghiacci e acque meteoriche, ed occupa il 74% della superficie del pianeta.

La litosfera è costituita dall'involucro esterno del globo terrestre formato da rocce solide; è costituita dalla crosta (parte esterna) e dalla parte superficiale del mantello (parte intermedia tra crosta e nucleo), di spessore variabile tra 75 e 120 km, rispettivamente sotto gli oceani e in corrispondenza delle catene montuose.

La biosfera comprende le parti del pianeta occupate da organismi viventi; si può trovare nell'atmosfera fino a circa 5 km di quota, nella litosfera fino a quasi 2 km di profondità e in tutta l'idrosfera.

Queste componenti sono caratterizzate da dinamiche interne proprie e da interazioni fra di esse, alimentate dall'energia proveniente dal Sole, sotto forma di radiazione elettromagnetica, dall'energia termica presente all'interno del globo terrestre (ciò che resta dell'energia liberata dalle reazioni nucleari con le quali si sono formati gli elementi presenti sul pianeta a partire dalla materia cosmica circa 4 miliardi di anni fa) e



dall'energia gravitazionale (esercitata sulle masse materiali da tutti gli altri corpi celesti e che determina tanto il moto di rotazione e di rivoluzione della Terra, quanto i moti interni delle masse fluide del mantello e del nocciolo).

L'atmosfera con la sua dinamica, alimentata dall'energia solare e dal moto rotatorio della Terra, caratterizzata dall'alternarsi di giorno e notte, dalle stagioni, dai venti e dalle precipitazioni, interagisce con l'idrosfera, dando vita al movimento ciclico di masse di acqua, e con la litosfera, asportando materiale solido dalle terre emerse (erosione) al ritmo medio di 1-2 cm l'anno e convogliandolo verso il fondo dei mari (sedimenti).

L'idrosfera, la cui dinamica è costituita non solo dal ciclo evaporazione/precipitazione, ma anche dall'insieme delle correnti interne dei corpi idrici, dai più piccoli fino agli oceani, interagisce sia con l'atmosfera (v. sopra) che con la litosfera, contribuendo ad asportare (per lisciviazione) materiale solido dalle terre emerse verso il fondo dei mari.

La biosfera è presente in tutte le altre componenti ed ha senz'altro una massa molto piccola rispetto ad esse; tuttavia essa esercita un'influenza notevole grazie alla sua elevata interattività. La sua composizione rivela in essa la presenza prevalente di un numero molto ridotto (idrogeno, carbonio, azoto, ossigeno, fosforo e zolfo) dei 100 elementi chimici conosciuti sulla terra.

Questa configurazione schematica dell'ambiente è il risultato di una storia stimata in circa 5 miliardi di anni, iniziata con caratteristiche molto diverse: un ammasso di materia cosmica (nuclei di idrogeno), che è stata trasformata attraverso l'interazione tra le varie componenti. A partire dalla formazione degli elementi chimici, verso una complessità crescente, fino a determinare le varie forme di vita e le aggregazioni biologiche, ecologiche e sociali che hanno portato alla presenza della società umana.

Questa capacità di sviluppo (evoluzione) verso assetti di complessità crescente, utilizzando un insieme di risorse finito e limitato, lungo percorsi a ciclo chiuso, e in accordo con le leggi della termodinamica, rappresenta una caratteristica essenziale del pianeta Terra.

## **Gli ecosistemi**

Dal punto di vista funzionale, l'ambiente è organizzato in strutture complesse dette ecosistemi che si collocano in modo trasversale rispetto alla suddivisione in componenti



sopra indicata. Un ecosistema comprende tutti gli organismi che vivono insieme in una determinata area (comunità biotica), e che interagiscono con l'ambiente fisico che li circonda, in modo tale che l'energia che fluisce al suo interno determina una ben definita struttura ed un trasporto a ciclo chiuso della materia tra i vari organismi viventi e le componenti inorganiche.

Negli ecosistemi il flusso di energia è lineare, mentre i materiali, compresi i nutrienti necessari alla vita e l'acqua, vengono utilizzati a ciclo chiuso. Tutti i processi naturali sono irreversibili (secondo la definizione della termodinamica) e, quindi, anche se i materiali si muovono a ciclo chiuso, l'energia necessaria per muoverli lungo questi percorsi viene utilizzata in accordo con il secondo principio della termodinamica. La caratteristica principale degli ecosistemi consiste nell'includere risorse diverse (abiotiche e biotiche) in un sistema di relazioni che assicura stabilità e potenzialità di sviluppo a tutte le popolazioni presenti.

Gli ecosistemi sono capaci di autoregolarsi, con meccanismi di retro-azione interni e diffusi, sono dotati di flussi di comunicazione di tipo fisico, chimico e biologico, nonché di strumenti di connessione fra tutte le loro componenti, in modo da pilotare e regolare il sistema come un tutt'uno.

I meccanismi di controllo tendono a mantenere costanti nel tempo le caratteristiche dell'ecosistema (omeostasi). A causa della natura dinamica loro propria e delle interazioni con il resto dell'ambiente, gli ecosistemi possono trovarsi sottoposti a forti alterazioni, che vengono mitigate dai meccanismi di controllo, capaci di ripristinare le condizioni originali anche dopo alterazioni consistenti (resilienza). Tuttavia, se l'alterazione supera un certo valore (limite), l'ecosistema cambia struttura e diventa un altro ecosistema diverso da quello originario. La stabilità di un ecosistema dipende, quindi, non solo dalla sua storia evolutiva o dall'efficienza dei suoi controlli interni, ma anche dalla natura dei suoi scambi con l'ambiente circostante e dalla sua complessità.

### **I principali tipi di ecosistemi**

Un'illustrazione dei principali tipi di ecosistemi può essere fatta sulla base di vari criteri (complessità, funzioni, dimensioni, ecc.) ma, una distinzione fondamentale è quella basata sulla capacità dell'ecosistema di utilizzare l'energia nelle varie forme disponibili. L'importanza di questo criterio deriva dal fatto che l'energia è il motore esclusivo della



dinamica degli ecosistemi, della loro capacità di evoluzione verso forme di complessità crescente. Inoltre, questo criterio consente oggi di sviluppare una classificazione che comprende tanto le situazioni naturali quanto l'intervento dell'uomo:

1. ecosistemi naturali alimentati dall'energia solare;
  2. ecosistemi naturali alimentati dall'energia solare e da altre fonti energetiche;
  3. ecosistemi antropizzati alimentati dall'energia solare (agro-ecosistemi);
  4. ecosistemi urbani industrializzati alimentati da combustibili (fossili, organici, nucleari).
1. Molti sistemi naturali sono alimentati esclusivamente dall'energia solare. Gli oceani aperti, le grandi foreste montane e le praterie, i laghi di grandi dimensioni e profondi, sono esempi di ecosistemi che non necessitano di altre fonti energetiche oltre a quella solare. Tali sistemi sono generalmente poco produttivi, ma gli organismi che li popolano hanno sviluppato notevoli adattamenti per utilizzare le scarse risorse in maniera efficiente. Essi sono più protettivi che produttivi; sono in grado di far fronte alle variazioni delle proprie caratteristiche ed alle alterazioni provenienti dall'esterno (ad es. controllare i cicli atmosferici e idrici, moderare gli sbalzi di temperatura e di altri fattori fisici).
  2. Vi sono anche numerosi ecosistemi che oltre ad essere alimentati dall'energia solare ricevono sussidi naturali di altro genere. Essi, in genere sono altamente produttivi, poiché l'apporto di energia sussidiaria fa aumentare la quantità di energia solare che può essere trasformata in sostanza organica. Un estuario è un buon esempio di ecosistema naturale sussidiato dall'energia delle maree, delle onde e delle correnti. Dato che il flusso e il riflusso del mare ricicla parzialmente le sostanze nutrienti minerali e trasporta cibo e rifiuti, gli organismi negli estuari hanno facilità a reperire il nutrimento e possono concentrare i loro sforzi su una conversione più efficiente dell'energia solare in materia organica. I sussidi che incrementano la produttività possono esistere sotto varie forme, come vento e pioggia nelle foreste tropicali, il flusso d'acqua dei fiumi, la materia organica e le sostanze nutrienti che un piccolo lago riceve dal suo bacino imbrifero.
  3. Gli ecosistemi utilizzati dall'uomo a fini agricoli e pastorali (antropizzati) sono in linea di principio alimentati dall'energia solare ma questa fonte rappresenta spesso una piccola percentuale dell'energia fornita ad essi dall'uomo. I sistemi agricoli e l'acquacoltura sono gli esempi più diffusi e rappresentativi degli



ecosistemi che l'uomo ha imparato a modificare ed ai quali fornisce energia, in quantità anche molto maggiore rispetto all'apporto solare, al fine di aumentare la produttività di prodotti commestibili e di materiali per l'industria. Gli apporti antropici consistono in aggiunte di energia sotto forma diretta (ad es. carburante per i veicoli meccanici) e sotto forma indiretta (energia spesa per produrre fertilizzanti e fitofarmaci, per irrigazione artificiale, per trattamenti post-coltura di conservazione e preparazione).

4. Gli ecosistemi urbani e industriali, invece, sono un prodotto esclusivo dell'attività umana. In essi viene concentrata una notevole quantità di energia e di materiali, sotto forma di infrastrutture, e vengono alimentati con altrettanto grandi quantità di energia e di materiali. In questi ecosistemi, il flusso di energia solare, anche se quantitativamente rilevante, ha un ruolo del tutto marginale, rappresenta circa un decimo del flusso di energia di origine antropica. D'altra parte questi ecosistemi producono risorse non presenti in natura come prodotti complessi, valori economici, valori sociali e culturali.

### **Eventi e catastrofi naturali**

Nel corso dei tempi geologici, la vita sulla Terra ha superato innumerevoli eventi catastrofici di carattere naturale, talora molto lenti come la subsidenza ed il sollevamento dei continenti, talora più rapidi come i cambiamenti climatici, gli incendi boschivi spontanei e le eruzioni vulcaniche, talora istantanei come i terremoti e gli impatti con asteroidi. Ciò nonostante, lo sviluppo della vita è proceduto per quasi quattro miliardi di anni, i primi tre dei quali solo per passare da forme microscopiche di vita alla popolazione dei mari, i successivi 350 milioni di anni per sviluppare le foreste (soprattutto quelle pluviali) nelle quali ancora oggi si trovano più della metà delle specie terrestri viventi. Benché il 99% circa di tutte le specie finora comparse si sia estinto, la flora e la fauna sono sopravvissute evolvendo in forme sempre più complesse ed interconnesse.

Tuttavia, negli ultimi trecento anni, l'enorme sviluppo delle attività umane sta determinando sempre più profonde alterazioni negli equilibri degli ecosistemi, con la conseguenza di accelerare il naturale tasso di estinzione delle specie che aggrava ulteriormente il degrado dei sistemi naturali e amplifica la perdita di biodiversità.



Se le catastrofi naturali hanno manifestato una presenza costante nell'ecosistema terrestre contribuendo a determinare il cammino dell'evoluzione, da qualche decennio si constata un aumento preoccupante della loro frequenza e del loro impatto sulla società umana: uno studio sistematico delle principali catastrofi naturali negli ultimi 40 anni dimostra un continuo aumento della loro frequenza, della loro ampiezza e dei danni causati alle popolazioni ed al sistema economico, pressoché direttamente proporzionale con l'aumento demografico (Ramade, 1989).

Ma a queste catastrofi naturali che seguono una dinamica loro propria (Regione Toscana, 2002), se ne aggiungono oggi altre nuove derivanti dall'amplificazione dei fenomeni naturali derivante dall'azione dell'uomo e altre provocate direttamente dall'uomo:

- sfruttamento eccessivo ed uso non accorto delle risorse biologiche che determina la deforestazione;
- erosione del suolo;
- inquinamento atmosferico;
- inquinamento dei corpi idrici.

Una catastrofe naturale determina spesso alterazioni permanenti sulle specie viventi colpite con conseguente perdita di biodiversità, diminuzione della produttività biologica, alterazione dei rapporti di scambio di energia e materia, fino alla distruzione totale degli ecosistemi.

L'aumento della frequenza delle catastrofi naturali, in particolare negli ultimi decenni, non significa che la frequenza effettiva di tali fenomeni sia aumentata spontaneamente, ma piuttosto che, a seguito del forte aumento della popolazione umana e della sua pressione sugli altri ecosistemi, gli equilibri naturali vengono maggiormente sollecitati dando luogo ad eventi di retro-azione anche catastrofici. D'altra parte, l'espansione degli insediamenti umani nelle aree più vulnerabili (dove la probabilità di fenomeni catastrofici è maggiore) li rende più esposti a subire le conseguenze di tali eventi.

Pertanto, si può definire come catastrofe naturale un ***evento disastroso provocato da cause di origine naturale e/o umana che esercita i suoi effetti sul territorio e per un periodo prolungato***. Le sue conseguenze possono essere valutate in termini di aumento della mortalità e di danno alla salute nelle popolazioni coinvolte, in termini di costi per il sistema economico e sociale.



I processi di interazione tra l'uomo e le catastrofi naturali possono essere raggruppati in due principali categorie:

- sviluppo di insediamenti umani in zone a rischio elevato (spesso da parte dei gruppi sociali meno abbienti) con strutture che non offrono sicurezza nei confronti di molti fenomeni (terremoto, inondazione, frana, ecc.);
- distruzione della copertura vegetale, per fini agricoli o di insediamento urbano, che aumenta considerevolmente l'erosione del suolo, la possibilità di inondazioni, siccità e desertificazione.

### **Il metabolismo dell'ecosistema terrestre**

Come accennato, l'ecosistema terrestre è un sistema chiuso dotato di risorse limitate che vengono rese disponibili attraverso il trasporto a ciclo chiuso di materiali inorganici e organici (cicli biogeochimici) nei quali, attraverso l'azione di microrganismi, la sostanza inorganica viene trasformata in sostanza organica e viceversa.

Tale struttura dinamica a ciclo chiuso può essere schematizzata in modo sintetico nelle sue due componenti fondamentali (v. fig.1, alla fine del testo), tenendo presente che ognuna di esse comprende un numero di cicli specifici per ogni sostanza.

La dinamica propria dell'ecosistema terrestre oltre ad assicurare la continua messa a disposizione di energia e materiali, ne supporta lo sviluppo (evoluzione) che ha luogo con scale temporali diverse per le varie componenti:

- *Componente geologica*: riguarda i tempi di trasformazione delle caratteristiche delle formazioni geologiche superficiali, maggiori di 10.000 anni.
- *Componente pedologica*: tempo di formazione del suolo, maggiore di 5.000 anni.
- *Componente ecologica*: tempo necessario perché avvengano dei cambiamenti naturali a livello di un ecosistema, maggiore di 500 anni.
- *Componente tecnologica*: scala temporale delle modifiche introdotte dall'uomo, inferiore a 100 anni.

Questa forte differenziazione dei ritmi di evoluzione comporta che la limitatezza delle risorse naturali non dipende soltanto dalla loro disponibilità in assoluto, ma anche dalla



diversità delle scale temporali dei processi lungo i quali le risorse vengono prodotte e rese disponibili.

Il prelievo crescente di risorse da parte dell'uomo, con ritmo che supera di gran lunga il tasso produttivo dell'ambiente, e la messa in circolazione di quantità sempre maggiori di materiali stanno determinando un aumento considerevole dei flussi di molte sostanze nell'ecosistema terrestre e nelle sue componenti, con conseguente aumento dei loro livelli (inquinamento) (Nriagu, 1979). Si tratta di una forte alterazione dei cicli naturali che può innescare modificazioni dell'ambiente diverse da quelle che avrebbero avuto luogo naturalmente e che potrebbero manifestarsi in tempi brevi rispetto alla capacità di adattamento della società umana.

### **Una componente essenziale ma fragile: il suolo**

La capacità produttiva dell'ambiente terrestre è dovuta in larga misura alla presenza di suolo fertile. Il suolo non è una componente propria dell'ambiente, bensì compare ad un dato momento dell'evoluzione quando, con la migrazione delle forme di vita dal mare verso la terra ferma, alle interazioni tra litosfera, atmosfera e idrosfera si aggiungono quelle della biosfera. La deposizione e stratificazione delle componenti inorganiche insieme ai residui della componente organica derivante dal disfacimento degli organismi biologici, produce una formazione superficiale ricca di sostanze nutrienti sulla quale le specie vegetali sviluppano più rapidamente e con maggiore capacità produttiva e riproduttiva.

Il suolo, però, così come viene prodotto, può venire anche distrutto quando lo sfruttamento eccessivo e l'erosione, da parte del vento e dell'acqua, producono la perdita della componente organica e della fertilità, fino alla desertificazione. Infatti, come già indicato al precedente paragrafo, i tempi di produzione del suolo, anche in presenza di un ecosistema in grado di produrlo ed accrescerlo, sono molto lunghi rispetto ai tempi di uso da parte dell'uomo; la perdita di fertilità deve essere considerata come un fenomeno irreversibile e la disponibilità di suolo una risorsa non rinnovabile.

Da quando la società umana ha raggiunto livelli di organizzazione complessa, dando vita a pratiche agricole e pastorizie organizzate, lo sfruttamento delle risorse ha superato spesso la capacità produttiva naturale, con il risultato di determinare alterazioni permanenti degli ecosistemi e la loro trasformazione in deserti (ad es. mesopotamia,



fascia mediterranea del nord-africa, sahara, ecc.). Recenti indagini archeologiche e paleontologiche hanno messo in luce che in queste zone originariamente erano presenti ecosistemi relativamente produttivi (savana, macchia mediterranea, boschi temperati, ecc.) che in seguito alla loro trasformazione in ecosistemi agricoli e pastorali, hanno esposto il suolo ad un'eccessiva erosione da parte del vento e delle acque di irrigazione, fino alla perdita totale di fertilità.

Con il tempo l'uomo ha imparato anche a contrastare simili fenomeni, introducendo nelle pratiche agricole tradizionali accorgimenti naturali capaci di far recuperare al suolo la capacità produttiva persa nel tempo. La rotazione dei raccolti, nella produzione di cereali, l'impianto di barriere arboree intorno ai campi, i metodi di irrigazione senza scorrimento, sono solo alcuni dei tanti accorgimenti utilizzati per secoli dagli agricoltori, ma dismessi negli ultimi cinquanta anni con l'avvento dell'agricoltura industrializzata che ha aumentato considerevolmente il sussidio energetico dell'uomo agli ecosistemi e la resa produttiva, a scapito però di un progressivo degrado del suolo (perdita di fertilità).

### **La sostenibilità della natura**

In conclusione, è possibile affermare che l'ecosistema terrestre, in quanto capace di soddisfare i bisogni delle comunità che lo compongono, assicurando al contempo risorse anche per le comunità future, è di per sé sostenibile, ovvero capace di supportare con continuità lo sviluppo del complesso di esseri viventi (evoluzione) anche attraverso fasi e momenti di temporanea crisi (catastrofi naturali).

Questa capacità intrinseca della natura è la diretta conseguenza dei suoi meccanismi di funzionamento, ai quali è opportuno riferirsi per dare anche al sistema socio-economico (società umana) gli strumenti necessari per seguire un simile percorso di evoluzione (co-evoluzione) in sintonia con l'ambiente, utilizzando in modo corretto le notevoli capacità di intervento che lo sviluppo del pensiero umano, della scienza e della tecnologia gli consentono.



## **1.b.2) *Ecosistemi naturali e sistema socio-economico (ecosistema umano)***

### **La società umana**

Da vari decenni risulta sempre più chiaramente che le risorse naturali utilizzate dalla società umana in misura crescente sono soggette a vincoli quantitativi, non tanto in termini di pura esauribilità ma di vulnerabilità delle funzioni ecosistemiche complessive, tra le quali in particolare quelle svolte dai recettori dei sottoprodotti delle attività umane.

Le dimensioni crescenti della società umana, la diffusione dei modelli di produzione e di consumo basati sull'assunto di una disponibilità illimitata di risorse e di capacità di assorbimento e resilienza, e il deterioramento progressivo delle risorse ambientali, a livello locale e globale, di fatto non consentono di assicurare a tutte le popolazioni della Terra un livello di qualità della vita analogo a quello sinora conseguito dai paesi sviluppati.

Allo stesso tempo, l'obiettivo ineludibile della comunità mondiale deve essere quello di assicurare condizioni di vita accettabili anche all'80% della popolazione umana, che finora ne è rimasta priva. Per questo motivo, la sostenibilità deve essere perseguita su base globale e non può essere pienamente raggiunta in singoli ambiti.

Per raggiungere tale obiettivo è essenziale comprendere i principi fondamentali in base ai quali l'ecosistema terrestre funziona come un'entità complessiva e si sviluppa in modo sostenibile.

Questi principi sono stati individuati a partire dagli sviluppi, avvenuti principalmente nel corso degli ultimi cinquanta anni, della teoria dei sistemi viventi grazie agli studi di ricercatori di varie discipline, quali Bateson, Lovelock, Maturana, Monod, Prigogine, Sagan, Ulrich, Vernadsky, Von Neumann, Whitehead, Winer – per citare solo i principali – che hanno indicato gli orientamenti da seguire per superare l'inadeguatezza del pensiero deterministico (quello sviluppato dall'illuminismo e dal positivismo) ed hanno fornito una cornice concettuale in grado di mettere a confronto la società umana con gli altri ecosistemi, nel rispetto delle reciproche caratteristiche e specificità.



## I principi degli ecosistemi naturali

I principi fondamentali degli ecosistemi naturali, essenziali ai fini della sostenibilità, sono tre:

- Il primo principio è quello dell'**interdipendenza**.

Tutti i membri di una comunità ecologica sono interconnessi in un'immensa intricata rete di relazioni. Quelle che F. Capra definisce "la trama della vita". Essi traggono le loro proprietà e, di fatto, la loro stessa esistenza dalla relazione con gli altri membri. L'interdipendenza, quindi, è la base di tutte le relazioni ecologiche e fa dipendere il comportamento di ogni membro dalla comunità e dal comportamento di tutti gli altri. Il successo dell'intera comunità dipende dal successo dei suoi singoli membri, ma anche questo dipende dal successo della comunità nel suo complesso. Comprendere questo principio significa comprendere il valore delle relazioni e richiede i cambiamenti di percezione che sono caratteristici del pensiero sistemico:

- dalle parti al tutto;
- dagli oggetti alle relazioni;
- dai contenuti agli schemi.

Una comunità umana sostenibile è consapevole delle molteplici relazioni fra i suoi membri. Se si vuole favorire lo sviluppo di una comunità sostenibile si devono promuovere le relazioni fra i suoi membri.

Poiché lo schema fondamentale che determina la vita ha la caratteristica di una rete, le relazioni tra i membri di una comunità ecologica non sono lineari, ma contengono percorsi di retro-azione multipli. Negli ecosistemi è assai raro che si verifichino percorsi lineari di causa ed effetto e, quindi, un'alterazione non resterà limitata ad un singolo effetto ma probabilmente si diffonde propagandosi in tutte le direzioni, e può anche essere amplificata da percorsi di retro-azione, tra loro connessi, che possono rendere non individuabile la causa originaria.

- Il secondo principio è costituito dalla **natura ciclica dei processi ecologici**.

I percorsi di retro-azione sono i sistemi attraverso i quali i materiali sono continuamente riciclati sotto forma di sostanze nutritive. I singoli organismi che compongono un ecosistema sono sistemi aperti e come tali producono



rifiuti, ma in modo tale che ciò che viene scartato da una specie è nutrimento per un'altra e si ha un riciclo completo senza accumulo di materiali nell'ecosistema. Gli ecosistemi sono sistemi quanto più possibile chiusi rispetto al flusso di materia, mentre sono aperti al flusso di energia, la cui fonte primaria è il sole, la cui energia, trasformata in energia chimica dalla fotosintesi delle piante verdi, alimenta gran parte dei cicli ecologici.

I sistemi economici, al contrario, sono lineari anche per l'uso di materia e utilizzano fonti di energia diverse da quella solare che è l'unica, nelle sue varie forme (luce solare per il riscaldamento e per l'elettricità fotovoltaica, vento ed energia idroelettrica, biomasse, ecc.) ad essere rinnovabile, efficiente dal punto di vista economico e sostenibile dal punto di vista ambientale.

- Il terzo principio è costituito dalla **partnership (collaborazione)** che è una caratteristica essenziale delle società sostenibili.

Questa tendenza ad associarsi ed a stabilire legami, a vivere uno dentro l'altro ed a cooperare è una delle caratteristiche più specifiche della vita.

Nella comunità umana questo principio significa che ogni suo membro ha un ruolo importante e, quindi, va perseguito lo sviluppo delle potenzialità individuali e di quelle collettive. Poiché la comunità umana è un sistema dinamico in continuo cambiamento e sviluppo, questo implica che in essa dovrebbe essere realizzato un processo di "co-evoluzione": *mentre ogni suo membro sviluppa e collabora più strettamente con gli altri, comprende meglio le necessità dell'altro; un simile processo di apprendimento va di pari passo con quello di cambiamento in una vera e propria "co-evoluzione"*.

È chiaro quanto questo modello naturale, caratterizzato da una tensione fondamentale alla sostenibilità, sia diverso dal modello economico umano, che incoraggia la competizione finalizzata all'espansione illimitata e al predominio.

Questi tre principi sono aspetti diversi di un medesimo sistema organizzativo e rappresentano il modo con cui gli ecosistemi si organizzano per rendere massima la loro sostenibilità.

Ma è essenziale anche sottolineare i principi attraverso i quali gli ecosistemi sono in grado di sopravvivere ad alterazioni e di adattarsi alle condizioni che cambiano:



- **flessibilità**, conseguita attraverso i numerosi anelli multipli di retroazione che, in genere, tendono a riportare il sistema in equilibrio ogni qual volta si presenti un'alterazione dovuta a condizioni esterne. Queste alterazioni sopravvengono continuamente poiché le condizioni esterne dell'ambiente fluttuano senza sosta, così come le variabili significative di un ecosistema, flessibili e pronte a adattarsi. Quanto più numerose sono le variabili in grado di fluttuare, tanto più il sistema è dinamico, tanto maggiore è la sua flessibilità e tanto maggiore è la sua capacità di adattarsi alle condizioni che cambiano. Tutte le fluttuazioni ecologiche hanno luogo tra limiti di tolleranza, ma c'è sempre la possibilità che l'intero sistema collassi quando una fluttuazione supera tali limiti ed il sistema non è più in grado di compensarla. La stessa cosa vale per le comunità umane, dove la mancanza di flessibilità si manifesta come stress quando una o più variabili del sistema vengono spinte ai loro valori massimi, causando una maggiore rigidità di tutto il sistema. Uno stress temporaneo è un aspetto essenziale della vita, ma uno stress prolungato è dannoso e distruttivo per il sistema.

Questo fa comprendere un fatto importante: *amministrare un sistema sociale, un'azienda, una città, un'economia, significa trovare i valori ottimali per le variabili del sistema. Se si tenta di portare ai valori massimi una qualsiasi singola variabile invece di ottimarla, si arriva inevitabilmente alla distruzione del sistema nel suo complesso.*

Il principio della flessibilità suggerisce una strategia corrispondente per la risoluzione dei conflitti. In ogni comunità ci saranno inevitabilmente contraddizioni e conflitti che non è possibile risolvere in favore di una o dell'altra parte. Per esempio, la comunità ha bisogno di stabilità e cambiamento, ordine e libertà, tradizione e innovazione. Anziché con decisioni rigide, questi conflitti inevitabili si risolvono molto meglio stabilendo un equilibrio dinamico.

- **diversità**; la conoscenza dell'ecologia insegna che entrambe le parti possono essere importanti, a secondo del contesto, e che le contraddizioni all'interno di una comunità sono sintomi della sua diversità e della sua vitalità e, dunque, contribuiscono alla capacità di



sopravvivenza del sistema. Negli ecosistemi il ruolo della diversità è strettamente legato alla loro struttura a rete; un sistema dotato di diversità sarà anche un sistema elastico, poiché contiene molte specie le cui funzioni ecologiche si sovrappongono e, quindi, possono sostituirsi parzialmente una all'altra. Quando una specie viene eliminata da una grave alterazione, spezzando una maglia della rete, una comunità diversa può sopravvivere ed organizzarsi dato che le altre maglie della rete potranno compiere almeno in parte le funzioni della specie scomparsa. Nella comunità umana le diversità etniche e culturali possono avere lo stesso ruolo. Diversità significa molte relazioni diverse, molti approcci diversi allo stesso problema. Una comunità eterogenea è una comunità elastica capace di adattarsi alle situazioni che cambiano. Ma la diversità costituisce un vantaggio strategico solo se c'è una comunità realmente vitale sostenuta da una trama di relazioni. Se la società è frammentata in gruppi e individui isolati, la diversità può facilmente diventare una fonte di pregiudizi e frizioni.

Se la comunità è consapevole dell'interdipendenza di tutti i suoi membri, la diversità arricchirà tutte le sue relazioni e dunque arricchirà tanto la comunità nel suo complesso quanto ciascun singolo membro. In una simile comunità l'informazione fluisce liberamente per l'intera rete e la diversità delle interpretazioni e delle idee – al limite la diversità degli errori – arricchisce l'intera società.

## **L'ambiente naturale e il sistema economico**

### **Le problematiche ecologiche**

Nella realtà ogni processo produttivo e di consumo comporta trasformazioni di energia e di materiali che hanno luogo secondo le leggi naturali e, soprattutto, quelle della termodinamica. Il secondo principio della termodinamica, in particolare, indica che il sistema economico è inerentemente dissipativo di energia e materiali (aspetto che è virtualmente assente dalle odierne teorie economiche) (Rifkin, 1992). Secondo questo principio, la tendenza naturale di un sistema isolato verso un equilibrio termodinamico in cui nessun processo è più possibile, può essere contrastata soltanto dalla disponibilità



di una fonte esterna di energia a bassa entropia ed alla capacità di esportare dal sistema l'entropia in esso prodotta. Sulla Terra questa funzione è stata sempre assolta dall'energia solare, che ha consentito lo sviluppo degli ecosistemi fino alla complessità attuale<sup>1</sup>.

Nell'ambito della complessità dell'insieme dei rapporti che legano gli ecosistemi naturali tra di loro ed alla società umana, un ruolo fondamentale è giocato dal processo fotosintetico che trasforma l'energia solare, attraverso specie autotrofe (quelle che producono utilizzando soltanto energia solare), in materiali ed energia assimilabili da parte delle specie eterotrofe (quelle che utilizzano altre specie).

Dal punto di vista termodinamico, infatti, la fotosintesi deve essere considerata come il processo produttivo più importante sulla Terra, in quanto essa non solo fornisce energia di alta qualità agli ecosistemi, ma consente anche la produzione di tutto il capitale biologico (risorse rinnovabili) che rappresenta la base del sistema economico.

Ma anche la fotosintesi è sottoposta ai vincoli fissati dalla termodinamica; e questo significa che vi sono limiti all'efficienza di conversione dell'energia solare che raggiunge la Terra, dal momento che gli autotrofi possono catturarne solo una minima frazione (1-2 %) (Begon et al., 1997); tuttavia è questa piccola frazione di energia che consente lo sviluppo e l'evoluzione dell'ecosfera allontanandola dalla morte per equilibrio termodinamico (Jackson, 1993).

Il processo di auto-organizzazione degli ecosistemi può essere visto, quindi, come il risultato della co-evoluzione dei complessi e correlati rapporti (flussi di energia, materiali, informazioni) tra i principali componenti dell'ecosfera. L'integrità di questi rapporti è essenziale non solo per il funzionamento del sistema ma anche per la produzione ed il mantenimento delle componenti stesse. Infatti, la distruzione degli equilibri ecologici espone l'ecosfera al rischio di perdere la capacità di produrre e mantenere tutte le specie necessarie alla sopravvivenza della società umana.

Il sistema economico, dal punto di vista termodinamico, è del tutto analogo alla struttura a rete degli ecosistemi ed è in sostanza un sistema termodinamico aperto che scambia

---

<sup>1</sup> La discussione sulla termodinamica degli ecosistemi data fin dal 1925 (Lotka) ed è ancora viva negli ultimi anni (O'Connor, 1991; Prigogine, 1984; Odum, 1983) e oggi prevale l'ipotesi di un sistema auto-organizzativo di strutture sempre più complesse che trasforma l'input energetico solare di alta qualità in energia utile e smaltisce verso l'esterno l'entropia prodotta, funzione questa essenziale per la sopravvivenza dei singoli e degli ecosistemi nel loro complesso, ma che fissa un preciso confine in termini di disponibilità di energia e materiale. Inoltre, più il sistema è complesso, maggiore è il fabbisogno di energia per il suo mantenimento.



materiali ed energia con le interfacce e nel quale le trasformazioni sono soggette ai principi fondamentali, che però in questo caso non sono stati tradotti in alcuna legge relativamente alla funzione di regolazione.

Il sistema economico, quindi, sembrerebbe essersi liberato dei vincoli che la natura ha posto, pur restando ancorato ad un paradigma teorico e tecnico invariato.

Questo paradosso deriva dall'aver reso disponibile energia di alta qualità (combustibili fossili) derivata dall'input solare e accumulata nelle ere geologiche in depositi non accessibili ad altre specie. Il successo di questo sviluppo, che ha indubbiamente assicurato migliori condizioni di vita per molti, è però intrinsecamente non sostenibile. Il sistema economico, infatti, come ogni altro ecosistema può sviluppare soltanto utilizzando per i processi di trasformazione energia e materiali di alta qualità ed esportando energia e materiali degradati. Oggi tale opportunità è sempre più ridotta in quanto non sono disponibili luoghi esterni al sistema economico dove esportare l'entropia prodotta in quantità superiori alle dimensioni della funzione regolatrice dell'apporto di energia solare.

Questo indica che la società umana, ignorando la funzione regolatrice del vincolo solare, ha rinunciato ai vantaggi che questa assicura nell'esportare l'entropia prodotta dalle trasformazioni e nel regolare la circolazione delle sostanze pericolose.

### **Le problematiche economiche**

Il sistema economico dei paesi sviluppati è regolato dal sistema di mercato in modo molto approssimativo e spesso le distorsioni presenti sono tali da stravolgere la funzione propria del mercato come è stata enunciata dal teorico Pareto: **consentire a tutti i soggetti interessati la massima soddisfazione dei propri obiettivi**. Infatti, sin dalle prime forme di industrializzazione, e oggi in forma tanto più diffusa, la produzione ed il consumo di beni sono stati realizzati senza che il loro costo finale riflettesse anche i costi che queste attività determinano nella società, spesso in gruppi che non derivano alcun beneficio economico. In passato il costo del degrado ambientale è stato semplicemente ignorato, mentre di recente esso è in larga parte ricaduto sulle strutture pubbliche e, quindi, sui contribuenti. Questi costi, che non contribuiscono a determinare il valore economico del bene o del servizio prodotti e venduti ma che ricadono su altri o sulla comunità, sono definiti *costi esterni* e sono dei meccanismi di distorsione del



mercato in quanto favoriscono alcune attività anche se esse determinano danni economici a gruppi di persone ad esse estranee o all'intera comunità<sup>2</sup>.

Nei bilanci economici convenzionali (nazionali, locali, industriali, commerciali, ecc.) questi costi compaiono sotto forma di attività varie (ad es. prestazioni sanitarie, opere di bonifica, ecc.) che contribuiscono alla formazione del Prodotto Interno Lordo (PIL) che è assunto come uno degli indicatori principali dell'andamento dell'economia. Questo significa che i bilanci delle nazioni sono ingannevoli in quanto contabilizzano come voci economiche positive anche voci che dovrebbero essere considerate come negatività. Esperti della Banca Mondiale hanno valutato che se si tenesse conto di questi aspetti, il PIL dei paesi sviluppati dovrebbe essere ridotto di almeno il 5% e quello dei paesi in via di sviluppo di almeno il 15%.

Recentemente il problema dei costi esterni è stato posto come prioritario nell'agenda delle iniziative per la sostenibilità messa a punto dalla Commissione Europea (COM (2001) 31 def.) che ha sottolineato la necessità di verificare l'entità di questi costi nei vari settori di attività e orientare le scelte politiche verso le soluzioni che possono ridurli o farli rientrare nel costo economico effettivo.

---

<sup>2</sup> A titolo di esempio si cita che i costi esterni dei trasporti in Italia nel 1999 hanno avuto un valore di circa 100 miliardi di €, dei quali il 95% dovuti al trasporto privato su auto (Amici della Terra, 2001), pari a circa il 10% del PIL.



### ***1.c) Illustrazione dell'impiego dello SA per analizzare l'efficacia delle politiche in atto, in ambito ambientale, in quello economico ed in quello sociale***

#### **Le risposte politiche ai problemi ambientali**

##### **Il dibattito politico internazionale**

Negli ultimi trenta anni, a livello internazionale e nei paesi sviluppati, questi fenomeni sono stati al centro del dibattito relativo ai periodi maggiormente critici, come le crisi petrolifere (1973, 1981), e sono stati oggetto di studio da parte di esperti (cfr. i rapporti del Club di Roma) e di iniziativa da parte dell'ONU (Conferenza di Stoccolma, 1972; costituzione dell'UNEP, 1975; costituzione della Commissione per lo Sviluppo Sostenibile e della Commissione Bruntland, 1987; Conferenza di Rio, 1992; convenzioni da quest'ultima derivate per il clima, la biodiversità, la desertificazione, le foreste, ecc.; Conferenza di Johannesburg, 2002).

In particolare, il dibattito avviato nel contesto della Conferenza ONU sull'Ambiente e lo Sviluppo ha avuto un impatto duraturo sugli sviluppi politici successivi. In Europa esso ha influenzato il processo di negoziazione per la definizione del Trattato di Maastricht e di Amsterdam, e della Costituzione Europea. Lo sviluppo sostenibile è stato inserito in essi, costituisce uno dei principali obiettivi dell'Unione Europea ed elemento fondamentale di ogni settore politico, come indicato nel Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea (2001).

Sul piano pratico, lo sviluppo normativo ed il conseguente adeguamento tecnologico inizialmente hanno posto un'attenzione quasi esclusiva ai problemi di inquinamento a livello locale, come se tutto il problema potesse essere riportato alla dispersione degli inquinanti in ambiti più ampi (innalzamento dei punti emissione degli aeriformi) o alla loro cattura a valle dei processi produttivi e di consumo (depurazione). Il dibattito politico-economico che ha caratterizzato quel periodo poco si è soffermato sull'importanza di disporre di conoscenze fondamentali e di applicarle correttamente. Così mentre le poche indicazioni corrette restavano marginali, il mercato è stato occupato quasi interamente dal settore del disinquinamento, attività industriale largamente focalizzata ad interventi a valle dei processi di produzione e consumo, in netta controtendenza all'orientamento di uso efficiente delle risorse (Tecneco, 1974; Ministero Ambiente, 2001). Benché privo di effettive basi di teoria ambientale,



economica e politica, questo settore ha praticamente monopolizzato il mercato, forse perché rappresentava la risposta più semplice ed immediata, condizionando anche lo sviluppo normativo che ha rappresentato un concreto supporto a questa impostazione (legge 319/76-legge Merli; DPR915/82; legge 175/76; normative VIA, ecc.).

Sul piano economico però esso è stato una risposta solo parzialmente accettabile, perché gli imprenditori hanno potuto trasformare in costi esterni una larga parte del danno ambientale delle fasi di produzione e consumo, e scaricarli sulla società (Bruntland, 1989; Bresso, 1993). Il carico economico gravante sulla società è andato così aumentando in modo proporzionale alla “crescita” industriale (intenzionalmente “crescita”, perché non è un vero sviluppo) e sta erodendo i valori economici sociali raggiunti nei paesi sviluppati e perseguiti da quelli in via di sviluppo.

### **De-materializzazione**

Una risposta valida in termini tecnologici a questa crisi ambientale è costituita dallo sviluppo da parte dell'uomo di una capacità diffusa di riduzione dell'uso di risorse pur mantenendo costante l'uso finale in beni e servizi. Risultato che può essere conseguito con un aumento consistente dell'efficienza dei processi di produzione e consumo (Jackson, 1993; Weizsäcker et al. 1998), rapportato alla valutazione dei loro specifici limiti derivanti dalla loro natura termodinamica.

In tal modo, i flussi di energia e materia connessi con le attività economiche diventano specifico e fondamentale oggetto di analisi, ben al di là delle preoccupazioni circa la loro disponibilità come input al sistema produzione-consumo (Schmidt-Bleek, 1993) e vengono rapportati ai valori naturali che caratterizzano l'ecosistema terrestre (Nriagu, 1979; Dasgupta, 1993; Schmidt-Bleek, 1994; Hinterberger, 1994).

Per mettere in atto delle politiche improntate a questi obiettivi è necessario definire dei nuovi parametri che esprimano i “fabbisogni totali di materiali” delle attività economiche ed i relativi effetti sui sistemi ecologici. A tal fine, sono stati sviluppati degli indicatori, significativi dell'impatto ambientale, che possono essere usati per indirizzare il sistema economico e per verificare l'efficacia delle politiche messe in atto (Bringezu, 1993; Hinterberger, 1999).

Anche se una certa tendenza alla riduzione dell'intensità di materiali nei beni prodotti ha caratterizzato le fasi più recenti dello sviluppo dei paesi industrializzati, l'aumento



dei consumi (dovuto tanto all'aumento del numero di persone in grado di consumare determinati beni, quanto all'aumento dei consumi di ogni singolo individuo) ha contribuito a mantenere lo sviluppo socio-economico strettamente vincolato alla crescita dell'uso dei materiali (Hinterberger, 1999).

I contributi di riduzione dell'uso di materiali nel sistema produttivo, finora verificatisi, dipendono in larga misura da vari fattori quali la delocalizzazione, lo sviluppo di alcune tecnologie e la sostituzione dei materiali di cui si conoscono gli effetti, con altri nuovi, dei quali non si hanno ancora conoscenze valide circa l'impatto ambientale. Questi fattori, peraltro, non hanno riguardato l'ampliamento delle conoscenze circa le reali connessioni tra l'uso dei materiali e l'impatto sulle risorse naturali.

Infatti, il punto di controllo irrinunciabile è costituito dall'analisi del prelievo di risorse naturali vere e proprie, piuttosto che dall'impiego di materiali industriali raffinati.

### **Il principio precauzionale**

Anche sul piano della ricerca scientifica in questi ultimi trenta anni si sono verificati importanti cambiamenti: i tradizionali approcci di ricerca e sviluppo, espressi dai metodi di valutazione dei rapporti causa-effetto, attraverso la messa punto di specifici algoritmi del tipo dose-risposta, di fronte all'impossibilità di fornire risposte alle problematiche dei sistemi complessi, come quelli ambientali, economici e sociali, hanno lasciato il campo ad impostazioni per le quali le indeterminazioni conoscitive non possono essere giustificate con un approccio deterministico (Wynne, 1993).

Ha preso così corpo la formulazione del principio "precauzionale" (North Sea Ministers, 1987; Dethlefsen, 1993) che è stato inserito nei principali documenti politici internazionali (Agenda 21, 6° Programma Politico e di azione per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile dell'Unione Europea, trattati di Maastricht e di Amsterdam, Costituzione europea) e determina lo sviluppo di orientamenti regolamentari innovativi che hanno riguardato non più specificazioni di tipo deterministico relative alle prestazioni puntuali dei sistemi di produzione-consumo, ma linee guida per la definizione delle responsabilità dei produttori e delle loro prestazioni ambientali complessive secondo una prospettiva di miglioramento continuo (Agenda 21, 1992; Commissione delle Comunità Europee, 1992, 2002).



Trovare il giusto equilibrio, in modo da pervenire a decisioni adeguate, non discriminatorie e in grado di assicurare un livello di protezione prestabilito, richiede un processo decisionale basato su informazioni scientifiche obiettive e dettagliate. In particolare la valutazione dei rischi dovrebbe essere fondata su dati scientifici e statistici esistenti, cosa che in numero crescente di casi non è possibile a causa di difficoltà conoscitive intrinseche dei rapporti tra qualità dell'ambiente ed effetti sulla popolazione. Se le conoscenze scientifiche sono insufficienti, non conclusive o incerte e vi è indicazione di possibili effetti sull'ambiente e sull'uomo, è necessario operare in modo precauzionale.

In termini operativi, questo approccio può essere anche interpretato con riferimento a quelli che è possibile definire i parametri caratteristici della qualità ambientale in una situazione indisturbata. Ad es. quanto particolato fine (di varia granulometria) è presente nell'aria in una zona prima dell'installazione di un impianto industriale o di un quartiere residenziale? Questo valore può essere assunto come valore di riferimento per limitare le emissioni dell'impianto o delle varie infrastrutture (riscaldamento, traffico) del quartiere.

Conoscere in modo anche approssimativo la dinamica idrogeologica di una certa zona, individuando i valori numerici dei vari flussi principali dovrebbe costituire il riferimento entro cui limitare gli impieghi di acqua o di territorio che possono modificare il ciclo idrico.

### **La responsabilità delle imprese**

Questi sviluppi conoscitivi, concettuali e normativi hanno evidenziato i limiti dell'impostazione comando-controllo, e richiedono che la responsabilità delle imprese non sia più limitata al rispetto di valori limite, fissati dal sistema normativo pubblico e certificati dal sistema dei controlli pubblici, per lo scarico di inquinanti nell'ambiente da parte, ma che riguardi le prestazioni complessive dei sistemi produzione-consumo sulla base del principio "chi inquina paga". Le imprese, quindi, sono stimolate a sviluppare processi e prodotti ambientalmente compatibili ed economicamente convenienti, tenendo conto anche degli eventuali costi esterni che falsano completamente i livelli di competitività sul mercato e introducono verso il pubblico elementi conoscitivi distorti (Weizsäcker et al., 1998). Più in generale, le imprese



dovrebbero orientarsi a forme di produzione di servizi che consentissero di mantenere un adeguato profitto ma utilizzando le risorse in modo molto più efficiente.

Questi temi da circa dieci anni sono oggetto di dibattito molto intenso, anche a livello della normativa europea, in quanto mentre un tempo si tendeva ad attribuire alle imprese la funzione sociale di strumento per:

- fornire ai consumatori beni e servizi;
- offrire opportunità di lavoro;
- sviluppare prodotti e servizi innovativi;
- contribuire allo sviluppo sociale ed economico;

attualmente, si rileva che molto spesso esse hanno svolto queste funzioni senza una particolare attenzione ai reali valori sociali e che non hanno perseguito con successo gli obiettivi oggi ritenuti indispensabili di:

- valutare le effettive prestazioni ambientali delle fasi di produzione e consumo dei beni e servizi da esse prodotti;
- internalizzare i costi esterni;
- puntare a derivare il profitto da strategie di mercato di lungo termine, ovvero cercare di svincolare il profitto dall'intensità dei materiali usati;
- utilizzare correttamente gli strumenti della ricerca e dell'innovazione al fine di ottimizzare il prodotto/servizio fornito, il suo costo e le sue prestazioni ambientali;
- inserire la propria attività in uno schema a ciclo chiuso per quanto riguarda i materiali ed utilizzare le risorse nel modo più efficiente possibile.

Tra molte difficoltà la Commissione europea sta definendo una proposta di direttiva per la responsabilità delle imprese, che rappresenta un'iniziativa del tutto nuova a livello mondiale.

### **Uso efficiente delle risorse ed economia**

Nonostante il fatto che il modello economico finora utilizzato dai paesi sviluppati risulti non sostenibile (Bruntland, 1989), i paesi in via di sviluppo puntano decisamente a ripercorrerlo al fine di pervenire a standard di vita analoghi (Agenda 21, 1992; Amici della Terra, 1995; Carley et al., 1999).



Le alterazioni ambientali, a livello locale e globale, che ne derivano (ad es. deforestazione, inquinamento atmosferico dell'area asiatica, alterazioni climatiche globali, ecc.) comportano il rischio di conseguenze economiche, sociali e politiche di dimensioni notevoli e crescenti che, generalmente ricadono su tutta la società. Questo significa che la ricchezza prodotta annualmente dalla società umana in realtà sta determinando un impoverimento non contabilizzato di quelle risorse ambientali che costituiscono un'imprescindibile condizione di sviluppo del sistema economico stesso. In termini generali, questo significa che da molti anni la società umana sta riducendo la capacità di carico e le funzioni vitali dell'ambiente naturale, spesso ignorando le conseguenze di lungo periodo che ciò potrebbe determinare (Weizsäcker et al., 1998).

In pratica, il sistema economico mondiale sta costringendo ogni paese, industrializzato o in via di sviluppo, a contrarre debiti sempre maggiori con l'ambiente sotto forma di prelievo di crescenti quantità di risorse (energia, materia, ricettività) molto spesso senza conoscere quali alterazioni potranno derivarne, localmente o globalmente e quando, dove, a chi e come sarà chiesto di "pagare tale debito".

In particolare, è essenziale mantenere una dimensione adeguata per la base dell'economia che, come già visto, è rappresentato dalla capacità produttiva primaria, che utilizza soltanto energia solare, ma dipende dall'esistenza, dall'estensione e dallo stato di equilibrio di molti ecosistemi. Se essi vengono alterati, non è certo che questo patrimonio di base possa essere assicurato a tutto il sistema economico umano con continuità.

Tuttavia, dal momento che il sistema economico è una componente dell'ecosistema globale non può sottrarsi senza fine al rispetto delle leggi naturali (specialmente quelle della termodinamica). Se finora una parte (minoritaria) della società umana è potuta sfuggire a tali regole, non significa che potrà continuare a farlo in futuro e, pertanto, per evitare di incorrere nelle conseguenze delle alterazioni introdotte nell'ambiente, è conveniente puntare a strutturare l'economia in modo armonico alle leggi che ne regolano le basi naturali (Hinterberger, 1995).

Simili obiettivi possono essere conseguiti soltanto riconducendo in un alveo comune (anche attraverso l'uso di indicatori idonei come lo SA) le politiche di sviluppo incoerenti praticate tanto nei paesi industrializzati quanto in quelli del terzo mondo (Carley et al., 1999).



In effetti su queste basi oggi si muovono molte iniziative politiche (ad es. la convenzione per i mutamenti climatici) che, in modo abbastanza settoriale, hanno alla base precisi criteri di uso efficiente delle risorse.

Sul piano politico queste iniziative soffrono della notevole distanza che divide le quote di risorse impegnate dal nord e dal sud. I paesi in via di sviluppo oggi nel definire le loro politiche si rifanno in modo preciso a quelle che i paesi sviluppati hanno posto in atto per conseguire gli attuali livelli di benessere, senza tenere conto che questi ultimi in passato hanno beneficiato di “crediti ambientali” oggi non più disponibili.

Pertanto, è indispensabile instaurare un processo di convergenza concertata e basata su solide premesse politiche di principio, tra le quali il riconoscimento dell'**equità** della ripartizione delle risorse (**intragenerazionale** e **intergenerazionale**) è senza dubbio un passaggio preliminare inevitabile che può determinare un atteggiamento di maggiore disponibilità da parte dei paesi in via di sviluppo e facilitare l'accelerazione del cambiamento. Di converso, i paesi industrializzati dovrebbero consentire a quelli in via di sviluppo l'accesso alle tecnologie più avanzate, eliminando le numerose barriere protezionistiche esistenti, in modo da consentire ad essi di pervenire ad un livello di sviluppo che non ripercorra fasi di uso non efficiente delle risorse.

Le dinamiche di innovazione rapportate all'aumento dell'efficienza devono avere “certezza di orientamento”, ovvero le innovazioni orientate alla sostenibilità delle imprese (livello micro) non devono essere contrastate da meccanismi e politiche non sostenibili a livello regionale o nazionale. A tal fine è necessario disporre di:

- ⇒ imprese e consumatori orientati in senso ecologico (micro);
- ⇒ istituzioni e meccanismi economici adeguatamente riformati (meso);
- ⇒ condizioni fiscali, monetarie e distributive adeguate (macro);
- ⇒ un consenso sociale sull'obiettivo dello sviluppo sostenibile che comprenda competitività, giustizia sociale ed eco-efficienza (meta).

L'economia, che si ritiene debba esprimersi attraverso il sistema del libero mercato, deve fissare per esso regole rapportate a quanto detto (Brown-Weiss, 1992; Knoflacher, 1995) in ordine a problemi quali:

- ⇒ importanza dello sviluppo dei sistemi economici locali e dei mercati locali come strumento di equilibrio alla globalizzazione del mercato;



- ⇒ valutare correttamente i costi esterni e internalizzarli nel costo finale del prodotto o servizio;
- ⇒ sviluppare un sistema di tassazione basato sul prelievo di risorse naturali alleggerendo il carico oggi gravante sul reddito da lavoro;
- ⇒ rendere i sistemi di mobilità e trasporto compatibili con i limiti esistenti e con i costi esterni che esso comporta;
- ⇒ facilitare l'accesso alle tecnologie efficienti ai paesi in via di sviluppo e, soprattutto nei paesi industrializzati, alle imprese medio-piccole al fine di agevolare l'uso efficiente delle materie prime e delle altre risorse;
- ⇒ definire in modo compiuto gli ambiti della responsabilità del produttore in modo da incentivare le imprese a uscire dalla logica del profitto legato alla massimizzazione di prodotti material/energy-intensive e passare a quella del profitto legato alla qualità del servizio reso;
- ⇒ stimolare il produttore ad un'approfondita conoscenza, in termini di uso di risorse del proprio sistema produttivo e dei propri prodotti, comprese le prestazioni di questi durante il loro uso da parte dei consumatori e le problematiche del post-consumo.

### **I nuovi orientamenti del profitto**

Per quanto concerne la necessaria valenza economica del sistema delle imprese, che devono mantenere la loro capacità di produrre profitto, il criterio guida fondamentale di un passaggio verso un uso più efficiente delle risorse (anche fino al fattore 10) può essere individuato nello svincolare il profitto dall'intensità di materiale presente nel prodotto agganciandolo, invece, al servizio reso nel suo complesso.

In tal modo è possibile svincolare il profitto alla moltiplicazione senza limiti dell'output materiale (beni di consumo), collegandolo invece alla qualità dei servizi resi al consumatore, attraverso una ridotta quota di risorsa materiale ed un'accresciuta quota di risorsa umana (Sthael et al., 1993). In tal modo, inoltre, il prodotto che viene fornito all'interno del servizio può restare sotto la responsabilità del produttore che sviluppa un forte interesse a realizzarlo in modo che:

- ⇒ contenga meno materiale possibile;
- ⇒ duri più a lungo possibile;



- ⇒ sia facilmente riparabile/manutenibile;
- ⇒ a fine vita possa essere più facilmente recuperato/riciclato.

La qualità del servizio che comprende gli aspetti sopra citati del prodotto, sarà la base della competitività e, quindi, un fattore attivo del mercato verso soluzioni ambientalmente più sostenibili.

Una ristrutturazione dei settori produttivi di questo tipo comporta non solo modifiche di tipo **intra-settoriale** ovvero il miglioramento dell'efficienza dei sistemi attuali di produzione-consumo (passaggio dall'acquisto di beni durevoli a sistemi di affitto, car sharing, ecc.), ma anche modifiche **inter-settoriali** ovvero il passaggio dagli attuali a nuovi sistemi di produzione-consumo (come quelli che possono essere sviluppati attraverso l'uso delle tecnologie informatiche).

Cambiamenti simili comportano l'apertura di settori di attività oggi non esistenti o presenti solo marginalmente ed a carico del settore pubblico e, quindi, una razionalizzazione che offre consistenti opportunità di lavoro nei settori di rapporto con il pubblico per aspetti finanziari, di assistenza tecnica e di marketing.

Nei confronti del consumatore questo passaggio si configura in modo particolarmente interessante in quanto esso verrebbe sollevato da una serie di costi, aggiuntivi ai costi formali dei beni di consumo (manutenzioni, riparazioni, indagini di mercato, analisi delle opzioni, valutazione prestazioni e costi, accesso al credito, costi esterni, ecc.), e da impegni di tempo talora gravosi, che lo fanno sentire spesso schiavo di beni consumo che occupano nella sua esistenza uno spazio fisico, temporale ed economico non rapportato al servizio che gli assicurano, ma che comunque devono essere sopportati per godere di determinati servizi ritenuti essenziali.

Pertanto, in questa trasformazione il consumatore potrebbe affrontare con soddisfazione costi solo apparentemente maggiori, a fronte di una migliore qualità dei servizi e quindi della vita e di un carico fiscale spostato dal lavoro all'intensità dell'uso di risorse.

### **Un esempio per l'Italia e per la Toscana**

I vantaggi netti in termini economici di simili cambiamenti possono essere ipotizzati sulla base di semplici considerazioni:

- ⇒ una riduzione di un Fattore 10 nell'uso di risorse primarie in Italia (ad es. da raggiungere nell'arco di trenta anni) comporterebbe a livello nazionale un



risparmio annuo di circa 75 miliardi di € nelle importazioni di materie prime (assumendo che in questo periodo di tempo in media si verificasse un raddoppio generalizzato dei prezzi delle materie prime) e una riduzione di costi esterni pari ad almeno il 5% del PIL attuale ed equivalenti a circa 40 miliardi di €. Il totale di questi risparmi libererebbe risorse per quasi il 15% del PIL.

A livello della Toscana si avrebbe un risparmio diretto annuo di circa 5 miliardi di € (con le ipotesi di cui sopra e rapportato ai valori 2000) ed una riduzione di costi esterni pari a circa 2,5 miliardi di €;

⇒ da queste risorse potrebbero derivare non meno di 2 milioni di nuovi posti di lavoro a livello nazionale; proiezione congruente con un'altra valutazione che può essere dedotta dalla considerazione che oggi in Italia la forza lavoro assomma a quasi 20 milioni di cui 7 nell'industria, 1,5 nell'agricoltura e 12 nelle altre attività e, quindi un aumento del 10% ripartito opportunamente tra i tre settori (ad es. 20% industria, 5% altri) derivante dallo sviluppo del "sistema dei servizi" è ampiamente plausibile.

In Toscana si potrebbero avere circa 100 mila posti di lavoro aggiuntivi.

Senza contare che un tale sviluppo consentirebbe, in attesa di una riforma fiscale ecologica, di ridurre sensibilmente la tassazione dei redditi da lavoro.

## **I mercati locali e la loro rilevanza**

Lo sviluppo del commercio e le forti agevolazioni (anche in termini di esternalizzazione dei costi) assicurate al trasporto hanno determinato negli ultimi anni situazioni abnormi di distanza tra produttori e consumatori, che vanno ben oltre le strette esigenze di localizzazione geografica. Sono molteplici gli esempi, ormai ampiamente documentati, di catene produzione-consumo nelle quali materie prime e semilavorati percorrono distanze di migliaia di chilometri assolutamente non necessarie rispetto alla localizzazione dei due estremi (Weizsäcker et. al, 1998). Le cause di tali situazioni sono svariate, ma le principali possono essere individuate nei differenziali dei costi della mano d'opera e delle norme di tutela ambientale e sanitaria che spingono gli imprenditori a far eseguire lavorazioni intermedie là dove trovano condizioni economicamente più vantaggiose. Tutto questo è favorito anche dal fatto che il



trasporto ha costi formali molto bassi rispetto ai costi reali che esso lascia a carico della collettività (costi esterni).

Il fenomeno della globalizzazione, quindi, sfrutta anche queste opportunità derivanti dai differenti stadi di sviluppo dei paesi e punta ad allargare il mercato dei prodotti standardizzati su tutti i mercati.

In tal modo viene fatta una concorrenza molto forte ai prodotti locali, a quelli di qualità e specifici del territorio, con il risultato di una crescente diffusione di prodotti standardizzati e poco rispondenti alle esigenze diversificate di consumatori di aree geografiche e culturali diverse.

Per contrastare queste tendenze non sostenibili in vari paesi sono state attivate molte iniziative finalizzate a ridurre i percorsi delle merci dal luogo di produzione al consumatore, evitando consumi eccessivi di beni provenienti da luoghi di produzione distanti dai consumatori. I vantaggi dei sistemi economici locali (SEL) sono stati valutati anche dal punto di vista dell'efficienza di uso delle risorse (Weizsäcker et al., 1998) evidenziando il contributo consistente che essi possono dare a tal fine.

Nel linguaggio economico corrente i SEL sono definiti in base al rapporto tra PIL pro-capite (reddito) e benessere (inteso non solo come capacità di acquisto di beni e servizi per il consumo) (Casini-Benvenuti, 2003). Infatti, il reddito disponibile è solo in parte riconducibile al PIL prodotto in una data area, e l'esigenza di disporre di beni e servizi per il consumo dipende da fattori connessi alle caratteristiche dei singoli e dei luoghi della loro vita come aree definite a partire dai mercati locali del lavoro individuati.

In Toscana, ad esempio, sono stati individuati dei SEL (Sforzi, 1997; Bacci, 2002) come aree definite a partire dai mercati locali del lavoro individuale nel tentativo di cogliere aree relativamente autocontenute in cui, però, vi sia anche un forte autoriconoscimento della comunità locale. L'aspetto rilevante è che i sistemi così individuati sono considerati anche l'unità elementare per la formazione di piani locali di sviluppo ed hanno quindi assunto una valenza amministrativa riconosciuta dalla Regione Toscana (Casini-Benvenuti, 2003).

Dal punto di vista del flusso dei materiali si definisce come SEL quello che commercializza le merci in esso prodotte in un'area quanto più prossima ai luoghi di produzione, con il vantaggio di ridurre i costi (correnti ed esterni) del trasporto, assicurare qualità dei prodotti e rispondenza alle esigenze del consumatore stabilendo, un effettivo rapporto tra produttore e consumatore che rende costante e ottimale le



convenienze di tutta la filiera. Si tratta, quindi, di uno strumento molto efficace che contempera anche le tendenze non evitabili della globalizzazione (Casini-Benvenuti, 2003).

Le implicazioni di questo tipo di SEL sono molteplici e riguardano da un lato la stabilità del mercato per i produttori che sanno di poter contare su di un contesto ben determinato dalle proprie capacità di rapporto senza dover ricorrere a fasi di intermediazione che spesso riducono il profitto, dall'altro la consapevolezza del maggiore potere contrattuale del consumatore in quanto direttamente rapportato al produttore, interessato a riscuotere la soddisfazione del cliente attraverso un buon livello di qualità.

Un esempio tipico di simili sistemi sono le cooperative di produttori/consumatori che operano in ambiti territoriali definiti.

Esempi importanti di SEL sono presenti negli Stati Uniti nel settore agroalimentare dove sono chiamati Community Supported Agriculture in quanto funzionano attraverso veri e propri contratti commerciali tra produttori e consumatori: più di 1.000 di questi sistemi sono presenti nel nord america con risultati notevoli. Negli Stati Uniti, infatti, le derrate alimentari viaggiano in media per circa 1.300 miglia (2.400 km) per arrivare dal produttore al venditore finale. In media ogni stato importa l'85-90% delle derrate alimentari in esso consumate. L'Università del Massachussets ha valutato che questo comporta un costo di circa 4 miliardi di \$ l'anno per l'economia dello stato e che almeno il 35% del fabbisogno alimentare potrebbe essere prodotto all'interno di esso con un vantaggio economico pari a circa 1 miliardo di \$.

I vantaggi dei SEL, quindi, sono molteplici e riguardano la migliore destinazione delle risorse economiche, la tutela delle risorse naturali e ambientali, la tutela dei valori culturali tradizionali e la coesione socio-economica complessiva della società.

## **Lo SA: strumento operativo di orientamento e intervento**

### **Lo SA come riferimento generale**

Il complesso delle problematiche esposte nella parte precedente del presente capitolo, dimostra che la realizzazione di uno sviluppo sostenibile, indicato da un uso di risorse non eccedente lo SA, è legato alla riduzione dell'input di materiali al sistema



produzione-consumo finalizzato alla fornitura di servizi comprendenti prodotti, che può essere conseguita attraverso un aumento dell'efficienza di uso delle risorse.

Tuttavia, anche in passato questa tendenza ad un uso più efficiente delle risorse ha caratterizzato lo sviluppo, senza che però si traducesse in una complessiva riduzione del prelievo di risorse a causa dell'aumento generalizzato del livello dei consumi finali. Questo fenomeno è stato principalmente dovuto al fatto che comunque ci si è mossi all'interno di un sistema concettuale che collegava l'efficienza a situazioni contingenti e non era legato con alcun riferimento alla necessità di limitare (SA) il prelievo globale di risorse (**principio della sufficienza**) al fine di non alterare il complesso degli ecosistemi in misura tale da subire danni economici eccessivi.

Inoltre, lo SA incorpora anche i contenuti del principio precauzionale in quanto esso fissa i limiti delle risorse utilizzabili in modo tale da non alterare la funzionalità degli ecosistemi che forniscono i principali servizi alla società umana.

Esprimendo tali principi, lo SA supera tanto il concetto di capacità ricettiva, quanto quello di carico critico, già utilizzati in passato, per passare ad una traduzione a livello operativo della presa d'atto che **il consumo di capacità ricettiva è direttamente connesso al consumo di risorse**.

Lo SA è riferito anche al problema di un'equa ripartizione del consumo di risorse, problema di dimensione globale, anche se l'ambito di riferimento è locale, dal momento che la globalizzazione ha ormai legato tra loro le dinamiche economiche di tutto il mondo e che quanto avviene in una parte, anche molto piccola, ha rilevanza per tutto il resto (principio dell'interdipendenza).

Naturalmente, questo riferimento a livello globale deve essere rapportato proprio alla dimensione globale/locale dell'uso delle varie risorse. Ad es. mentre le "commodities" tradizionali (energia, minerali, metalli, caffè, spezie, grano, riso, ecc.) possono essere considerati come elementi del commercio globale e, quindi, valutati sulla dimensione della popolazione mondiale, altre risorse maggiormente legate al territorio (alimentari deperibili, legno, ecc.) possono essere valutate a livello continentale e altre ancora (come acqua e materiali inerti,) a livello regionale.

In termini generali si deve tenere conto che lo SA, che viene definito come quantità di risorsa/pro capite, può cambiare in rapporto alla popolazione, mondiale, continentale, nazionale, regionale, per cui il problema della dinamica demografica va tenuto presente per la definizione dei limiti di lungo termine, quando la popolazione avrà dimensioni



diverse dalle attuali, non solo in termini globali ma anche come distribuzione nelle varie aree geo-politiche, almeno secondo le previsioni dell'ONU.

Lo SA introduce nel suo enunciato concettuale vari principi e li incorpora nella sua operatività fornendo una base chiara, semplice e solida per la valutazione della situazione e per la definizione dell'iniziativa politica, economica e sociale.

Infatti, esso fissa quantità limite di alcuni indicatori chiave calcolati in modo da rispettare tanto il problema della finitezza delle risorse liberamente disponibili, quanto quello di un'equa ripartizione di esse.

In tal modo si ottiene un sistema di riferimento generale che consente di:

- ⇒ valutare la situazione rispetto ad un obiettivo effettivo di sostenibilità (ancorché il suo raggiungimento possa essere fissato nel medio lungo-termine);
- ⇒ delineare una strategia per il raggiungimento di tali obiettivi che orienti in modo chiaro le amministrazioni, le imprese ed il pubblico;
- ⇒ fissare degli obiettivi intermedi nel breve-medio termine in modo da giustificare le iniziative che possono essere prese all'interno dei mandati pluriennali delle amministrazioni che si susseguono;
- ⇒ indirizzare le attività normative e di governo in modo concorde al raggiungimento degli obiettivi fissati.

Lo SA, inoltre, è un sistema di indicatori relativo al prelievo di risorse naturali e al loro input nel sistema produzione-consumo che consente di fornire indicazioni significative su tutti gli anelli del sistema produzione-consumo (aziendale, locale, regionale, nazionale, continentale).

La sua applicazione comporta come conseguenza principale la necessità di istituire ad ogni livello del sistema economico una contabilità fisica relativa a tutto quanto, materiali e risorse naturali varie, viene utilizzato. Una specie di "ecobilancio" del sistema economico, ma molto più complesso ed esaustivo, in quanto include parametri altrimenti non sempre quotati, come alcuni aspetti relativi all'uso ed alla produttività degli ecosistemi e del territorio.

Lo SA si struttura, quindi, con indicatori relativi principalmente alle risorse in ingresso al sistema produzione-consumo (l'input di energia da fonte fossile è misurato dalle emissioni di CO<sub>2</sub>) e recepisce ampiamente un'impostazione orientata alla riduzione dell'input che in molti casi arriva fino ad un Fattore 10 (Schmidt-Bleek, 1994; Amici



della Terra, 1995), valore sul quale si dimostra possibile raggiungere un assetto di sostenibilità tra attività umane ed equilibri ambientali. In tal modo viene definito uno schema quantitativo che può essere utilizzato come orientamento per la definizione delle politiche di intervento e transizione, a livello di impresa, a livello locale, nei singoli paesi, ovvero come base comune nelle negoziazioni internazionali fra nord e sud (Carley et al., 1999).

### **Il problema dell'energia**

Nella definizione degli indicatori di SA l'uso dell'energia è considerato limitato da fattori quali:

- ⇒ le emissioni di CO<sub>2</sub> per quanto concerne l'impiego di combustibili fossili;
- ⇒ l'uso di materiali e l'occupazione di porzioni non trascurabili del territorio (tutte risorse limitate) necessari per produrre i sistemi di captazione (generatori eolici, pannelli solari termici e fotovoltaici, ecc.) per quanto concerne l'impiego della fonte solare (nelle sue varie forme), la cui quasi uniforme distribuzione sul territorio non è indice assoluto di una potenzialità illimitata;
- ⇒ i costi ed il problema delle scorie per quanto concerne l'energia nucleare, che suggeriscono l'abbandono di questa tecnologia.

Inoltre, va anche tenuto presente che attualmente la quantità di energia effettivamente utilizzata dal consumatore finale è in genere molto modesta rispetto all'energia primaria spesa. L'efficienza degli usi di energia è, infatti, abbastanza bassa e per impieghi molto diffusi (illuminazione, acqua calda, climatizzazione, trasporto, ecc.) spesso non supera il 10%. Sotto tale aspetto, quindi, è necessario puntare ad aumentare l'efficienza degli usi energetici, anche superando usi impropri di fonti pregiate per applicazioni di basso valore finale e/o scarsa efficienza (ad es. riscaldamento dell'acqua sanitaria con sistemi elettrici, illuminazione con lampade a filamento, riscaldamento e raffrescamento degli edifici).

Tenendo presente questi aspetti è plausibile affermare che gli usi finali attuali possono essere soddisfatti con un quantitativo di energia primaria molto ridotto rispetto a quello attuale pur in presenza di una tendenza ad ampliare la gamma dei servizi alimentati con energia elettrica.



Nello specifico, lo SA per l'energia è stato definito come la quantità di combustibili fossili che potrebbe essere utilizzata in modo tale da non contribuire ad un'alterazione eccessiva dei livelli atmosferici di CO<sub>2</sub>, sulla base delle indicazioni dell'Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC): per ottenere una stabilizzazione dei livelli di CO<sub>2</sub> a 450 ppm<sub>v</sub> entro il 2050 (i livelli di CO<sub>2</sub> prima della rivoluzione industriale erano pari 280 ppm<sub>v</sub>, oggi sono a circa 370 ppm<sub>v</sub>, con un aumento del 30%), sarebbe necessario ridurre il consumo globale di combustibili fossili del 50%, che riportato ad un valore pro capite su tutta la popolazione mondiale (prevista al 2050), fornisce un valore di circa 1,7 t/anno al 2050 (Amici della Terra, 1995).

Questo obiettivo di riduzione potrebbe essere raggiunto attraverso un percorso graduale con obiettivi intermedi nel tempo ed assicurerebbe che l'aumento della temperatura globale non superi il livello di 0,1°C per decade, livello che si considera necessario per consentire agli ecosistemi di adattarsi progressivamente (eventualmente anche migrando) senza subire alterazioni eccessive e irreversibili.

### **Le risorse non rinnovabili**

Lo SA delle risorse non rinnovabili (principalmente minerali diversi dai combustibili fossili) viene definito come il complesso di materiali che possono essere prelevati dalla natura ed utilizzati senza determinare alterazioni ambientalmente ed economicamente non accettabili. Infatti, il limite per l'uso di queste risorse non deriva tanto dalla loro disponibilità nei depositi terrestri, anche perché la scienza e la tecnologia mettono a disposizione sempre nuovi materiali, ma il fatto che il loro prelievo, la loro estrazione e la loro movimentazione rilasciano nell'ambiente una quantità di materiali spesso molto maggiori della frazione effettivamente utilizzata. Questa porzione dispersa (detta anche "fardello ecologico") determina alterazioni ambientali notevoli e costi economici eccessivi. Basti prendere atto che anche i materiali maggiormente utilizzati come quelli per le costruzioni o i combustibili fossili hanno un "fardello ecologico" che si aggira intorno a 10 (per ogni chilo di materiale che arriva al sistema economico, dieci chili vengono dispersi nell'ambiente), quello dei fosfati utilizzati come fertilizzanti arriva a 34, quello di vari metalli di largo impiego (ad es. il rame) è dell'ordine di qualche centinaio e quello dei metalli preziosi (argento, oro, platino) arriva fino a 350.000.



Gli studi compiuti negli anni '90 in Germania (Schmidt-Bleek, 1994) indicano che il prelievo attuale di queste risorse non è sostenibile e che dovrebbe essere ridotto del 50% nel suo complesso.

Anche in questo caso si tratta, quindi, di aumentare l'efficienza di uso delle risorse (fino ad un fattore 10), in modo da soddisfare ampiamente gli usi finali, non solo nei paesi sviluppati ma anche in quelli in via di sviluppo, pur mantenendo il prelievo di risorse ad un livello inferiore del 50% di quello attuale.

Le voci principali di questo gruppo di indicatori sono l'acciaio, l'alluminio, il cloro, il cemento.

## **Il territorio**

L'uso del territorio deve in primo luogo includere una porzione del 10% destinata ad area protetta e di un altro 10% sottoposto a forme di parziale tutela al fine di assicurare:

- un sufficiente grado di conservazione della biodiversità;
- la prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico;
- la corretta gestione delle risorse idriche.

Le valutazioni condotte nell'ambito della campagna Europa Sostenibile, hanno evidenziato che sarebbe possibile in Europa (i trenta paesi dell'Europa geografica) soddisfare il fabbisogno alimentare utilizzando a fini agricoli anche solo il 70% del territorio con pratiche di tipo biologico, a patto però di diminuire del 50% il consumo medio di carne. Infatti, la catena alimentare della carne ha un'intensità di risorse (energia, territorio, nutrienti, ecc.) molto maggiore della catena alimentare dei prodotti vegetali che possono assicurare gli stessi apporti di sostanze essenziali per l'uomo (ad es. proteine).

La superficie occupata da costruzioni ed infrastrutture non dovrebbe superare l'8% del totale e dovrebbero essere assicurati i "corridoi ecologici" per la migrazione di specie ed ecosistemi in presenza di variazioni delle condizioni climatiche.

## **I prodotti dell'agricoltura**

Le pratiche agricole convenzionali negli ultimi cinquanta anni sono state orientate ad apporti di materiali ed energia sempre maggiori al fine di aumentare la produttività specifica (per ettaro e/o per addetto). Tuttavia, queste pratiche hanno avuto un effetto



negativo sulla funzionalità degli ecosistemi che accolgono le aree agricole, sulla biodiversità e sulla fertilità del suolo ed hanno determinato la diffusione di sostanze chimiche, a livelli più o meno consistenti, in tutti gli ecosistemi.

Inoltre, la forte diffusione di diete contenenti prodotti animali ha contribuito a ridurre ulteriormente l'efficienza di uso delle risorse naturali nella filiera dell'alimentazione umana, così come la diffusione di colture protette (in serra) che sono sostenute da input di energia di origine fossile (e non solare), per consentire la disponibilità di prodotti vegetali anche fuori stagione o in aree poco vocate.

In alcuni casi per produrre un'unità di energia alimentare (colture in serra) si devono spendere anche più di 500 unità di energia primaria, ovvero (allevamento intensivo di bestiame con mangime) da 10 a 35 unità, mentre colture estensive e allevamenti a pascolo consentono di produrre da 2 a 50 unità di energia alimentare per ogni unità di energia primaria utilizzata. In totale un'efficienza migliore per un fattore che va da 20 a 25.000 (Weizsäcker et al., 1998).

## **Il legname**

Oltre al territorio soggetto a forme complete (10%) o indirette (10%) di protezione, deve essere prevista un'adeguata superficie boscata popolata da specie endemiche nelle quali si pratici soltanto il taglio selettivo a fine generazione con sostituzione completa e non il taglio a raso. Con queste prescrizioni la produttività annua (incremento della biomassa) potrebbe superare il fabbisogno di legname; se non a livello locale almeno a livello continentale.

Questo obiettivo, inoltre, consentirebbe la riduzione al minimo dell'importazione dei così detti legni tropicali che oggi contribuisce a distruggere le principali aree forestali tropicali in Africa, in America del Sud e in Asia, nelle quali è localizzata la maggior parte delle specie vegetali ed animali presenti sulla terra. Questa deforestazione globale, non può essere compensata dall'impianto di colture forestali per produzione di legno, in quanto questi ecosistemi pur avendo una maggiore produttività annua, hanno una biodiversità molto ridotta e non sono in grado di assolvere tutti i servizi e le funzioni degli ecosistemi naturali (regolazione del clima, regolazione delle acque, protezione del suolo, tutela della biodiversità, ecc).



## **L'acqua**

La risorsa idrica è considerata di tipo regionale, anche se l'incorporazione di acqua in molti prodotti commerciati in tutto il mondo fa sì che il consumo di un dato materiale incida in modo molto negativo sulla disponibilità per altri usi anche più essenziali (un esempio è il cotone: per la sua produzione sono necessari consistenti volumi di acqua nelle zone di produzione dove questa risorsa è scarsa, ad es. Egitto, Asia centrale, ecc.). Inoltre, il progressivo cambiamento della chimica dell'atmosfera, aumentando la quantità di energia solare catturata (effetto serra), determina una sensibile accentuazione dell'intensità dei fenomeni meteorologici. Per quanto concerne la piovosità, si può rilevare che in Italia centrale si è in presenza di una diminuzione in media della precipitazione complessiva (circa il 20% in 50 anni) ma con fenomeni più concentrati nel tempo (piove in modo molto intenso in tempi più brevi) determinando una riduzione della frazione di acqua che può pervenire alle falde.

Tutto questo giustifica la necessità di valutare accuratamente l'effettiva risorsa idrica disponibile e la fissazione di un prelievo complessivo che non superi il 10% di questo livello, al fine di non incappare in situazioni transitorie di scarsità eccessiva, di prevenire situazioni di eccessivo sfruttamento delle falde e di invertire le tendenze in atto in alcune zone particolarmente in crisi (ad es. aree costiere, isole, ecc.).

## **Le proposte attuative per la sostenibilità**

### **I risultati di Europa Sostenibile**

Le ricerche condotte dagli Amici della Terra di 30 paesi dell'Europa geografica, nell'ambito della campagna di Europa Sostenibile, tra il 1993 e il 1997, hanno evidenziato la possibilità di svincolare lo sviluppo socio-economico dal tradizionale aumento lineare del prelievo di risorse e, quindi, di utilizzare un quantitativo di risorse limitato per assicurare, in modo equo a tutti i paesi, livelli di qualità della vita pari, se non migliori, di quelli attuali nei paesi più sviluppati.

Lo studio "Verso un'Europa Sostenibile" ha valutato che attualmente la società europea, nel suo complesso, utilizza più risorse di quante ne spetterebbero in base ad una equa ripartizione su scala globale (v. tabella seguente) e che, quindi, si dovrebbe puntare ad una riduzione del prelievo di risorse pur mantenendo il livello di qualità degli usi finali dei quali oggi la popolazione fruisce.



Riferendosi all'attuale modello economico è stata indicata la possibilità di aumentare progressivamente l'efficienza di uso delle risorse (dall'attuale 10% medio) favorendo ed accelerando l'impiego di molte innovazioni già presenti sul mercato che incorporano quest'importante criterio.

### **Un esempio di uso efficiente delle risorse alla portata di tutti:**

#### **le lampade ad alta efficienza**

Come è noto le normali lampade a filamento, utilizzate ancora in larga maggioranza, hanno un'efficienza molto bassa (non supera il 2%) dato che esse convertono principalmente l'energia elettrica in energia termica (come ognuno può verificare con le proprie mani). Le lampade a gas hanno un'efficienza circa dieci volte maggiore, ma benché siano disponibili sul mercato sono ancora poco usate poiché, in assenza di una domanda consistente, il loro costo è quasi dieci volte quello di una lampada a filamento corrispondente, e il pubblico è restio ad un acquisto simile, anche se la convenienza è eguale dal momento che durano dieci volte più a lungo. In Italia ogni anno si consuma almeno l'equivalente di 5 milioni di tonnellate di petrolio per produrre l'energia elettrica utilizzata per l'illuminazione. Se si utilizzassero solo queste lampade più efficienti si potrebbero risparmiare almeno 4 milioni di tonnellate di petrolio (un costo di quasi un miliardo di €) e l'emissione di quasi 12 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

<b>Emissioni e risorse</b>	<b>Consumo pro-capite/anno 1990</b>	<b>Limite di sostenibilità (spazio ambientale) obiettivo al 2050 (pro-capite/anno)</b>	<b>Riduzione % al 2050 fattore-10</b>	<b>Riduzione % possibile al 2010 fattore-4</b>
Emissioni di CO <sub>2</sub> per uso di energia	7,3 t	1,7 t	- 77	- <b>26</b>
Cemento	536 kg	80 kg	- 85	- <b>21</b>
Ghisa per acciaio	273 kg	36 kg	- 87	- <b>21</b>
Alluminio	12 kg	1,2 kg	- 90	- <b>23</b>
Cloro	23 kg	0 kg	- 100	- <b>25</b>
Aree protette	0,003 ha	0,051 ha	+ 1.933	+ <b>2.000</b>
Territorio edificato	0,053 ha	0,061 ha	- 3,2	- <b>3,2</b>
Territorio netto importato	0,037 ha	<0,019 ha	- 50	- <b>50</b>



Legname	0,66 m <sup>3</sup>	0,56 m <sup>3</sup>	- 15	<b>- 15</b>
---------	---------------------	---------------------	------	-------------

Tuttavia ciò richiederebbe tempi di penetrazione di vari anni. Senza entrare ulteriormente nello specifico dei singoli temi (Amici della Terra, 1995; Carley et al. 1999) si riporta una tabella contenente i dati essenziali che mostrano come potrebbe essere il percorso verso la sostenibilità del continente europeo nell'arco dei prossimi cinquanta anni sulla base degli indicatori di SA, a partire dai valori stimati per il 1990.

Questi dati indicano come devono essere orientate le iniziative per la sostenibilità e rappresentano un essenziale metodo di riferimento non solo qualitativo ma anche quantitativo per misurare l'efficacia degli interventi che si intende progettare e realizzare, nonché di quelli già realizzati.

Come accennato, già da alcuni anni il mercato offre la possibilità di ridurre il consumo di risorse di un "fattore 4", ovvero di far conseguire anche ai paesi in via di sviluppo un elevato standard di vita (come quello dei paesi sviluppati) utilizzando solo il 25% delle risorse finora necessarie (riduzione dell'uso di risorse del 75%). Questa constatazione emerge da uno studio condotto nei primi anni '90 da alcuni dei più esperti conoscitori del mercato commerciale delle innovazioni (Weizsäcker et al., 1998) nei principali settori di attività (industrie, trasporti, agricoltura, urbanistica, costruzioni, ecc.). Pertanto, proporre di pervenire entro il 2010 ad una prima riduzione dell'uso delle risorse del 25%, che è pari ad un "fattore 1,3", rappresenta una proposta del tutto plausibile ed a portata di mano.

È essenziale capire in alcuni casi cosa significano gli obiettivi di riduzione che sono stati proposti, e che possono sembrare poco realistici. Nella tabella sopra riportata i dati relativi all'energia, al territorio, all'acqua ed al legno sono stati commentati in modo adeguato e non presentano particolari problemi di interpretazione.

Diversa situazione per i materiali che sono essenziali per la produzione di quasi tutti i prodotti che vengono consumati, dalle abitazioni alle auto, agli elettrodomestici, ai sistemi elettrici ed elettronici sempre più pervasivi con la diffusione delle tecnologie informatiche e telematiche.

Questi beni di consumo sono costituiti oggi essenzialmente da tre categorie di materiali:

- ⇒ materiali inerti per le costruzioni;
- ⇒ metalli (acciaio, alluminio, ecc.);



⇒ materiali plastici.

La destinazione e la quantità di questi materiali non viene contabilizzata, essi vengono semplicemente estratti, raffinati, lavorati, utilizzati per la produzione di beni di consumo e poi alla fine della vita utile di questi solo in piccola parte riutilizzati. Se, invece, si arrivasse ad un riutilizzo quasi completo di essi e dei relativi fardelli ecologici, si potrebbe disporre di una quantità di materiali che viene utilizzata a ciclo chiuso per produrre i nuovi beni di consumo, in modo da ridurre drasticamente il prelievo dall'ambiente e, di conseguenza, i rifiuti prodotti tanto nella fase di produzione (il fardello ecologico) quanto quelli alla fine del consumo. Inoltre, l'impiego dei vari materiali dovrebbe essere valutato sulla base di accurate indagini sul fabbisogno di risorse che essi richiedono in modo da individuare la scelta che può minimizzarlo.

È tipico l'esempio dell'analisi condotta dall'Istituto Wuppertal sui piloni per le linee ad alta tensione:

- ⇒ ***realizzato in cemento a partire da materiali primari richiede 88,6 t;***
- ⇒ ***realizzato in cemento a partire da materiali secondari richiede 33,8 t;***
- ⇒ ***realizzato in acciaio a partire da materiali primari richiede 31,6 t;***
- ⇒ ***realizzato in acciaio a partire da materiali secondari richiede 11 t.***

In un recente lavoro condotto per l'Associazione Europea dell'Alluminio (Cutaia et al., 2004) è stato dimostrato, ad esempio, che utilizzando nei veicoli da trasporto terrestre alluminio in sostituzione dell'acciaio si potrebbero ridurre consistentemente le emissioni di CO<sub>2</sub> (ed i relativi costi esterni), a patto di utilizzare questo metallo a ciclo chiuso, pur in presenza di un parco circolante crescente negli anni.

Le costruzioni potrebbero essere realizzate con maggior impiego di materiali strutturali diversi dal cemento (acciaio per le grandi costruzioni, legno per quelle piccole) e di materiali di riempimento (calcestruzzo) che utilizzassero inerti leggeri prodotti a partire da rifiuti speciali di altri settori industriali (siderurgico, chimico, depurazione, conciario, ecc.) che avendo una densità pari a circa 1 kg/dm<sup>3</sup> (il normale calcestruzzo ha densità 2,7 kg/dm<sup>3</sup>) richiedono una minore quantità di cemento ed hanno prestazioni di isolamento termico e acustico migliore.

Anche per quanto concerne l'acqua si dovrebbe puntare ad un suo utilizzo a ciclo chiuso, almeno nei settori produttivi e in parte anche in quello civile.



## Per un'Europa sostenibile

Il messaggio della campagna di Europa Sostenibile ha influito sulle politiche europee attraverso alcuni primi timidi segnali.

Alcune iniziative prese da governi nazionali e locali stanno crescendo e gli effetti positivi da esse prodotti stanno introducendo cambiamenti sensibili dei quali ancora non si avverte la presenza e l'influenza, ma che lentamente e progressivamente contribuiscono a modificare il modello economico e le sue tendenze (Hawken, P. et al., 2001).

A tale proposito basta citare il fatto che l'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA, 2002) già da tre anni ha inserito nei suoi rapporti periodici sullo stato dell'ambiente nell'UE una sezione dedicata alla valutazione della quantità totale di risorse utilizzate e dell'efficienza del loro uso in rapporto al valore monetario generato (PIL).

Almeno negli indirizzi politici generali, il problema della sostenibilità viene sempre più rapportato allo svincolamento del risultato monetario di un paese (PIL) dal quantitativo di risorse impiegate. Di fatto tutti i principali documenti di strategia politica dell'UE e di vari paesi dell'Unione Europea si muovono all'interno di questa logica riconoscendo la necessità di ridurre l'uso di risorse, di valutare i costi esterni e farli rientrare nel costo effettivo, di mantenere elevato il livello di qualità della vita e dell'occupazione.

In linea generale, questo nuovo approccio richiede di approntare un bilancio delle risorse utilizzate dal sistema economico nazionale e di sviluppare un programma di riduzione del loro impiego attraverso un aumento dell'efficienza di uso. Sulla base di un simile approccio sono state dedotte linee di intervento con lo sviluppo di obiettivi, tempi di realizzazione, normative necessarie, costi e benefici (Österreichische Bundesregierung, 1996).

In particolare, devono essere indicate le modifiche intra-settoriali, come il miglioramento dell'efficienza di uso delle risorse nei singoli settori economici, e le modifiche inter-settoriali, come l'abbandono di alcuni sistemi di produzione-consumo a favore di forme innovative e più sostenibili. Le prime possono essere avviate e realizzate in tempi relativamente brevi dato che si tratta di incidere sull'efficienza di strutture di produzione e consumo già esistenti, e dovrebbero portare alla realizzazione del fattore 4 nell'arco di un decennio. Le altre, invece, richiedono una progettazione più



accurata e concertata a vari livelli (locale, nazionale ed internazionale), nonché un'attuazione che comporta cambiamenti radicali e ampi nel tessuto della società e, quindi, può essere realizzata soltanto nell'arco di qualche decennio (nella campagna Europa Sostenibile veniva fissato un termine temporale di cinquanta anni).

Un approccio di questo genere è stato valutato già da alcuni anni dal Parlamento Federale Tedesco con un complesso lavoro di una Commissione che ha valutato, i problemi legati all'uso delle risorse da parte dei principali settori produttivi del paese (German Bundestag, 1995).

Nel corso dei lavori, la Commissione "Protezione dell'Uomo e dell'Ambiente - Criteri di Valutazione per Cicli Produttivi Ambientalmente Validi nella Società Industriale" ha lavorato sui seguenti temi:

- sviluppo di regole di base (modelli di sviluppo orientati verso la sostenibilità) per l'impiego di sostanze e materiali;
- ruolo della natura come fattore limite alla produzione nello sviluppo economico;
- descrizione di criteri economici, ecologici e sociali per lo sviluppo sostenibile;
- individuazione di uno schema concettuale per la gestione delle catene di materiali come strategia di innovazione finalizzata a superare i limiti posti dall'ambiente;
- analisi di un'idonea politica generale, delle condizioni e degli strumenti economici adeguati.

La Commissione ha concentrato il proprio lavoro su questi temi prendendo in considerazione e sviluppando le proposte metodologiche che sono andate emergendo dalla discussione a livello internazionale in merito alle politiche per l'ambiente e lo sviluppo, fino a proporre iniziative concrete. Successivamente la Commissione ha dato priorità al problema dei flussi di materiali nell'economia e nella società che non sono sostenibili (German Bundestag, 1998) e ha individuato un obiettivo e un limite temporale per la loro riduzione che sono stati inseriti nel Programma Ambientale del governo federale (BMU, 1998) ed è stata accettata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente (UBA, 1997).

Il governo danese ha realizzato (Danish Ministry of Environment and Energy, 1999) un programma di sviluppo basato su simili obiettivi al pari di quanto già fatto dal governo olandese (National Milieubeleidenplan 2, 1997) e di quanto in studio da parte di altri governi dell'UE.



Il Piano di Azione Nazionale Austriaco e lo stato federale dell'Alta Austria (Oberösterreich) menzionano esplicitamente l'obiettivo Fattore 10 (Österreichische Bundesregierung, 1996).

La Commissione per il Ciclo Ecologico del governo svedese fa riferimento all'obiettivo della riduzione di un Fattore 10 nei prossimi 25 - 50 anni nella sua strategia per l'uso efficiente dell'energia e dei materiali (Kretsloppsdelegationens, 1997).

Nel giugno 1993 il Presidente degli Stati Uniti, con un provvedimento specifico (Executive Order 12852), ha istituito il Comitato Presidenziale sullo Sviluppo Sostenibile (PCSD) con il compito di fornire proposte per una strategia nazionale di sostenibilità e di sviluppare approcci innovativi per il raggiungimento dei suoi obiettivi economici, ambientali e di equità sociale. Questo Comitato ha prodotto un primo rapporto nel 1996 e l'ultimo nel maggio 1999, dal titolo "Verso un'America Sostenibile: proposte da attuare nel 21° secolo per prosperità, opportunità ed un ambiente salubre" (PCSD, 1999).

Nello stesso periodo, la Commissione per la Scienza e la Tecnologia degli USA (NSTC) ha redatto un rapporto "Bridge to a sustainable future", adottato dalla Casa Bianca, nel quale viene sostenuta la necessità di aumentare l'eco-efficienza (NSTC, 1995).

L'approccio dell'uso efficiente delle risorse ha riscosso molti consensi anche a livello internazionale. La Sessione Speciale dell'Assemblea Generale dell'ONU (UNGASS) sul tema dell'attuazione dell'Agenda 21 ha considerato: "la promozione di programmi nazionali ed internazionali per aumentare l'efficienza nell'impiego di energia e materiali con obiettivi quantitativi e temporali, un'iniziativa molto appropriata. Pertanto, si dovrebbe prestare la massima attenzione agli studi che propongono di aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse, comprese quelle che puntano ad un aumento della produttività delle risorse di un Fattore 10 nei PS nel medio-lungo termine e di un Fattore 4 nei prossimi venti anni (UNGASS, 1997).

La Commissione ONU per lo Sviluppo Sostenibile (CSD) ha affermato: "In ordine al problema di fissare obiettivi ambientali la discussione sul Fattore 10 e sul Fattore 4 ha portato una nuova dimensione al dibattito in corso stabilendo obiettivi, per il miglioramento della produttività nell'impiego di energia e materiali, che dovrebbero essere raggiunti entro limiti temporali fissati nei PS (UN CSD, 1998).

Nel suo "Global Outlook" l'UNEP afferma: "Sistemi produttivi meno inquinanti comportano riduzioni dell'uso di risorse, dei rifiuti prodotti e dei reflui emessi.



Riduzioni del 50 - 75% sono sempre più la regola che l'eccezione e persino riduzioni del 90% non sono più tanto rare....La sfida consiste nell'aumentare l'efficienza e ridurre l'inquinamento e le altre forme di degrado ambientale di un ordine di grandezza, in linea con quanto la maggior parte degli esperti di vari paesi stanno invocando attraverso il Club internazionale del Fattore 10 fondato nel 1995" (UNEP, 1997).

I Ministri dell'Ambiente dell'OCSE hanno valutato il Fattore 10: "L'eco-efficienza rappresenta un percorso strategico che i Ministri considerano fortemente promettente per consentire alle imprese, ai governi e alle famiglie di svincolare la loro attività economica dall'uso delle risorse e dalla produzione di inquinamento. I Ministri hanno sottolineato l'esistenza di studi che indicano come aumenti di efficienza di un Fattore 10 sono necessari e possibili nei prossimi trenta anni....i Ministri dell'Ambiente dell'OCSE hanno preso atto che il Club Factor 10 - un gruppo di personalità del mondo accademico, delle imprese e del settore ambientale - sostiene un impegno politico per un aumento di dieci volte della produttività media delle risorse nei PS come prerequisito per raggiungere la sostenibilità nel lungo termine. Essi sostengono che i paesi industrializzati dovrebbero impegnarsi per una riduzione del 50% a livello globale degli attuali flussi di risorse non rinnovabili (minerali, acqua e fonti di energia non rinnovabili) entro i prossimi 30-50 anni. A livello internazionale l'interesse per le potenzialità di un approccio tipo Fattore 10 è in aumento, e l'OCSE sta valutandone gli sviluppi. Il ruolo dei governi per sviluppare un quadro politico atto a favorire sensibili aumenti dell'eco-efficienza nel settore privato, sarà l'argomento centrale di un rapporto ai Ministri OCSE nel 1998" (OCSE, 1997). I Ministri dell'Ambiente hanno appunto approvato questo obiettivo nel corso del 1998 (OCSE, 1998).

### Per un'Italia sostenibile

Applicando all'Italia le valutazioni di Europa Sostenibile sono stati ottenuti i risultati illustrati nella tabella seguente (anno di riferimento 1990; anno di elaborazione dei dati 1995):

Emissioni/Risorse	CO2	Ghisa	Cemento	Alluminio	Acqua
Obiettivi al 2010 riduzione %	- 28 %	- 20 %	- 20 %	- 23 %	- 20 %



Un simile quadro di riferimento contrasta con i riferimenti finora adottati che, invece, danno per i rispettivi settori aumenti di fabbisogno delle risorse di entità analoga se non superiore (Ministero dell'Ambiente, 2002).

Infatti, il modello economico che è alla base del governo dei paesi presume che, nei paesi sviluppati, il PIL debba aumentare al ritmo di almeno il 3% e con esso il flusso di beni e, quindi, anche il fabbisogno di risorse necessario per produrli e per assorbire i rifiuti che vengono prodotti per fare posto ai nuovi beni che devono essere venduti per mantenere il livello di "sviluppo" programmato.

Ad esempio, nell'aderire al protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni di gas serra, l'Italia ha assunto l'impegno di ridurre, entro il 2010, le proprie emissioni di CO<sub>2</sub> del 6,5% rispetto ai livelli del 1990, nell'ambito di un impegno dell'UE di ridurre le sue emissioni complessive dell'8%. L'UE, nel suo complesso tra il 1990 ed il 2000 ha ridotto le emissioni di gas serra di circa il 3,5%. Tuttavia, mentre la Germania e il Regno Unito (i maggiori produttori di emissioni) hanno operato i tagli più consistenti, l'Italia (terzo produttore di anidride carbonica tra i paesi dell'UE) con emissioni in crescita del 6% dal 1990, è lontana dall'obiettivo di riduzione (-6,5% ne 2010) (Enea, Rapporto Energia e Ambiente, 2002).

Gli Amici della Terra, in uno studio prodotto per il Ministero dell'Ambiente in occasione del lancio del protocollo di Kyoto (1997), hanno valutato (Molocchi, 1998) che attraverso semplici e non costosi interventi sarebbe possibile in Italia ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> del 21% entro il 2010. Una simile possibilità è stata anche verificata sul campo attraverso una campagna con la quale gli Amici della Terra di tutta Europa hanno scommesso con la Commissione Europea che sarebbero stati capaci di raggiungere con l'aiuto dei giovani studenti riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> ben maggiori degli obiettivi fissati nel protocollo di Kyoto. In Italia questa scommessa è stata sviluppata con l'ausilio di centinaia di scolaresche in varie regioni ed ha dimostrato che con l'impegno dei giovani e delle famiglie si possono ottenere entro breve tempo riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> di quasi il 18% ([www.amicidellaterra.org/thebet/Index.htm](http://www.amicidellaterra.org/thebet/Index.htm)).

In termini generali è stato valutato che il quadro complessivo delle risorse utilizzate dal sistema economico italiano è caratterizzato dai dati riportati nella tabella seguente (dedotti da dati ISTAT del 1995-1999 e dai dati del Ministero dell'Ambiente dello stesso periodo; non contengono acqua, aria e fardello ecologico).



<b>Utilizzo complessivo di materiali nel sistema economico italiano al 1995</b>	<b>Quantità (milioni di tonnellate)</b>
<i>Produzione interna (escluse biomasse)</i>	<i>180</i>
<i>Saldo Import - Export</i>	<i>240</i>
<i>(Fardello ecologico)</i>	<i>(2.400)</i>
<b>FABBISOGNO COMPLESSIVO</b>	<b>420</b>

<b>Destino dei materiali nel sistema economico italiano: accumulo nelle infrastrutture e produzione di reflui e rifiuti al 1995</b>	<b>Quantità (milioni di tonnellate)</b>
<i>Reflui aeriformi di carbonio (essenzialmente sotto forma di CO2)</i>	<i>150</i>
<i>Altri reflui aeriformi</i>	<i>20</i>
<i>Rifiuti, fanghi, ecc.</i>	<i>100</i>
<i>Accumulo nel sistema socio-economico</i>	<i>150</i>
<b>TOTALE</b>	<b>420</b>

A questo quadro di riferimento si può confrontare lo scenario conseguente ad una riduzione complessiva del 24% dell'utilizzo di risorse, che come sopra indicato può essere raggiunto anche soltanto adottando tecnologie, processi e sistemi già disponibili a livello commerciale.

Tale scenario è sintetizzabile nella tabella seguente che praticamente contiene i valori della precedente ridotti del 24%.

<b>Utilizzo complessivo di materiali nel sistema economico italiano (obiettivo potenziale per il 2010)</b>	<b>Quantità (milioni di tonnellate)</b>
<i>Produzione interna</i>	<i>180</i>
<i>Saldo Import - Export</i>	<i>140</i>
<i>(Fardello ecologico)</i>	<i>(1.700)</i>



<b>FABBISOGNO COMPLESSIVO</b>	<b>320</b>
-------------------------------	------------

Anche per il destino dei materiali si avrebbe una riduzione che può essere in linea di massima dedotta in modo analogo al fabbisogno.

<b>Destino dei materiali nel sistema economico italiano: accumulo nelle infrastrutture e produzione di reflui e rifiuti (obiettivo potenziale al 2010)</b>	<b>Quantità (milioni di tonnellate)</b>
<i>Reflui aeriformi di carbonio (essenzialmente sotto forma di CO<sub>2</sub>)</i>	<i>110</i>
<i>Altri reflui aeriformi</i>	<i>15</i>
<i>Rifiuti, fanghi, ecc.</i>	<i>75</i>
<i>Accumulo nel sistema socio-economico</i>	<i>120</i>
<b>TOTALE</b>	<b>320</b>

Questo semplice confronto fornisce importanti indicazioni che possono essere riassunte come segue:

- **riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> di quasi 25%, ovvero di 100 Mt/anno di CO<sub>2</sub>, corrispondente alla riduzione di importazione di combustibili fossili di circa 20 Mtep/anno;**
- **riduzione del prelievo di materiali inerti per cemento e costruzioni del 25% (attraverso il riciclaggio di rifiuti speciali di vari settori produttivi: edilizia, metallurgico, chimico, ecc. e degli scavi), per un quantitativo di 40 Mt/anno;**
- **riduzione dell'importazione di minerali metalliferi e rottami di metallo del 20%;**
- **riduzione dell'importazione di legname del 20%;**

oltre ad altri aspetti non inclusi nello scenario ma connessi, comunque, con l'uso delle risorse:

- **riduzione del prelievo di acqua del 25%;**
- **nessun aumento di urbanizzazione/infrastrutture, ma solo sostituzione.**

Uno scenario simile comporterebbe il risparmio di almeno 35 Mld €/anno di costi, parte a favore delle imprese (circa 7 Mld €/anno) e in maggior misura a favore del bilancio pubblico (28 Mld €/anno)



derivanti da:

- **riduzione dei costi di acquisto di materie prime di almeno 5 Mld €/anno (assumendo che il costo del combustibile fossile rimanga fisso nei prossimi anni);**
- **riduzione dei costi esterni direttamente emergenti di 10 Mld €/anno;**
- **riduzione dei costi di trasporto di 5 Mld €/anno;**
- **riduzione dei costi di smaltimento dei rifiuti riciclati per la produzione di inerti di circa 2 Mld €/anno;**
- **produzione di materiali inerti dal riciclaggio di rifiuti per un valore economico di 3 Mld €/anno a fronte di una riduzione di attività estrattiva per un valore di 1 Mld €/anno;**
- **riduzione di fabbisogno di circa 100 Mt/anno di materiali vari, così ripartita:**
  - **20 Mt/anno combustibili fossili;**
  - **40 Mt/anno inerti vari;**
  - **10 Mt/anno prodotti per l'agricoltura (sostanze chimiche) e legno;**
  - **10 Mt/anno minerali metallici e rottami;**
  - **10 Mt/anno altri minerali;**
  - **10 Mt/anno prodotti chimici.**
- **Ipotizzando un costo di acquisto medio (molto conservativo) delle materie prime di 50 €/t, si ottiene un risparmio di 2 Mld €/anno, al quale si aggiungerebbe il risparmio di 5 Mld €/anno di costi esterni direttamente emergenti connessi con il solo trasporto.**

Se tale scenario venisse completato con la valutazione degli effetti derivanti dal passaggio “dalla vendita del bene alla fornitura del servizio”, che costituisce l'altro elemento essenziale per lo sviluppo sostenibile, si potrebbe verificare che lo sviluppo delle attività di servizio nei vari settori comporterebbe un aumento di occupazione consistente, rapportato ai valori economici indicati, e che potrebbe ammontare a non meno di 500.000 posti di lavoro l'anno.



Naturalmente, una prima critica consiste nel sottolineare che un simile scenario, a prima vista, potrebbe determinare una progressiva riduzione del PIL con una dinamica negativa, con i relativi problemi di conformità agli accordi monetari europei.

Ma una simile incompatibilità con i parametri fondamentali dell'economia, come convenzionalmente intesi (rapporto debito pubblico/PIL, rapporto disavanzo di bilancio/PIL, aumento percentuale annuale del PIL), ad un'accorta analisi risulta soltanto apparente e non effettiva.

Certamente, si deve tenere conto che, per effetto della riduzione del consumo di materiali e la contrazione di alcuni costi esterni, il PIL potrebbe assumere una dinamica diversa da quella programmata rendendo critici alcuni problemi (ad es.: debito pubblico percentuale, disavanzo di bilancio, ecc.).

Tuttavia, vanno previsti anche gli effetti derivanti dal passaggio “dalla vendita di beni alla fornitura del servizio”, che oltre a consentire un elevato livello della qualità della vita, comporta anche un aumento di occupazione consistente, ampiamente giustificato dai costi economici evitati sopra indicati, e che potrebbe riequilibrare il quadro finanziario nazionale complessivo nella sua configurazione convenzionale.

A supporto di una dinamica positiva dei principali indicatori economici convenzionali e al fine di orientare imprese e consumatori in modo preciso verso l'uso efficiente delle risorse, si pone la tendenza già in atto di aumento tariffario dei consumi a maggiore intensità di risorse critiche (combustibili fossili, acqua, ecc.) in modo da spingere a consumi globali minori senza però alterare il relativo peso in termini di PIL.

Infine, gli incentivi a favore dell'innovazione e della nuova imprenditoria dovrebbero essere condizionati, molto più di quanto già ora avviene, all'adozione di simili scelte da parte delle imprese.

Tutto ciò dimostra che è senz'altro possibile salvaguardare la dinamica convenzionale dei parametri economici nell'ambito degli accordi monetari europei e, al contempo, avviare un processo di cambiamento verso obiettivi definiti e concordati (come quelli dello SA) e che potrebbero essere conseguiti in modo relativamente agevole anche attraverso i meccanismi economici propri del mercato.



## Le applicazioni

Per ottenere uno scenario orientativo a fini pianificatori, lo SA è lo strumento più idoneo: nell'ambito dello studio Olanda Sostenibile (Buitenkamp, 1991) prima e poi della Campagna Europa Sostenibile (1994-1996) gli Amici della Terra Europei<sup>3</sup> hanno elaborato un quadro di riferimento per l'Europa e per ognuno dei 30 paesi che la compongono, dal quale si evidenzia che nell'arco di 50 anni si può pervenire ad una riduzione dell'uso delle risorse di un fattore 10 (Verso un'Europa Sostenibile, 1995), tenendo presente che già nell'arco di dieci anni si può conseguire una riduzione di un Fattore 4 (Weizsäcker et al., 1998). In tal modo si è potuta evidenziare la fattibilità di innescare un processo di cambiamento di tipo intrasettoriale (ovvero diminuendo l'uso delle risorse in modo abbastanza omogeneo in tutti i settori; ad es. con l'introduzione di adeguati sistemi di gestione ambientale supportati da metodi di analisi, monitoraggio e verifica tipo input di materiale per unità di servizio - MIPS) e di tipo intersettoriale (ovvero spostando il sistema produzione-consumo da modelli material-intensive a modelli labour-intensive; ad es. sviluppando la fornitura di servizi in sostituzione della produzione di prodotti).

## Iniziative in corso

### Strumenti per la dematerializzazione

Di seguito sono presentati gli strumenti più innovativi che possono contribuire alla dematerializzazione del sistema produzione-consumo.

1. **principi guida.** La politica può influenzare lo sviluppo di principi guida. Ad esempio, la Commissione per l'Ambiente e lo Sviluppo dell'ONU ha sviluppato una definizione formale del termine sviluppo sostenibile, che è diventato la linea guida fondamentale per la discussione mondiale dopo il summit di Rio (1992). La dematerializzazione è un modo per attuare concretamente questa linea guida; come ha fatto l'Austria, primo paese ad adottare la dematerializzazione come obiettivo dello stato nella forma del "fattore 10".
2. **informazione.** Anche quando vi fosse un comune intendimento circa una linea guida di "dematerializzazione", gli imprenditori ed i consumatori devono essere informati su



come possono operare per seguire tale principio guida. I governi possono fornire questo tipo di informazione in modo diretto o possono agevolare la diffusione dell'informazione.

**3. etichette di input di materiale.** Uno strumento importante consiste nel promuovere l'educazione ambientale nei giovani e negli adulti; in modo particolare attraverso un sistema di etichette di input di materiale. I consumatori ambientalmente responsabili si trovano di fronte al problema che le etichette ecologiche esprimono alcune caratteristiche del prodotto ma non indicano il consumo totale di energia e di materiali relativo all'intero ciclo di vita del prodotto. Un modo per dare un minimo di informazione a questo riguardo consiste nel riportare i valori dell'input di materiali (MI – material input) sul corpo del prodotto. A tale scopo, però, è necessario disporre di un sistema standard controllabile di calcolo per consentire un agevole confronto dei prodotti. In tal modo, utilizzando il metodo del MI, si avrebbero delle etichette contenenti l'intensità di materiale del prodotto e, quindi, in grado di dare al consumatore un'informazione idonea a spingerlo all'acquisto di prodotti a basso MI. Ad un livello ancora più operativo si colloca il concetto di Intensità di Materiale per Unità di Servizio (MIPS) sviluppato da Schmidt-Bleek (1994) che indica anche il così detto “fardello ecologico” ovvero la quantità di materiale che viene prelevato dall'ambiente come risorsa e che non finisce nel “servizio reso al consumatore”. Il MIPS dunque consente di misurare in unità omogenee normalizzate (una massa) la quantità di risorse di ogni genere che deve essere prelevata dall'ambiente per realizzare un prodotto o un servizio; in altri termini esso è l'indicatore dell'intensità di materiali di un dato prodotto/servizio, in modo da comprendere quali interventi possano essere intrapresi per pervenire più rapidamente ed efficientemente alla sostenibilità (Hille, 1995, 1997).

**4. eco-audits.** La normativa per l'adesione volontaria delle imprese del settore industriale a un sistema comunitario di ecogestione e audit è stato approvato dall'UE sin dal 1993. Vi sono buone possibilità di integrare in esso il concetto di SA e di MIPS, poiché esso è finalizzato alla valutazione ambientale delle imprese e dei loro prodotti. Con l'aiuto dello SA sarebbe possibile fissare degli obiettivi coerenti con una strategia di sostenibilità ed attraverso il metodo del MIPS sarebbe possibile sviluppare un

---

<sup>3</sup> Questa attività è stata realizzata con il supporto economico della Commissione Europea (DG XI -Unità per il 5° Programma) e dell'UNEP, in ragione della validità di simili strumenti per il raggiungimento degli obiettivi fissati dai documenti politici dell'Unione Europea.



efficiente sistema di gestione delle risorse in termini ecologici e non solo economici. Nelle imprese, parallelamente alla contabilità economica, potrebbe essere istituito un sistema di contabilità delle masse (delle risorse) che contrariamente al primo terrebbe conto dei costi esterni ecologici che verrebbero espressi anche attraverso i fardelli ecologici.

5. **statistiche ambientali ed economiche.** In questo contesto è essenziale che le informazioni fornite dalle imprese, oltre che dal settore pubblico dello stato, possano essere correlate con i dati economici ed ambientali (relativi all'intensità dei materiali). In tal modo si può avere un'indicazione circa le iniziative che le imprese dovrebbero prendere e la loro incisività sui parametri statistici nazionali (connessione tra PIL e MIPS)

6. **accordi volontari.** Imprese o settori produttivi possono impegnarsi a raggiungere determinati obiettivi ambientali significativi ai fini del processo di dematerializzazione. Il vantaggio (ad es. rispetto a normative vere e proprie) consiste nel mantenere a livello imprenditoriale una larga libertà di azione. L'accordo volontario delle industrie tedesche per la riduzione delle loro emissioni di CO<sub>2</sub> (il cui obiettivo è stato raggiunto grazie alla deindustrializzazione della Germania Est) è un esempio di come questo strumento non sia sempre soddisfacente. Oltre ad un semplice impegno per la riduzione, è possibile aumentare la partecipazione del pubblico nel processo di uno sviluppo competitivo ma rispettoso dell'ambiente, in modo da raccordare gli interessi sociali con quelli imprenditoriali. In aggiunta a questi strumenti, per raggiungere maggiore efficacia, è necessario supportare sul piano finanziario le imprese che puntano alla sostenibilità; in modo da porre le condizioni perché il maggior numero di esse punti a realizzare concretamente l'obiettivo della dematerializzazione.

7. **sussidi.** Tutti i sussidi, che abbiano o no motivazioni ambientali, hanno effetti sull'ambiente; e molti di tipo negativo. Attualmente ben pochi sussidi con finalità ambientale vengono usati all'interno delle politiche ambientali convenzionali. Ma oltre ai sussidi chiaramente indirizzati vi sono molti "sussidi ombra" da tenere in conto. Essi derivano dal fatto che certe prestazioni non sono pagate completamente da coloro che ne fruiscono; ad es. la benzina e le tasse sull'auto non coprono completamente i costi della mobilità. Inoltre, sussidi a termine possono giocare un ruolo importante al fine di costruire un cambiamento strutturale orientato ecologicamente. A tal fine si dovrebbero



adottare criteri generali, come lo SA ed il MIPS, per la riorganizzazione dei sussidi ed il loro orientamento ecologico.

8. **tasse sui materiali e sull'energia.** Si tratta di tasse sugli input produttivi, che non sono legate ad emissioni o a rifiuti ma a ciò che entra nel processo economico, e che forniscono un'indicazione del potenziale danno ambientale. Una differenza fondamentale fra le tasse sui materiali e quelle sull'energia, è che la varietà dei materiali da conteggiare è molto maggiore dei tipi di energia; con la conseguenza che una tassa sull'energia può essere gestita in modo molto più semplice. Prima di introdurre una tassa sull'energia è necessario individuare i materiali per i quali essa non determinerebbe alcun effetto di riduzione del loro flusso.

9. **certificati di flussi di materiali.** Un certificato di MI rappresenterebbe il permesso di prelevare e mettere in circolazione una data quantità di risorsa primaria. Per poter usare una risorsa primaria, un'impresa dovrebbe acquisire dei certificati di input. A tal fine sarebbe necessaria l'istituzione di un'autorità nazionale o internazionale che determinasse le quantità di risorse utilizzabili come norma guida ambientale e consentisse l'emissione di certificati in misura corrispondente; la determinazione del prezzo delle risorse sarebbe ovviamente compito del mercato.

10. **normative per l'uso delle risorse.** L'attuale politica ambientale spesso cerca di ottenere obiettivi ambientali attraverso il processo normativo; cosa utile da un lato (ad es. nei divieti sulle sostanze tossiche) ma che non ha avuto effetto nel frenare l'eccessivo uso di risorse in termini di energia e materiali. Pertanto, questo tipo di normativa dovrebbe essere ridotto all'essenziale in quanto esso non porta a soluzioni valide né dal punto di vista economico né da quello ecologico. Invece, i governi dovrebbero individuare delle limitazioni dirette circa le quantità e i modi di impiego delle risorse nel sistema economico, predisponendo delle normative dirette a disciplinare le modalità di produzione, senza però contrastare le potenzialità dell'innovazione.



## 2. Come calcolare lo Spazio Ambientale

### ***2.a) Analisi degli interventi necessari per attuare un sistema di calcolo e monitoraggio dello SA in Toscana, in particolare per sviluppare un sistema di contabilità materiale delle risorse, da mettere in relazione con il sistema della contabilità economica convenzionale***

#### **Lo stato dei dati disponibili**

Il calcolo dello SA per la Toscana ha incontrato molte difficoltà derivanti dalla mancanza di dati opportunamente raccolti ed organizzati. In questo paragrafo è delineato lo stato dei dati disponibili come è emerso dalla realizzazione del presente lavoro.

In generale, abbondano i dati relativi ai flussi finanziari ma sono molto carenti quelli riguardanti i flussi fisici dei materiali e delle risorse in ingresso ed in uscita, ai vari livelli del sistema produzione-consumo, con l'eccezione dei dati relativi ai rifiuti prodotti che però spesso sono eccessivamente aggregati e polarizzati (ad es. sono carenti i dati sui beni durevoli).

Pertanto, è stato possibile condurre soltanto una valutazione di carattere preliminare dello SA della Toscana sulla base dei dati attualmente disponibili in letteratura e presso la Regione (v. successivo punto c).

L'opportunità di disporre in modo permanente di un sistema di monitoraggio basato su indicatori di SA, invece, richiede lo sviluppo di un sistema apposito di contabilità del quale in questo paragrafo sono delineati i punti maggiormente significativi e critici.

In alcuni settori la situazione è meno critica e già oggi si può disporre di informazioni idonee che forniscono un'indicazione dell'attuale consumo di SA per vari indicatori. Nel campo dell'energia, ad esempio, le emissioni di CO<sub>2</sub> sono un dato ormai contabilizzato accuratamente proprio attraverso la valutazione dei flussi di combustibili utilizzati dal sistema regionale produzione-consumo. Questi dati sono raccolti e pubblicati ogni anno con relativa tempestività e sono disponibili tanto nelle pubblicazioni ENEA quanto nel sito internet dell'APAT.

Negli altri settori, la situazione è molto meno facile, dal momento che le Camere di Commercio, Industria e Artigianato (CCIA) in genere rilevano i flussi finanziari ed i



dati di bilancio che sono resi disponibili da aziende produttive e commerciali. Quindi, le valutazioni devono essere condotte su dati di produzione, importazione ed esportazione reperibili quasi sempre in forma di aggregato nazionale presso le associazioni di settore. Pertanto, per quanto concerne materiali come cemento, ghisa, alluminio e cloro, si è dovuto procedere a delle stime in genere condotte con due o tre metodi diversi (ad es. rapporto con il dato nazionale sulla base della popolazione e/o del PIL, a secondo della rilevanza del materiale per le attività produttive o per i consumi finali), ovvero attraverso una stima delle capacità produttive regionali e del saldo import-export, valutato principalmente sui materiali e solo in subordine su semilavorati e/o prodotti finiti.

A tale riguardo è stato valutato che il contributo di vari materiali che entrano nel sistema economico attraverso i beni di consumo finali (autovetture, elettrodomestici, ecc.) è abbastanza modesto rispetto al flusso dovuto ai consumi industriali (macchine, infrastrutture, ecc.), rappresentando ca il 5%. Tuttavia, va tenuto presente che questi beni di consumo hanno in genere una vita molto più breve delle infrastrutture industriali e pubbliche e, quindi, rappresentano il percorso lungo il quale vengono prodotti consistenti e continui flussi di rifiuti.

I dati di import-export (*fonte: IRPET, ISTAT*) sono stati utilizzati aggregando le categorie, per risorsa prevalente, fino ad ottenere il saldo netto e, quindi, sommato all'eventuale produzione interna, una stima di quanto utilizzato all'interno della regione.

Analoga valutazione è stata fatta per il settore agroalimentare nel quale le statistiche relative alle quantità prodotte e commerciate sono risultate abbastanza adeguate, così come quelle relative al tipo di uso del suolo e delle superfici investite dai vari sistemi colturali (*fonte: IRPET, ISTAT*).

Per quanto concerne l'uso del territorio, a partire dai dati regionali di Corine (aggiornati al 2000 su scala 1:100.000; *fonte: Settore SERVIZIO GEOGRAFICO REGIONALE*) sono state calcolate le superfici occupate da infrastrutture umane (centri urbani, strade, aeroporti, linee ferroviarie, ecc.) in modo da ottenere un dato aggregato circa la percentuale di territorio completamente antropizzato. In modo analogo sono state calcolate le superfici regionali classificate ad aree protette e quelle boscate.

Infine, per l'acqua non è stato trovato un dato riguardante la disponibilità fisica della risorsa (quanta acqua piove sul territorio regionale) e, quindi, sono stati utilizzati i dati del Servizio Idrografico di Pisa in modo da ottenere un dato regionale medio attraverso



le rilevazioni di tutte le stazioni nell'anno 2000. Una verifica di tale valutazione è stata operata utilizzando il dato aggregato relativo all'Italia centrale della Relazione sullo Stato dell'Ambiente del 2001 del Ministero dell'Ambiente, con il dovuto rapporto tra la superficie totale e quella toscana. La sostanziale coincidenza dei due dati è stata assunta come affidabilità del dato. Inoltre, è stata utilizzata l'ipotesi largamente applicata in idrologia che le precipitazioni vengano in media ripartite in tre frazioni eguali: evaporazione, ruscellamento, infiltrazione nel sottosuolo, per valutare la risorsa effettivamente disponibile nel complesso, sulla quale applicare, come accennato in precedenza, il valore cautelativo di un prelievo non superiore al 10%.

Tale valore è stato poi confrontato con il dato ISTAT che però riguarda soltanto gli usi civili e industriali.

In linea di massima è sembrato piuttosto problematico il dato regionale (*fonte: ARPAT, 2000; Regione, 2002*) che disaggrega gli usi idrici nel 29% a fini civili, 52% a fini industriali, 19% a fini agrozootecnici. Soprattutto, l'ultimo dato appare poco uniforme con quello delle percentuali nazionali e centro Italia riportate nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001 del Ministero dell'Ambiente e con quello della regione Umbria che in linea di massima ha una struttura socio-economico non molto diversa da quella toscana.

### **Interventi per la disponibilità dei dati**

Questo quadro di scarsa disponibilità di dati, indica la necessità da parte della Regione di realizzare presso i propri uffici una competenza specifica per la valutazione annuale dei bilanci di massa delle risorse in ingresso ed in uscita dal sistema economico regionale, finalizzati alla valutazione periodica di indici di sostenibilità, come lo SA, rapportati a tutto il territorio regionale o a specifici settori, situazioni e provvedimenti.

L'Istituto Regionale Programmazione Economica Toscana (IRPET) ha competenze e mezzi adeguati a costituire lo strumento operativo di supporto, anche attraverso la collaborazione con altri soggetti regionali (Agenzia Regione Recupero Risorse - ARRR, CCIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura - ARSIA, Università, ecc.) e stabilire i necessari collegamenti di un simile lavoro con quello sviluppato a livello nazionale dall'ISTAT (NAMEA). Inoltre, il notevole grado di approfondimento delle caratteristiche socio-economiche dei subsistemi locali della



regione consentirebbe all'IRPET di valutare in modo efficace le specificità dei problemi locali che concorrono alla formazione del quadro regionale.

In materia di energia la disponibilità dei dati è adeguata e non si ritengono necessari interventi ulteriori se non quelli legati alla realizzazione di un sistema di contabilità delle risorse come illustrato nel paragrafo successivo.

Per le altre risorse la disponibilità di dati per un calcolo accurato dello SA utilizzato dalla Toscana richiede una serie di interventi specifici per la contabilizzazione degli input di materiali quali, acciaio, cemento, alluminio, materiali plastici, acqua, legname e territorio per vari usi.

Tale contabilizzazione dovrebbe tener presente che queste risorse entrano nel sistema produzione-consumo a diversi livelli e seguono percorsi differenziati, alcuni dei quali conducono all'esportazione ed altri al consumo interno. Tenere conto di tutte queste specificità non è facile, come non è facile conoscere l'esatta composizione dei prodotti importati e, quindi, delle risorse in ingresso attraverso di essi.

È chiaro che si tratta di sviluppare una capacità di rilevazione dei dati fisici che consenta di contabilizzare correttamente le risorse utilizzate e valutare quanto tali valori si approssimano a quelli di riferimento che forniscono un'indicazione per la sostenibilità.

In alcuni settori, come acqua, agricoltura, legname, potrebbe essere sufficiente organizzare una migliore elaborazione dei dati già correntemente raccolti, finalizzandola anche al calcolo dello SA.

In altri settori, come quello dei beni di consumo, è necessario sviluppare, di concerto con i soggetti coinvolti (Associazioni di categoria, CCIA, Associazioni dei consumatori, ecc.), appositi sistemi volontari di dichiarazione che possano poi confluire con le dovute tutele alla formazione dei dati aggregati e anonimi. In una simile iniziativa, la Regione potrebbe sfruttare le esperienze già acquisite nell'ambito degli accordi di programma formalizzati nel 2002 per la riduzione dei rifiuti con alcune categorie di settore, utilizzando anche le attività dei comitati tecnici che dovrebbero seguire l'attuazione degli interventi previsti. In ogni caso si prevede la necessità di condurre apposite campagne di rilevazione per le categorie di consumi meno documentate, corredate da specifici approfondimenti relativi alla presenza dei materiali nei relativi beni di consumo.



## **2.b) Proposta di attuazione a livello regionale della metodologia di contabilità delle risorse già adottata da EUROSTAT**

### **Premessa**

L'esigenza di disporre di un sistema di contabilità delle risorse anche a livello regionale è largamente condivisa a tutti i livelli, a partire dalla Commissione per lo Sviluppo Sostenibile dell'ONU, all'OCSE, ai principali centri di ricerca interdisciplinare (Istituto Wuppertal, Stockholm Environmental Institute, World Resource Institute, US National Research Council, ecc.), ai governi di vari paesi europei (Austria, Danimarca, Germania, Paesi Bassi, Regno Unito) fino all'UE che nella recente Comunicazione della Commissione al Consiglio ed al Parlamento ("Verso una strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali", 1.10.2003, COM(2003) 572 def.).

A tal fine la Commissione Europea, attraverso EUROSTAT, ha definito un riferimento metodologico (EUROSTAT, 2001) che riguarda le problematiche di attuazione di un sistema di monitoraggio dei flussi di materiali, tanto sul versante della contabilità delle risorse quanto su quello dello sviluppo dei sistemi statistici.

### **Obiettivi e strumenti**

L'analisi e la valutazione dei flussi di materiali rapportata ad un dato sistema economico (in questo caso regionale) è un elemento essenziale del quadro ambientale e di quello socio-economico.

La sua importanza riguarda aspetti generalmente non approfonditi come il commercio con l'esterno, le statistiche relative alla produzione ed all'ambiente, la contabilità di risorse naturali come le foreste, il suolo, le risorse idriche, l'uso del territorio, le capacità ricettive di emissioni aeriformi, reflui e rifiuti.

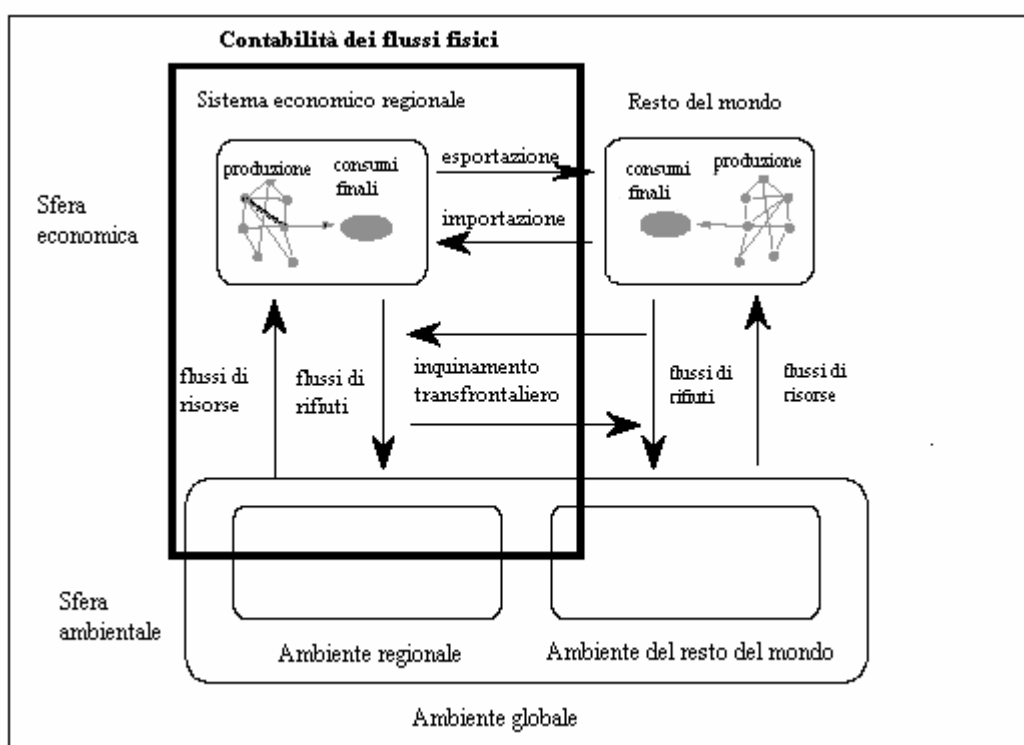
Inoltre, organizzando dati già esistenti in un adeguato quadro contabile, consente di:

- ⇒ fornire conoscenze approfondite della struttura e della dinamica temporale del metabolismo fisico del sistema economico;
- ⇒ sviluppare un insieme di indicatori aggregati per l'uso delle risorse;
- ⇒ sviluppare indicatori per l'uso efficiente delle risorse (eco-efficienza) mettendo in relazione i valori aggregati di uso delle risorse con il PIL e gli altri indicatori socio-economici;



- ⇒ fornire indicatori per l'intensità di materiali dei vari modelli di consumo;
- ⇒ assicurare l'impiego operativo dei dati, per valutare i flussi di materiali e gli usi del territorio in rapporto ai modelli di consumo, di importazione e di esportazione, nonché per analisi disaggregate in base alle modifiche tecnologiche, strutturali e di domanda finale.

Infine, l'utilizzazione principale di un sistema di contabilità dei flussi di materiali consiste nel mettere a disposizione indicatori (come lo SA) e dati necessari per



sviluppare politiche di uso efficiente delle risorse e della sostenibilità.

**Le interconnessioni fra contabilità fisica dei materiali, ambiente e sistema socio-economico**

fonte: EUROSTAT, 2001

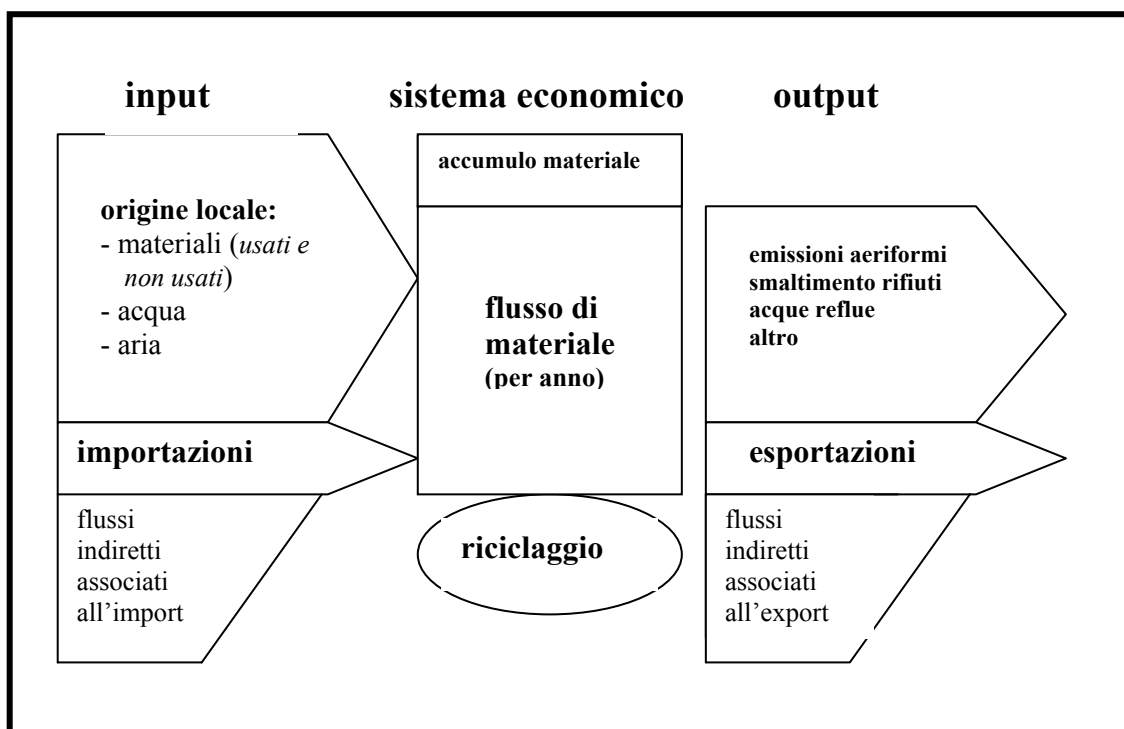
Lo sviluppo di un sistema di contabilità dei flussi di materiali consente di calcolare il Fabbisogno Totale di Materiali (Total Material Requirements - TMR) che comprende il "fardello ecologico" detto anche "flussi nascosti". Con questi termini si definisce la dispersione nell'ambiente di materiali, conseguente all'estrazione delle materie prime, che non vengono utilizzati dal sistema produttivo (Adriaanse et al., 1997).

La contabilizzazione dei flussi nascosti riguarda tanto le risorse estratte a livello regionale, e che quindi esercitano il loro impatto localmente, quanto quelle estratte fuori



regione, che invece esercitano il loro impatto in altre aree. I primi vengono anche definiti come materiali inutilizzati estratti localmente e gli altri flussi indiretti.

Il concetto di flusso indiretto è sviluppato in modo sistematico e viene applicato anche alle esportazioni in modo da calcolare il Consumo Totale di Materiali (Total Material Consumption - TMC), indicatore definito in modo analogo all'aggregato finanziario rappresentato dal PIL. I flussi indiretti, quindi, emergono solo nel caso di importazioni ed esportazioni e permettono di evidenziare in unità fisiche (tonnellate) l'equivalente delle risorse estratte effettivamente per conseguire un determinato uso di materiale. In tal modo si ottiene l'equivalenza, in termini di risorse utilizzate, tra prodotti importati ed esportati, indipendentemente dalla categoria, con quelli prodotti localmente.



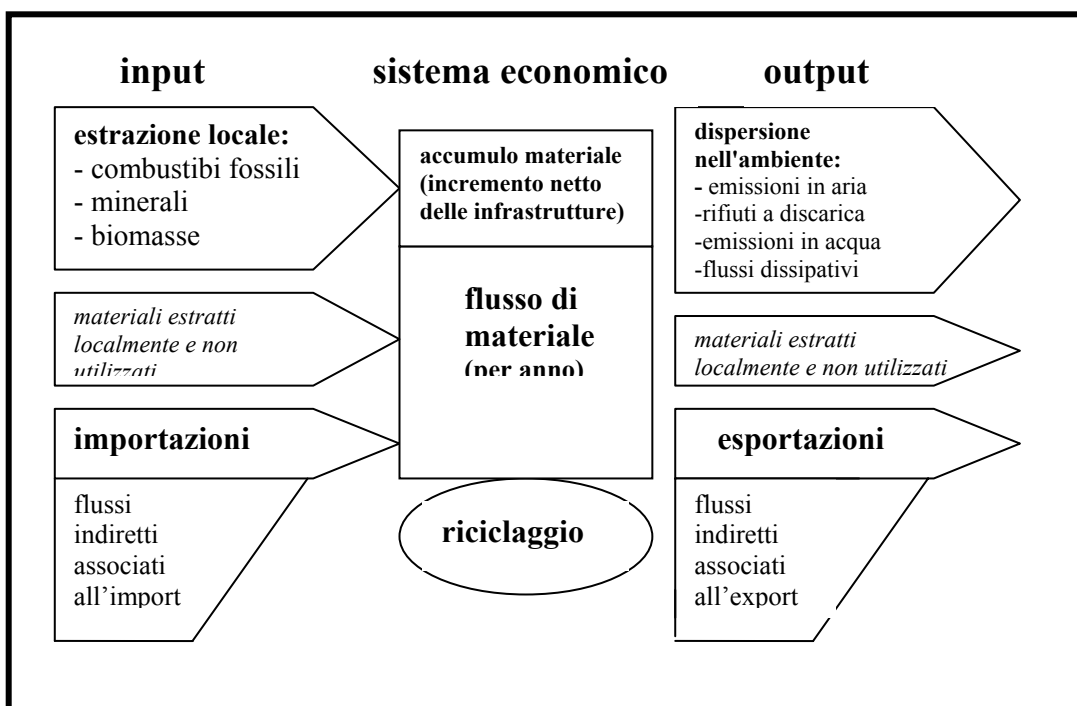
**Schema semplificato di bilancio dei materiali comprendente aria ed acqua**

*fonte: EUROSTAT, 2001*

Le esperienze finora acquisite mostrano che il flusso della risorsa idrica è di circa un ordine di grandezza maggiore rispetto a tutte le altre e, quindi, è più conveniente avere per essa una contabilità separata.



Escludendo aria ed acqua e separando le frazioni di materiali estratti utilizzati e non utilizzati, il bilancio materiale complessivo del sistema economico si modifica come nella figura seguente.



**Schema semplificato di bilancio dei materiali escluse aria ed acqua**

*fonte: EUROSTAT, 2001*

### **Aspetti metodologici generali**

L'analisi dei flussi di materiali ed il loro bilancio sono finalizzati a valutare il metabolismo del sistema socio-economico e le sue relazioni con l'ambiente che lo supporta e, quindi, è necessario delineare la linea di confine del sistema, che è data da:

1. l'estrazione di materie prime dal territorio e la dispersione nell'ambiente locale di materiali (rifiuti, reflui);
2. i confini amministrativi che definiscono i flussi di materiali con il resto del mondo (importazioni ed esportazioni); i flussi naturali non sono contabilizzati.

Le immissioni dall'ambiente derivano dall'estrazione o dalla movimentazione di materiali naturali determinate da sistemi tecnologici umani. Le emissioni nell'ambiente



derivano dal fatto che il sistema produzione-consumo non è in grado di controllare la localizzazione e la composizione dei materiali.

In questo tipo di analisi dei flussi e dei bilanci di materiali sono contabilizzati soltanto i flussi che attraversano i confini del sistema in fase di input o output e non quelli all'interno del sistema socio-economico, quindi non vi figurano, ad esempio, i trasferimenti tra imprese. Questo tipo di flussi interni, invece possono essere contabilizzati in apposite Tavole Fisiche degli Input-Output (Physical Input-Output Tables - PIOT).

A titolo di esempio si cita che in questo approccio la produzione locale di bestiame è considerata un processo interno al sistema socio-economico, e la biomassa prodotta localmente per l'alimentazione animale, così come quella importata sono contabilizzate come input. Di converso, i fertilizzanti utilizzati in agricoltura sono contabilizzati come output dal momento che essi sono dispersi nell'ambiente dove si muovono senza controllo da parte dell'uomo.

Un simile approccio comporta alcune differenze rispetto all'attuale contabilità finanziaria, specialmente a riguardo dell'accumulo dei materiali nelle infrastrutture e nella definizione dei confini del sistema economico. Il primo, infatti, oggi contabilizza soltanto infrastrutture, costruzioni, veicoli e macchinari e gruppi di prodotti finiti, senza però considerare i beni durevoli acquistati dalle famiglie, che invece devono essere inclusi in un sistema di analisi dei flussi dei materiali.

L'analisi dei flussi di materiali di un sistema economico deve essere consistente con il sistema di contabilità finanziaria, anche se quest'ultimo riguarda le transazioni che hanno luogo tra i residenti all'interno di un determinato territorio, malgrado una parte abbia origine fuori di esso, ovvero al suo interno ma con non residenti (come il trasporto internazionale o il turismo). Questo comporta che le pressioni prodotte da un territorio possono essere diverse da quelle che in effetti sono esercitate sul territorio medesimo. In generale, l'inquinamento transfrontaliero attraverso i mezzi ambientali (aria, fiumi, ecc.) non rientra in un'analisi dei flussi di materiali rapportata al sistema economico, poiché la contabilità fisica per essere consistente con quella finanziaria deve applicare un criterio rapportato ai residenti più che al territorio. Quindi, materiali acquistati (o estratti per essere usati) all'estero dovrebbero essere considerati come input e le emissioni prodotte all'estero come output del sistema economico per il quale viene



redatto il bilancio. Allo stesso modo, materiali estratti o acquistati da non residenti sul territorio (e le corrispondenti emissioni e rifiuti) dovrebbero essere esclusi dalla contabilità dei materiali.

Di seguito sono riportate alcune schematizzazioni relative alle voci principali di un sistema di contabilità fisica con l'indicazione degli indicatori (specifici per materiale o gruppo di materiali e/o aggregati), dei rispettivi significati e dei rapporti che intercorrono tra di essi. Al fine di fornire anche un minimo di dettaglio esemplificativo sono riportate anche le principali categorie di materiali e di attività che attivano e coinvolgono i flussi di materiali più consistenti di un sistema socio-economico.

Naturalmente, a livello operativo il dettaglio può essere più approfondito in relazione alle capacità di monitoraggio che si riesce ad attivare e alle esigenze di analisi dei flussi di singoli materiali che si dovessero presentare.

### **Aspetti metodologici specifici (indicatori)**

In questo paragrafo sono riportati in modo sintetico i principali indicatori presentati nel manuale metodologico di EUROSTAT riguardanti gli input, gli output, gli accumuli nel sistema economico, i flussi indiretti (nascosti o fardelli ecologici) e le così dette voci di bilanciamento che tengono conto di aspetti non direttamente contabilizzabili.

Come primo schema generale di seguito è riportato uno schema generale che rappresenta il bilancio generale, in termini fisici, di un sistema economico con i relativi indicatori il cui significato è spiegato in dettaglio nel prosieguo.

Nelle tabelle seguenti sono elencati, invece, le principali tipologie di materiali che contribuiscono alla formazione di un bilancio materiale e che maggiormente corrispondono alle categorie utilizzate nelle statistiche ufficiali. Le varie tabelle presentano, in forma separata, gli input di materiali, gli output, gli accumuli nel sistema socio-economico. Naturalmente, molte voci sono eguali in ognuna delle tre tabelle, ma è essenziale sottolineare le voci che ancora non sono oggetto di forme di monitoraggio e che richiedono procedure di valutazione in attesa di una definizione stabile dei meccanismi di rilevazione.



## Bilancio materiale di un sistema economico con i relativi indicatori

INPUT (origine)	OUTPUT (destinazione)
<b><i>Estrazione locale di materiali</i></b>	<b><i>Emissioni e rifiuti</i></b>
Combustibili fossili Minerali (metallici, sabbie, ecc.) Biomasse (legno, cereali, ecc.)	Emissioni in aria Rifiuti a discarica Emissioni nei corpi idrici
<b><i>Importazioni</i></b>	<b><i>Usi dissipativi di prodotti e perdite</i></b> (fertilizzanti, letame, sementi, corrosione, ecc.)
<b><i>DMI: input diretti di materiali</i></b>	<b><i>DPO: scarico in ambiente di materiali utilizzati localmente</i></b>
<b><i>Materiali estratti localmente e non utilizzati</i></b>	<b><i>Smaltimento dei materiali estratti localmente e non utilizzati</i></b>
Da miniere e cave Da raccolta di biomasse Da scavi	Da miniere e cave Da raccolte di biomasse Da scavi
<b><i>TMI: input totale di materiali</i></b>	<b><i>TDO: output locale totale in ambiente</i></b> Esportazioni
	<b><i>TMO: output totale di materiali</i></b>
<b><i>Flussi Indiretti associati alle importazioni</i></b>	
<b><i>TMR: fabbisogno totale di materiali</i></b>	<b><i>Incremento Netto dell'Accumulo</i></b> Infrastrutture e costruzioni Altri (macchinari, beni durevoli, ecc.)
	<b><i>Flussi Indiretti associati alle esportazioni</i></b>

*Note: sono esclusi i flussi di acqua ed aria (ad eccezione di quelli già inclusi in altri materiali).*



## Tabella: Classificazione dettagliata degli input di materiali

### Estrazione locale (parte utilizzata)

#### **Combustibili fossili**

Carbone  
Lignite  
Petrolio  
Gas naturale  
Altri (GPL, ecc.)

#### **Minerali**

Minerali di metalli  
Minerali ferrosi  
Minerali non-ferrosi  
*Bauxite*  
*Minerali di rame*  
*Altri*

Minerali industriali  
Sali  
Argille speciali  
Sabbie speciali  
Torba per usi agricoli  
Altri

Materiali da costruzione  
Sabbia e ghiaia  
Pietrisco (incl. calcare per produzione di cemento)  
Argille comuni (per laterizi, ecc.)  
Pietre a misura  
Altro

#### **Biomasse (incluse le biomasse prelevate ad uso individuale)**

Biomasse agricole  
Biomasse agricole di raccolti statistici  
*Cereali*  
*Radici e tuberi*  
*Legumi*  
*Oleaginose*  
*Verdure*  
*Frutta*  
*Bacche*  
*Vegetali per fibra*  
*Altri*

Biomasse agricole sottoprodotti di altri raccolti  
*Residui destinati all'alimentazione animale*  
*Paglia ad usi commerciali*

Biomasse da allevamento di animali da agricoltura  
*Animali allevati su pascoli permanenti non sottoposti a raccolto*  
*Animali allevati su altri pascoli (inclusi pascoli di montagna)*

Biomasse forestali  
Legno  
*Da conifere*  
*Da non-conifere*  
Materie prime non legnose

Biomasse ittiche  
Pesca in mare



Pesca in acque interne (dolci)  
 Altro  
 Biomasse da caccia  
 Biomasse da altre attività (miele, raccolta funghi, bacche, erbe officinali, ecc.)

#### **Importazioni\***

##### ***Materie prime***

Combustibili fossili  
 Minerali  
 Biomasse  
 Materie prime-seconde

##### ***Prodotti semi-lavorati***

Da combustibili fossili  
 Da minerali  
 Da biomasse

##### ***Prodotti finiti***

Principalmente a base di combustibili fossili  
 Principalmente a base di minerali  
 Principalmente a base di biomassa

##### ***Altri prodotti***

Altri prodotti a base di materiali abiotici  
 Altri prodotti a base di materiali biotici  
 Altri prodotti.

##### ***Materiali di imballaggio importati con i prodotti***

##### ***Rifiuti importati per trattamento finale e smaltimento***

#### **Voci da tener presente per il bilanciamento \*\***

*Ossigeno per combustione (di C, H, S, N, ecc.)*

*Ossigeno per respirazione*

*Azoto per emissioni da combustione*

*Aria per altri processi industriali (gas tecnici liquefatti, polimerizzazione, ecc.)*

#### **Materiali estratti localmente e non utilizzati**

***Materiali estratti localmente e non utilizzati da attività di estrazione di combustibili fossili***

***Materiali estratti localmente e non utilizzati da attività di estrazione di minerali***

***Biomasse non utilizzate nei raccolti***

Perdite nella raccolta di legno  
 Perdite nella raccolta agricola  
 Altre (scarti, ecc.)

***Scavi e dragaggi***

Scavi da attività di costruzione  
 Materiali di dragaggio

#### **Flussi indiretti associati alle importazioni**

***Materie prime equivalenti dei prodotti importati \*\*\****

Combustibili fossili  
 Minerali  
 Biomasse

***Materiali estratti e non utilizzati dei prodotti importati***

Materiali estratti e non utilizzati della produzione di combustibili fossili  
 Materiali estratti e non utilizzati della produzione di minerali  
 Biomasse non utilizzate da raccolti



### Scavi e dragaggi

*Note:*

*L'erosione del suolo può essere evidenziata come un'ulteriore voce da tenere presente collegata ai materiali estratti localmente e non utilizzati ed ai materiali estratti e non utilizzati dei prodotti importati, ma non va contabilizzata quando si calcolano gli indicatori.*

*\* I dati di importazione ed esportazione dovrebbero essere organizzati in modo più dettagliato in parallelo con la classificazione dell'estrazione locale.*

*\*\* Queste voci non vanno considerate quando si calcolano gli indicatori.*

*\*\*\* I flussi indiretti dei materiali usati sono calcolati come l'equivalente ammontare di materie prime meno la massa importata.*



## Tabella : Classificazione dettagliata degli output di materiale

### Emissioni e rifiuti

#### *Emissioni in aria da combustione e processi industriali*

*CO<sub>2</sub>*

*SO<sub>2</sub>*

*NO<sub>x</sub> as NO<sub>2</sub>*

*COV (NM COV escl. solventi e CH<sub>4</sub> escl. CH<sub>4</sub> da discariche)*

*CO*

*PM - Particolato (incl. polveri)*

*N<sub>2</sub>O escl. uso di prodotti e N da pratiche agricole e rifiuti*

*NH<sub>3</sub> escl. N da fertilizzanti*

*CFCs e Halon*

#### *Rifiuti a discarica*

Rifiuti solidi urbani e assimilabili

Rifiuti speciali (da processi produttivi, commercio, costruzioni e demolizioni)

Fanghi da depurazione

#### *Scarichi in acqua*

Azoto (N)

Fosforo (P)

Altri materiali e sostanze organiche

Smaltimento di materiali in mare

### Dispersioni connesse con l'uso dei prodotti e perdite dissipative

#### *Dispersioni connesse con l'uso dei prodotti*

Dispersioni nelle pratiche agricole e sul territorio

*Fertilizzanti minerali*

*Letame animale*

*Fanghi di depurazione*

*Compost*

*Pesticidi*

*Semi*

Usi dissipativi sulle strade (sottofondi e materiali di rivestimento)

Usi dissipativi di altro genere (incl. solventi)

#### *Perdite dissipative*

Abrasioni (pneumatici, ecc.)

Incidenti con rilascio di sostanze chimiche

Perdite (gas naturale, ecc.)

Erosione and corrosione di infrastrutture (strade, ecc.)

### Esportazioni\* (la classificazione dettagliata è uguale a quella delle importazioni)

#### Memorandum items for balancing\*\*

#### *Vapore acqueo da combustione (H<sub>2</sub>O)*

Acqua contenuta nei combustibili

Acqua prodotta dall'idrogeno contenuto nei combustibili

#### *Evaporazione da prodotti*

Acqua contenuta nella biomassa

Acqua contenuta in altri materiali

#### *Respirazione degli esseri umani e degli animali da allevamento*

CO<sub>2</sub>

Vapore acqueo (H<sub>2</sub>O)

### Smaltimento di (classificazione dettagliata uguale a quella per il materiale estratto localmente e non utilizzato)



**Flussi indiretti associati alle esportazioni (classificazione dettagliata eguale a quella per i flussi indiretti associati alle importazioni)**

*Note:*

*L'erosione del suolo può essere evidenziata come un'ulteriore voce da tenere presente collegata ai materiali estratti localmente e non utilizzati ed ai materiali estratti e non utilizzati dei prodotti importati, ma non va contabilizzata quando si calcolano gli indicatori.*

*\* I dati di esportazione dovrebbero essere organizzati quanto più possibile con il medesimo dettaglio delle importazioni, in modo da consentire la compilazione di bilanci commerciali in termini fisici per gruppi di materiali.*

*\*\* Queste voci non vanno considerate quando si calcolano gli indicatori.*



## Tabella: Classificazione dell'evoluzione degli accumuli di materiale

### Aumenti totali (lordi)

#### *Infrastrutture e costruzioni*

Minerali per costruzioni  
Metalli  
Legname  
Altri materiali da costruzione

#### *Altri (macchinari, beni durevoli, ecc.)*

Metalli  
Altri materiali

### Decrementi (incl. perdite)

#### *Infrastrutture e costruzioni*

Demolizioni  
Minerali per costruzioni  
Metalli  
Legno  
Altri materiali  
Perdite dissipative  
Minerali per costruzioni  
Metalli  
Legno  
Altri materiali

#### *Altri (macchinari, beni durevoli, ecc.)*

Scarti di  
Metalli  
Altri materiali  
Perdite dissipative di  
Metalli  
Altri materiali

### Incremento netto dell'accumulo di materiale (aumenti lordi meno decrementi)

#### *Infrastrutture e costruzioni*

Minerali da costruzione  
Metalli  
Legno  
Altri materiali

#### *Altri (macchinari, beni durevoli, ecc.)*

Metalli  
Altri materiali

Infine, un breve elenco dei principali indicatori utilizzati in un bilancio materiale di un sistema socio-economico, suddivisi sempre nelle categorie fondamentali (input, output, consumo) con una spiegazione sintetica del loro significato.

### Indicatori di input

**Input Diretto di Materiale** (Direct Material Input - DMI): misura l'input diretto di materiali al sistema economico; ad es., il complesso dei materiali che hanno un valore



economico per la produzione ed il consumo; è pari alla somma dell'estrazione locale e dell'importazione.

**Input Totale di Materiale** (Total Material Input - TMI): include, in aggiunta al DMI, anche la frazione non usata di materiali estratti localmente (sterili di miniera, ecc.). L'estrazione locale non utilizzata è anche denominata "flussi locali nascosti".

**Fabbisogno Totale di Materiale** (Total Material Requirement - TMR): include, in aggiunta al TMI, i flussi (indiretti) di materiale associati alle importazione e che hanno luogo nei paesi di origine. Esso misura la base materiale totale di un sistema economico.

### **Indicatori di consumo**

**Consumo Locale di Materiali** (Domestic material consumption - DMC): misura la quantità totale di materiali utilizzati dal sistema economico (ma escludendo i flussi indiretti). Il DMC è definito nello stesso modo di altri indicatori fisici chiave come il consumo lordo di energia ed è dato dal DMI meno la quota di esportazione.

**Consumo Totale di Materiali** (Total material consumption - TMC): misura la quantità totale di materiali associata alle attività locali di produzione e consumo, inclusi i flussi indiretti importati (vedi TMR) ma ridotto della quota delle esportazioni e dei flussi indiretti associati.

**Aumento Netto dell'Accumulo** (Net Additions to Stock - NAS): misura l'aumento della dimensione fisica del sistema economico in termini di quantità di materiali da costruzione usati e di materiali incorporati nei beni durevoli (autoveicoli, macchinari industriali ed elettrodomestici). Ogni anno nuovi materiali sono accumulati, mentre si ha un decremento dei vecchi attraverso la demolizione di edifici e lo smaltimento di beni durevoli. Questi materiali scartati, se non riciclati devono essere contabilizzati in modo specifico (v. sotto).

**Bilancio Commerciale Fisico** (Physical Trade Balance - PTB): misura, in termini fisici, il surplus o il deficit commerciale di un sistema economico; è dato dalla differenza tra importazioni ed esportazioni e può anche essere applicato ai flussi indiretti associati ad importazioni ed esportazioni.

### **Indicatori di output**

**Output di origine Locale** (Domestic Processed Output - DPO): misura la massa totale dei materiali estratti localmente e importati, utilizzati dal sistema economico locale,



prima che vengano rilasciati nell'ambiente. Questi flussi hanno luogo nei siti produttivi, di trattamento, di uso e di smaltimento finale della catena produzione-consumo. Nel DPO sono comprese le emissioni in aria, i rifiuti domestici e industriali smaltiti in discarica, i materiali scaricati con i reflui liquidi e quelli dispersi nell'ambiente a seguito dell'uso dei beni di consumo (flussi dissipativi). I flussi di materiali riciclati (ad es. metalli, carta, vetro) non sono invece compresi nel DPO. Una frazione non quantificabile di alcuni flussi dissipativi (fertilizzanti, stallatico) viene riciclata attraverso la crescita delle piante, ma non si ritiene possibile effettuarne una stima valida per poi sottrarla dal DPO.

**Output Locale Totale** (Total Domestic Output - TDO): è dato dalla somma del DPO e della frazione smaltita dei materiali estratti e non utilizzati; rappresenta l'output materiale totale verso l'ambiente determinato dalle attività economiche locali.

**Output Materiale Diretto** (Direct Material Output – DMO): è costituito dalla somma del DPO e delle esportazioni e rappresenta la quantità totale di materiale emergente dal sistema economico dopo le varie utilizzazioni e diretto verso l'ambiente o verso il resto del mondo.

**Output Materiale Totale** (Total material output - TMO): misura la quantità totale di materiali che proviene dal sistema economico ed è pari alla somma del TDO e delle esportazioni.

Gli indicatori sopra riportati sono connessi tra loro in vario modo; in particolare:

- ⇒ DMC (consumo locale di materiale) = DMI (somma delle estrazioni locali di materiali utilizzati e delle importazioni) meno le esportazioni = somma delle estrazioni locali e del PTB;
- ⇒ TMC (consumo totale di materiali) = somma delle estrazioni locali (di materiali utilizzati e non), delle importazioni e dei relativi flussi indiretti, diminuita delle esportazioni e dei relativi flussi indiretti.
- ⇒ DMI (input diretto di materiali) = somma del DPO (output di origine locale), del NAS (accumulo netto) e delle esportazioni = somma del DMO (output diretto di materiali) e del NAS;
- ⇒ DMC (consumo locale di materiali) = somma del DPO (output di origine locale) e del NAS (accumulo netto);



⇒ TMI (input totale di materiali) = somma del TMO (output totale di materiali) e del NAS;

⇒ NAS = differenza tra DMC e DPO.

Alcune osservazioni finali relative ad aspetti operativi nell'impiego di questi indicatori. Il NAS può essere calcolato in modo diretto come l'accumulo lordo diminuito dei decrementi (rifiuti di costruzione e demolizione e beni di consumo smaltiti, esclusi i materiali riciclati). Un metodo meno affidabile consiste nel calcolare il NAS indirettamente come termine di quadratura fra il flusso annuale di materiali che entra nel sistema socio-economico (DMI) diminuito delle esportazioni e del DPO, e con un'appropriata stima delle voci di bilanciamento.

Per quanto concerne l'input le due componenti del consumo fisico (DMC) sono l'estrazione locale ed il commercio (PTB).

Per l'output le voci corrispondenti del DMC sono i materiali accumulati localmente (NAS) e quelli smaltiti nell'ambiente (DPO – valutando opportunamente gli elementi di quadratura). Queste due componenti del DMC sono gli omologhi fisici delle categorie di usi finali nella contabilità finanziaria (formazione del capitale e consumo finale), anche se non vi è una relazione diretta completa tra le componenti del DMC ed i concetti di formazione del capitale e consumi finali della contabilità finanziaria.

Inoltre, il consumo in termini fisici non deve essere confuso con i materiali utilizzati dalle famiglie per i loro consumi finali, dal momento che vi sono rifiuti e reflui prodotti dalle industrie durante la produzione (tanto a fini di esportazione che di consumo locale intermedio o locale) come durante il consumo (impiego dei beni).

### **Iniziative a livello italiano**

Anche se con qualche ritardo rispetto ad altri paesi dell'UE, come Germania, Danimarca, Olanda, Austria, Regno Unito, anche l'Italia sta sviluppando, a livello dell'ISTAT una contabilità fisica da affiancare a quella finanziaria. A partire dal 2003, infatti, i primi risultati di questo lavoro, che è in corso da diversi anni, vengono progressivamente pubblicati e resi disponibili (ISTAT, 2003). Nell'**Allegato 1**, è riportato il bilancio italiano compilato dall'ISTAT per l'anno 1997, sulla base della metodologia EUROSTAT con gli indicatori sopra descritti e spiegati (Barbiero et al., 2003).



In questo lavoro gli autori sottolineano come i risultati in esso riportati siano da considerare provvisori e soggetti a cambiamenti man mano che i metodi di calcolo e gli strumenti di analisi saranno resi più efficienti. Inoltre, essi dichiarano di aver applicato un metodo cautelativo che nei casi incerti ha portato alla valutazione più riduttiva, che in ogni caso individua l'ordine di grandezza e l'evoluzione temporale dell'indicatore.

In particolare, viene affermato che indicatori e bilanci di carattere fisico sono gli unici elementi della statistica ufficiale che consentono di evidenziare le interazioni tra attività umane e ambiente, anche se aggregazioni molto ampie comprendono un enorme numero di composizioni dei prodotti che fluiscono nel sistema economico, e dovrebbero essere affiancate da indicatori più specifici.

A livello nazionale gli input sono facilmente reperibili, anche se alcuni flussi non sono ancora coperti dalle statistiche correnti e richiedono, indagini specifiche. In vari casi gli aggregati nazionali sono stati ottenuti da analisi ed estrapolazione dei dati esistenti.

Infine, si ricorda che l'ARPAT, con la collaborazione di importanti partners industriali e tecnici (Ecosistemi srl, Ecobilan, Isis, Antonucci & Associati, IRPET, ARRR, Ambi.NET) ed il contributo del programma europeo LIFE ha realizzato il progetto CLOSED (2000-2002) nell'ambito del quale sono stati analizzati i flussi di materiali di alcune importanti filiere produttive della Toscana (tessile, cartario, florovivaistico).

## **Conclusioni**

Questo capitolo mostra la necessità di sviluppare a tutti i livelli sistemi di contabilizzazione dei materiali utilizzati dal sistema socio-economico, in aggiunta a quelli già in essere, al fine di fornire le basi di dati indispensabili per ottenere dei validi aggregati anche a livello nazionale.

La realizzazione di un sistema di contabilità fisica comporta un elevato grado di complessità, essendo richieste competenze non esclusivamente statistiche ed economiche, ma anche di tipo merceologico, tecnologico, ambientale, ecc.

Questo genere di complessità non deve essere visto come un ostacolo alla realizzazione di un sistema di analisi dei flussi di materiale, anche in ragione della forte specializzazione settoriale dei sistemi amministrativi, dei relativi strumenti di monitoraggio e della difficoltà di dialogo ed integrazione.



A tal fine la Regione dispone di supporti operativi che possono essere attivati all'interno di un progetto comune, come ARPAT, ARRR, IRPET e sistema delle Camere di Commercio, che hanno esperienze già valide nel versante dei rapporti con il mondo produttivo e commerciale e della rilevazione ed elaborazione dati a fini socio-economici.



### 3) Valutazione preliminare dello SA della Toscana sulla base dei dati disponibili in letteratura e presso la Regione

#### Premessa

Per la valutazione dello SA della Toscana sono stati utilizzati i dati disponibili, che non forniscono un'informazione esatta e diretta, dal momento che la contabilizzazione fisica di alcuni parametri non viene correntemente effettuata; ovvero i dati relativi potrebbero essere dedotti ma con complesse elaborazioni che non sono disponibili presso le competenti strutture regionali, né hanno potuto essere realizzate nell'ambito del presente lavoro.

In pratica, solo disponendo di un'accurata contabilità fisica dei flussi di risorse nel sistema regionale, come potrebbe derivare dall'attuazione di un sistema come quello illustrato al paragrafo precedente, si potrebbe disporre dei dati necessari per un accurato monitoraggio dello SA.

Allo stato attuale è stata realizzata una valutazione preliminare condotta sulla base dei dati disponibili, riportando per ogni indicatore la fonte dei dati ed il metodo di valutazione/elaborazione utilizzato.

Dati fisici generali della Toscana:

⇒ Superficie: km<sup>2</sup> 22.987 (*fonte: ISTAT, 2001*);

km<sup>2</sup> 22.991 (*fonte: elaborazione Amici della Terra da dati CORINE, Regione Toscana*);

⇒ Popolazione: 3.547.604, residente al 1.1.2001; presenze turistiche totali 35.066.778 (permanenza media 3,8), pari ad un equivalente di residenti 96.128; (*fonte, ISTAT, 2001*).



### 3.a) I valori dei vari indicatori di SA per la Toscana

1. **Emissioni di CO<sub>2</sub> per produzione di energia.** Si tratta del dato di maggiore disponibilità, dedotto dalle fonti ufficiali (ENEA, APAT) che contabilizzano gli usi ed i consumi energetici con particolare accuratezza e dettaglio. I dati si riferiscono al 1999.

Tipo di impiego	Emissioni t
Trasporti su strada	6.908.553
Trasporti marittimi	682.851
Traffico aereo	115.692
Trasporti (altro)	774.190
Produzione di cemento	1.684.834
Centrali termoelettriche (2)	11.515.022
Raffinerie (1)	1.122.582
Siderurgico (1)	4.808.230
Domestico-terziario	4.397.872
Altre attività produttive	459.400
<b>Totale Toscana</b>	<b>32.469.227</b>
<b>% Toscana su totale Italia</b>	<b>6,90%</b>

Note:

(1) inclusa l'autoproduzione di energia elettrica

(2) incluse le emissioni da impianti geotermici, rilevanti per l'anidride carbonica (1.800.000 t di CO<sub>2</sub>)

(Fonte APAT)

corrispondenti a **9,28 t/anno pro.capite**.

Per quanto concerne la valutazione della capacità di cattura netta di CO<sub>2</sub>, questo aspetto non rientra nei parametri classici di SA, ma in vista dell'importanza che essa potrà rivestire ai fini di una valutazione complessiva dell'uso delle risorse locali, è stata condotta una valutazione apposita riportata nell'**Allegato 2**.



2. **Cemento**: il consumo effettivo di cemento in Toscana è un dato non disponibile, in quanto le CCIA non rilevano e/o non aggregano i quantitativi commercializzati a livello del venditore finale, ma solo i relativi valori finanziari. Pertanto, il consumo può essere stimato sulla base del saldo tra la produzione di 2.149.333 t (*fonte: AITEC, Associazione Italiana Tecnico Economica del Cemento: L'industria Italiana del Cemento - Relazione All'assemblea Annuale delle Associate; Roma, 16 luglio 2003*), l'esportazione e l'importazione (*fonte: ISTAT*). Questi due ultimi dati non sono stati reperiti a livello ufficiale, ma è stato stimato che essi si equivalgono e che, quindi, il consumo annuo di cemento in Toscana può essere valutato in ca **2.000.000 t**, pari a circa **549 kg/anno pro.capite**.

3. **Ghisa (Acciaio)**: non esistendo dati regionali relativi al consumo di ghisa, è stato utilizzato il dato nazionale rapportato in base al PIL regionale, anche se questo porta sicuramente ad una sottostima a causa della forte diffusione in Toscana dell'industria manifatturiera anche nel settore metallurgico. In tal modo è stato valutato un consumo di **ca 765.000 t/anno pari a ca 215 t/anno pro.capite**, lievemente superiore alla media nazionale di **193 kg/anno pro.capite**.

È stato anche valutato il consumo regionale di acciaio, con una procedura piuttosto complessa, dal momento che in Toscana esiste praticamente un solo produttore (acciaierie di Piombino) che destina una larga quota del suo prodotto (rotaie, vergella) all'esportazione. Questa produzione ha luogo grazie all'importazione di ca 2 Mt/anno di minerale di ferro e determina l'esportazione di ca 0,8 Mt/anno di semilavorati e prodotti finali a fronte di un'importazione di ca 1,5 Mt/anno. Ne deriva un saldo netto di ca 0,7 Mt/anno al quale va aggiunto il contributo dell'acciaio contenuto nei beni di consumo. In questo settore la porzione più rilevante di consumo di acciaio deriva dall'acquisto di autoveicoli ed altri beni durevoli e negli imballaggi di varie categorie di altri beni di consumo utilizzati dal pubblico. Con circa 265.000 veicoli immatricolati (*fonte: ISTAT*) e 655 kg di acciaio/autoveicolo (*fonte: elaborazione Amici della Terra*), si ha un contributo pari a ca 174.000 t/anno. Il contributo derivante dagli altri beni durevoli dovrebbe essere confrontabile con quello rilevato a livello dei rifiuti (ipotesi di sostituzione) valutato in circa 100.000 t/anno (*fonte: ARRR*). Il



contributo relativo alle costruzioni ammonta a ca 300.000 t/a, per un totale di ca 1,3 Mt/anno, molto inferiore al valore derivabile in base al dato del consumo nazionale rapportato alla popolazione o al PIL.

Il consumo complessivo netto di acciaio in Toscana viene, pertanto, ad ammontare a ca 2,5 Mt/anno, corrispondente a **ca 700 kg/anno pro.capite**.

Il consumo di acciaio a livello regionale, è stato anche derivato dal dato nazionale di 32.167.000 t (*fonte: Federacciai*), per rapporto alla popolazione ed al PIL (anno 2000) fornendo rispettivamente i seguenti valori: ca 1.970.000 t/anno e ca 2.200.000 t/anno corrispondenti a **ca 555 kg/anno pro.capite** e **ca 620 kg/anno pro.capite**.

4. **Alluminio:** in Toscana è valutato (*fonte: stime Assomet*) un consumo di ca 47.000 t di metallo grezzo per i seguenti usi:
- produzione di semilavorati;
  - produzione di getti;
  - consumi per usi distruttivi (produzione di acciaio);

a questo dato bisogna aggiungere il consumo relativo a:

- l'alluminio usa e getta (settore alimentare),
- gli imballaggi non raccolti e quelli raccolti e riciclati;
- l'alluminio presente nei beni di consumo (macchine, autoveicoli, beni durevoli) importati in Toscana.

Di questi tre contributi i primi due sono stati stimati in ca 7.000 t (*Fonte: ARRR, 2004*) e l'ultimo in ca 13.000 t. In Toscana la produzione di autoveicoli è molto ridotta (motocicli) e, quindi è stata stimata un'importazione di alluminio negli autoveicoli immatricolati derivante da 265.000 veicoli l'anno (*fonte: ISTAT*) per 50 kg/autoveicolo (*fonte: elaborazione Amici della Terra*).

In totale, quindi, viene valutato un consumo totale di **ca 67.000 t/anno** pari a ca **19 kg/anno pro.capite** (media nazionale ca 13 kg/anno pro.capite).

5. **Cloro:** la produzione regionale di cloro ammonta a **ca 100.000 t/anno** (*Fonte: Solvay, 2004*) ed utilizza totalmente il processo con catodi di mercurio. La produzione annua media ammonta, pertanto, a **ca 28 kg/anno pro.capite**.



6. **Aree protette:** la superficie delle aree protette di terraferma in Toscana ammonta a **1.547 km<sup>2</sup>** pari al **6,9% della superficie regionale totale**; includendo quelle in mare la percentuale arriva a ca 9,2%. Questo valore è inferiore all'obiettivo minimo del 10% del territorio (in terraferma) sottoposto a forme di protezione integrale (foresta di tipo naturale o bosco, secondo le indicazioni dell'IUCN, categorie da I a III) e, in misura ancora maggiore, all'ulteriore obiettivo di sottoporre un altro 10% del territorio a forme di protezione meno vincolanti ma efficaci dal punto di vista della tutela di biotopi di interesse naturalistico ed importanti ai fini della tutela della biodiversità.
7. **Territorio edificato: 873 km<sup>2</sup>** (*fonte: Segnali Ambientali in Toscana 2002*) pari al **3,8% della superficie regionale totale** pari a **ca 0,024 ha/pro.capite**, inferiore al valore di riferimento di **0,051 ha/pro.capite**. Questo valore è apparentemente inferiore al valore di riferimento per lo SA delle aree edificate, tuttavia va tenuto presente che, da un'analisi attenta dei dati di occupazione del territorio, si rileva come i centri urbani occupino il solo 5,5% del territorio edificato, mentre le costruzioni diffuse ben il 58%, le aree industriali il 17% e la rete stradale-ferroviaria poco meno del 7% (*fonte: elaborazione Amici della Terra da CORINE Toscana*).
8. **Territorio netto importato:** la stima di questo indicatore è stata realizzata attraverso vari passaggi: in primo luogo è stato ottenuto il saldo netto tra l'importazione e l'esportazione (*fonte: ISTAT*) di beni delle tre categorie di prodotti che richiedono uso estensivo del territorio, prodotti agro-zootecnici, legno, tessuti. Dai dati di produzione agricola e forestale (*fonte: ISTAT*) sono stati ottenuti anche dati di produttività media (in tonnellate per ettaro) che applicate al saldo hanno fornito la superficie di territorio netto importato per un ammontare di ca **5.200 km<sup>2</sup>**, pari a **ca 0,15 ha/pro.capite** ed al **32% del territorio produttivo** (settori, agro-zootecnico, legna, fibre tessili) ovvero a **ca il 23% del territorio regionale totale**, ben superiore al valore di riferimento di SA pari a 0.



9. **Legname:** il consumo di legna per i vari usi (industriali, produzione di energia) è stato valutato sommando il saldo import-export alla produzione locale (*fonte: ISTAT*) per un totale di **1.885.000 t/anno** pari a **ca 530 kg/anno pro.capite**, equivalenti a **707 m<sup>3</sup>/anno pro.capite** ben superiore al livello nazionale (Amici della Terra, 1995) di **540 m<sup>3</sup>/anno pro.capite** ed all'obiettivo di riferimento continentale di SA pari a **560 m<sup>3</sup>/anno pro.capite**.

10. **Acqua:** la risorsa idrica naturale della regione Toscana è stata valutata sulla base dei valori di precipitazione delle 334 stazioni di rilevazioni (dati servizio idrografico di Pisa) che per l'anno 2000 hanno dato un valore medio di 1.091 mm di acqua per l'intero territorio. Questo determina una risorsa naturale complessiva di 25 miliardi di m<sup>3</sup> che concorda molto bene con il valore che si può dedurre dai dati presenti nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente del Ministero dell'Ambiente del 2001 (v. pag.256, tab.2). Questa risorsa, in linea di massima, viene distribuita in tre diversi contributi analoghi uno dei quali rappresenta l'evaporazione, un altro il ruscellamento ed il terzo la risorsa che raggiunge la circolazione idrica sotterranea. La risorsa effettivamente e sostenibilmente disponibile per il consumo da parte dell'uomo è, quindi, deducibile valutando che della frazione che entra nella circolazione idrologica (ca 8 miliardi di m<sup>3</sup>) solo il 10% possa essere utilizzato senza alterare i sistemi di circolazione idrica sotterranea. Si ottiene in tal modo un valore di SA per l'acqua pari a **800 milioni di m<sup>3</sup>/anno** corrispondenti a **ca 225 m<sup>3</sup>/anno pro.capite**.

Questo valore può essere confrontato con il dato di prelievo globale attuale, che si aggira sui 550 milioni di m<sup>3</sup>/anno (*fonte: ISTAT*), valore probabilmente sottostimato, in quanto rapportato ad un consumo apporzionato per il 29% agli usi civili, per il 52% agli usi industriali e solo al 19% agli usi agricoli. Poiché solo il primo consumo è conteggiato in modo abbastanza regolare, si deve ritenere che in effetti gli usi industriali (nei quali vanno inclusi le acque di raffreddamento degli impianti termoelettrici) e quelli agricoli siano ben più consistenti, e che il totale di questi prelievi possa superare i 600 milioni di m<sup>3</sup>/anno. Infatti, nel rapporto Segnali Ambientali in Toscana 2002 (*fonte: Regione Toscana*) è indicato un prelievo stimato in modo più affidabile per gli usi



potabili (ca 450 milioni di m<sup>3</sup>/anno), in modo meno affidabile per gli usi irrigui (ca 180 milioni di m<sup>3</sup>/anno) e non valutabile (ma superiore a 60 milioni di m<sup>3</sup>/anno) per il settore industriale, per un prelievo totale sicuramente non inferiore a 690 milioni di m<sup>3</sup>/anno. In tal modo sembra ragionevole stimare per la Toscana un prelievo complessivo probabilmente prossimo a **1.500 milioni di m<sup>3</sup>/anno**, pari a **ca 420 m<sup>3</sup>/anno pro.capite**, superiore al valore di SA del 90%. Va tenuto presente che sulla base delle statistiche ufficiali (*fonte: ISTAT*) nel 1995 è stato stimato, a livello nazionale, un consumo di ca 970 m<sup>3</sup>/anno pro.capite, in quanto risultava captato ed impiegato ca il 15% delle precipitazioni totali, ovvero una quota ben superiore a quella che si ritiene sostenibile (v. sopra), pari al 10%.

**Tabella riassuntiva delle valutazioni di SA per la Toscana**

<b>Indicatore di SA</b>	<b>Valore Toscana</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Note</b>
Emissioni di CO <sub>2</sub>	9,3	t/anno pro.capite	Non include i carbon sink
Consumo di cemento	549	kg/anno pro.capite	
Consumo di ghisa (acciaio)	215 (555-700)	kg/anno pro.capite	
Consumo di alluminio	19	kg/anno pro.capite	
Produzione di cloro	28	kg/anno pro.capite	Con processo cloro-soda
Aree protette (% sup. regionale)	1.547 0,044 6,9%	km <sup>2</sup> ha/pro.capite %	Escluse aree protette marine
Territorio edificato (% sup. regionale)	873 0,024 3,8%	km <sup>2</sup> ha/pro.capite %	
Territorio netto importato (% sup. regionale)	5.200 0,15 23%	km <sup>2</sup> ha/pro.capite %	
Legno	707	m <sup>3</sup> /anno pro.capite	
Acqua	420	m <sup>3</sup> /anno pro.capite	



### **3.b) Confronto dei dati preliminari della Toscana con i valori calcolati in altri studi a livello nazionale ed europeo**

I dati preliminari di SA, valutati per la Toscana, sono stati messi a confronto con i valori di SA calcolati a livello nazionale ed europeo in modo da evidenziare le specificità della situazione toscana rispetto al più ampio contesto italiano e continentale, ma soprattutto con gli obiettivi di medio e lungo termine, fissati per lo SA nel corso della campagna Europa Sostenibile (Amici della Terra, 1995), al fine di valutare lo scostamento tra la situazione attuale e quella individuata come sostenibile.

Per semplicità di presentazione dei dati è stata redatta una tabella nella quale sono appunto riportati i tre diversi tipi di dati: regionali, nazionali, europei.

A tale riguardo si fa presente che solo in alcuni casi, come il territorio, i dati di confronto sono relativi ad anni di riferimento diversi da quelli utilizzati in questo studio (2000). L'aggiornamento di questi ultimi dati avrebbe comportato un lavoro anche maggiore di quello condotto in questo studio, con risultati probabilmente molto simili a quelli già esistenti. Infatti, alcune valutazioni condotte negli ultimi anni a livello italiano ed a livello europeo hanno evidenziato che in media questi valori di riferimento sono piuttosto stabili nel tempo. Una verifica indiretta è contenuta nei rapporti annuali dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (Environmental Signals) nel capitolo relativo all'impiego di risorse nei quali sono forniti dati circa il fabbisogno totale di materiali e l'input diretto di materiali a livello europeo e dei vari paesi membri, valutati da EUROSTAT. Come si può osservare da queste indicazioni, le variazioni per l'Italia e per l'Unione Europea sono nel complesso molto modeste.

Infine, si fa presente anche che i valori di riferimento dello SA (obiettivi di lungo termine) per gli indicatori di tipo globale (emissioni di CO<sub>2</sub>, cemento, ghisa, alluminio, cloro), essendo stati calcolati sin dal 1993 sulla base della popolazione mondiale prevista dall'ONU negli anni di riferimento per lo scenario di medio termine (2010) e per lo scenario di lungo termine (2050), non richiedono alcun aggiornamento.


**Tabella riassuntiva delle valutazioni di SA per la Toscana**

Indicatore	Toscana 1999 2000	Italia 1999 2000	EU 15 2000	Obiettivo medio termine	Obiettivo lungo termine	Unità di misura
Emissioni di CO <sub>2</sub>	9,3	8,3	8,8	5,4	1,7	t/anno pro.capite
Consumo di cemento	549	760	510	450	184	kg/anno pro.capite
Consumo di ghisa	215	231	250	184	36	kg/anno pro.capite
Consumo di alluminio	19	28	22	10	1,2	kg/anno pro.capite
Produzione di cloro*	28	18	23	13	0	kg/anno pro.capite
Aree protette	0,044	0,058	0,04*		0,064	ha/pro.capite
Territorio edificato	0,024	0,037**	0,053**		0,051	ha/pro.capite
Territorio netto importato	0,15		0,039**		0	ha/pro.capite
Legno	0,71	0,54	0,66**		0,56	m <sup>3</sup> /anno pro.capite
Acqua	420	934	580		220	m <sup>3</sup> /anno pro.capite

\* valutazione *Amici della Terra* da dati EUROSTAT

\*\* dati 1995

Questo primo sintetico confronto indica alcuni risultati fondamentali per quanto concerne l'uso di SA da parte della regione Toscana:

1. un impiego **elevato di SA nel settore energia**, sostanzialmente maggiore della media italiana;
2. un impiego **elevato di SA per cemento e ghisa**, inferiore alla media nazionale, ma superiore a quella europea;
3. un consumo **elevato di SA per alluminio e cloro**, il primo inferiore ed il secondo maggiore della media italiana;
4. un consumo relativamente **equilibrato di SA per il territorio**, con valori da **incrementare del 50% per le aree protette**, da **mantenere per le aree edificate** e da **ridurre per il territorio netto importato** (anche attraverso un migliore bilanciamento dello scambio commerciale);
5. un **consumo elevato di SA per il legno**, maggiore della media italiana e di quella europea;
6. un **consumo elevato di SA per l'acqua**, anche se inferiore alla media italiana ed a quella europea.



Queste prime indicazioni hanno un significato di carattere molto generale e devono essere analizzate con un certo dettaglio in rapporto alle caratteristiche specifiche del contesto regionale e sub-regionale al fine di comprenderne le cause e sviluppare proposte di miglioramento.

Il quadro delineato, comunque, prefigura la necessità di riduzioni consistenti del consumo di risorse nel medio-lungo termine, specialmente nel settore dell'energia, della produzione di cloro (con processo tipo cloro-soda), dell'importazione netta di territorio e dell'acqua.

La riduzione del consumo di risorse, naturalmente, non significa riduzione delle capacità e delle dimensioni del sistema produttivo, bensì un uso più efficiente delle risorse e, quindi, una riduzione dell'inquinamento e dei rifiuti, un allargamento delle attività di servizio connesse alla revisione dei processi industriali e di consumo, al recupero e riciclaggio dei materiali, alla loro qualificazione e valorizzazione commerciale. Inoltre, un ruolo essenziale può essere svolto da uno sviluppo adeguato dei sistemi economici locali e dei mercati commerciali locali, come strumento per un uso efficiente delle risorse in attuazione del principio di prossimità e di bilanciamento delle tendenze alla globalizzazione.

Sulla base dei rapporti di PIL e dei dati ISTAT (Barbiero et al., 2003), per la Toscana può essere stimato un input diretto di materiali (DMI) di circa 50 Mt/anno, a fronte dei quali si ha una produzione di rifiuti di quasi 10 Mt/anno (Regione Toscana, 2002). Pertanto, esiste una potenzialità di riduzione dell'input di almeno il 20% nel breve-medio termine (5-10 anni), attraverso interventi che possono essere condotti all'interno dell'attuale sistema produzione-consumo (interventi intra-settoriali). Certificazioni, accordi volontari, contratti di programma, iniziative di ecologia industriale sono i principali strumenti attraverso i quali è possibile iniziare un percorso efficace verso un assetto economico, sociale ed ambientale più sostenibile.

Tuttavia, sin da ora i risultati della valutazione dello SA della Regione Toscana indicano l'opportunità e la necessità di puntare ad obiettivi di riduzione dell'input di materiali ben più consistenti (fattore 4, fattore 10) nel medio-lungo termine, avviando tutta una serie di interventi volti a realizzare un sistema produzione-consumo a ciclo



chiuso che consenta di mantenere un'elevata qualità della vita ed un'adeguata capacità economica pur utilizzando un quantitativo molto ridotto di risorse che vengano impiegate a ciclo chiuso.

A tal fine sarà necessario avviare sistemi nuovi di contabilità dei materiali, di monitoraggio accurato degli indicatori di SA, di monitoraggio dei costi esterni, di produzione di valore economico a bassa intensità di risorse, in tutti i settori produttivi, di orientamento del pubblico verso forme di consumo basate su criteri analoghi ed espressi mediante opportuni modi di informazione e di acculturamento sociale.

Nel prosieguo dello studio, questi aspetti sono approfonditi in modo specifico e sono fornite indicazioni dettagliate circa le potenzialità di intervento, i vantaggi economici e la riduzione degli impatti ambientali conseguibili.



## Bibliografia

- ⇒ Accademia per l'Ambiente dell'Alta Austria, 1995, Assicurare il futuro attraverso lo sviluppo sostenibile; Piano territoriale per l'Alta Austria, Linz, pag.106.
- ⇒ Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogich, D. e H. Schütz, 1997: Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies. Ed. by World Resources Institute, Wuppertal Institute, Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning, and Environment, National Institute for Environmental Studies, Japan. WRI Report, Washington.
- ⇒ AEA, Agenzia Europea per l'ambiente, 2002: Segnali ambientali.
- ⇒ Agenda 21, 1992, Agenda per cambiare il mondo, del vertice della terra 1992, Centre For Our Common Future, Ginevra, Svizzera.
- ⇒ Amici della Terra, 1995, Verso un'Europa Sostenibile, Maggioli editore.
- ⇒ Amici della Terra, 1997, Politiche sui cambiamenti climatici e lo sviluppo sostenibile.
- ⇒ Amici della Terra, 1997, Valutazione dei costi esterni di un programma nazionale di cogenerazione in alternativa agli impianti tradizionali.
- ⇒ Amici della Terra, 1998, Alternative energetiche per un'Italia sostenibile.
- ⇒ Amici della Terra, 1998, I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia.
- ⇒ APAT, Agenzia per la protezione dell'ambiente ed i servizi tecnici, 2002: Assorbimento e fissazione di carbonio nelle foreste e nei prodotti legnosi in Italia. Rapporti 21/2002.
- ⇒ ARPAT, Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente in Toscana, 2000: Rapporto 2000 – Rapporto sullo stato dell'ambiente in Toscana.
- ⇒ Bacci, L., 2002: Sistemi locali in Toscana. Modelli e percorsi territoriali dello sviluppo regionale. FrancoAngeli.
- ⇒ Barbiero, G., Camponeschi, S., Femia, A., Greca, G., Macri, A., Tudini, A., Vannozzi, M., 2003: 1980-1998 Material-Input-Based Indicators Time Series and 1997 Material Balance of the Italian Economy. ISTAT.
- ⇒ Bateson, G., 1979, *Mente e natura*, Adelphi, Milano.
- ⇒ Begon, M., Harper, J. L. and Townsend, C. R., 1997, *Ecologia*, Zanichelli.
- ⇒ BMU, Ministero Federale dell'Ambiente, 1998, *Sviluppo Sostenibile in Germania*, Bonn, pag.73.
- ⇒ Bresso, M., 1993, Riflessioni su un quarto di secolo dell'economia dell'ambiente: strumenti di analisi e questioni teoriche aperte, in *Economia e Ambiente*, Il Mulino.
- ⇒ Bringezu, S., 1993, Towards increasing resources productivity: how to measure the total material consumption of regional or national economies, *Fresenius Environmental Bulletin*, 2(8)437.
- ⇒ Brown Weiss, E., 1992, Environment and Trade as Partners in Sustainable Development, *The American Journal of International Law*, 86 – 728.
- ⇒ Bruntland, G.H., 1988, *Il futuro di noi tutti*, Rapporto della Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo, Bompiani.
- ⇒ Buitenkamp, M., Venner, H. e Wams. T., 1992, *Action Plan Sustainable Netherland, Milieudedefensie (Amici della Terra Olanda)*, Amsterdam.
- ⇒ BUND (Amici della Terra Germania), MISEREOR e Istituto Wuppertal, 1996, *Zukunftsfahiges Deutschland*, Birkäuser, Berlino.
- ⇒ BUND (Amici della Terra Germania), MISEREOR e Istituto Wuppertal, 1997, *Per una Società Capace di Futuro*, Edizioni Missionarie, Milano.
- ⇒ Carley, M. e P. Spapens, 1999, *Condividere il mondo*, Edizioni Ambiente, Milano.
- ⇒ Capra, F., 1997, *La rete della vita*, Rizzoli, Milano.
- ⇒ Casini Benvenuti, S. e Sciclone, N. (a cura di), 2003: *Benessere e condizione di vita in Toscana*, FrancoAngeli.



- ⇒ Commissione delle Comunità Europee, 1992, Per uno Sviluppo Durevole e Sostenibile. Programma Politico e d'Azione delle Comunità Europee a favore dell'Ambiente e di uno Sviluppo Sostenibile. COM(92)23def. vol.II.
- ⇒ Commissione delle Comunità Europee, 2001, Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta. Sesto programma di azione per l'ambiente. COM(2001)31 def.
- ⇒ Commissione delle Comunità Europee, 2003: Comunicazione della Commissione al Consiglio ed al Parlamento "Verso una strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali", 1.10.2003, COM(2003) 572 def.).
- ⇒ Cutaia, L. Mastino e Buscema, I., 2004: Alluminio, trasporto e ambiente. Compatibilità ambientale di una potenziale crescita dell'uso dell'alluminio nel settore dei trasporti, FrancoAngeli.
- ⇒ Daly, H. e Cobb, J., 1989, For the Common Good - Redirecting the Economy Towards Community, the Environment and Sustainable Development, Green Print, Londra.
- ⇒ Daly, H., 1991, From empty world economics to full world economics: recognizing an historic turning point in economic development, in Goodland, R., Daly, H. e El Serafy, S., (Eds.), in Environmentally Sustainable Development Building on Bruntland, The World Bank, Washington, D.C.
- ⇒ Danish Ministry, of Environment and Energy, 1999, Denmark's Nature and Environment Policy 1999, Formula Graphic A.S., Vaerlose.
- ⇒ Dasgupta, P., 1993, Natural Resources in an Age of Substitutability, in Kneese, A. V. e Sweeney, J. L., (Eds), Handbook of Natural Resources and Energy Economics, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
- ⇒ Dethlefsen, V., Jackson, T e Taylor, P., 1993, The Precautionary Principle: towards anticipatory environmental management, in Jackson, T. (Ed.), Clean Production Strategies, Stockolm Environmental Institute, Lewis Publishers.
- ⇒ EUROSTAT, 2001: Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide. Luxembourg, 2001.
- ⇒ Georgescu-Roegen, N., 1975, Energy and economic myths, South. Econ. J., 41(3), 347.
- ⇒ German Bundestag, 1995, Shaping Industrial Society, Bundestag document 12/8260, Assessment Criteria and Prospects for Environmentally Sound Product Cycles in Industrial Society, Enquete Commission of the German Bundestag on the Protecion of Humanity and the Environment (Ed.), Economica Verlag, Bonn.
- ⇒ German Bundestag, 1998, Konzept Nachhaltigkeit, Vom Leitbild zur Umsetzung, Abschlußbericht der Enquete Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des 13.Deutschen Bundestagen.
- ⇒ Hawken, P., Lovins, A. e L.H. Lovins, 2001: Capitalismo naturale. Edizioni Ambiente, Milano.
- ⇒ Hille, J., 1995, Sustainable Norway, The Project for an Alternative Future, Oslo.
- ⇒ Hille, J., 1997, The concept of Environmental Space. A guide to approaches, experiences and information sources. Implications for Policies, Environmental Reporting and Assessment. Agenzia Europea per l'Ambiente, Expert's Corner n.2/1997. Copenhagen.
- ⇒ Hintenberger, F., 1993, Reduction of material inputs, Fresenius Environmental Bulletin, 2(8), 425.
- ⇒ Hintenberger, F., 1994, Biological, Cultural and Economic Evolution and the Economy/Ecology Relationship, in J. van der Bergh e J. van der Straaten (Eds.), Towards Sustainable Development, Island Press, Washington, D.C.
- ⇒ Hintenberger, F., Luks, F. e Schmidt-Bleek, F., 1995, What is Natural Capital ?, Wuppertal Paper n.29.
- ⇒ Hintenberger, F., Luks, F. e Stewen, M., 1999, Ecologia, Economia, Politica. Edizioni Ambiente, Milano.
- ⇒ ISTAT, 2003: Flussi di materia nell'economia italiana. Indicatori e conti - Anni 1980-1998.



- ⇒ Jackson, T, Costanza, R., Overcash, M. e Rees, W., 1993, The Biophysical Economy, in Jackson, T. (Ed.), Clean Production Strategies, Stockholm Environmental Institute, Lewis Publishers, 1993.
- ⇒ Kretsloppsdelegationens, 1997, Rapport 1997/14 - "Strategi för Kretsloppsanpassade Material och Varor", Stoccolma, pag.34.
- ⇒ Knoflacher, H., 1995, Economy of Scale - Die Transportkosten und das Oekosystem, Gaia, 4 – 100.
- ⇒ Leiss, W., 1986, Instrumental rationality, the domination of nature and why we do not need an environmental ethic. in Hansen, P. (Ed.), Environmental Ethics: Philosophical and Policy Perspectives, Simon Fraser University Publication, Burnaby, Canada, 178.
- ⇒ Lotka, A., 1925, Elements of Physical Biology, Willimas & Wilkins, Baltimore.
- ⇒ Lovelock, J., 1981, Gaia. Nuove idee sull'ecologia, Boringhieri, Torino.
- ⇒ Maturana, H. e F. Varela, 1992, Macchine ed esseri viventi. L'autopoiesi e l'organizzazione biologica, Astrolabio-Ubaldini, Roma.
- ⇒ McLaren, D., Bullock, S. e Yousuf, N., 1998, Tomorrow's World, Earthscan, Londra.
- ⇒ Meadows, D., Meadows, D. e Randers, J., 1992, Oltre i limiti dello sviluppo, Il Saggiatore.
- ⇒ Meadows, D., Meadows, D., Beherens, W. e Randers, J., 1972, I limiti dello sviluppo, EST Mondadori.
- ⇒ Ministero dell'Ambiente, 2001, Relazione sullo stato dell'ambiente.
- ⇒ Molocchi, A. (a cura di), 1998, La scommessa di Kyoto - Politiche di protezione del clima e sviluppo sostenibile. Franco Angeli.
- ⇒ Monod, J., 1970, Il caso e la necessità, Mondadori, Milano.
- ⇒ National Milieubeleideplan 2, Ministero dell'Ambiente dei Paesi Bassi, 1997, l'Aia.
- ⇒ National Research Council of the National Academies, 2004: Materials count. The case for Material Flow Analysis. The National Academic Press. Washington.
- ⇒ Nebbia, G., 1996, Proposta di una rappresentazione input/output dei flussi di materia nella biosfera e nella tecnosfera, in Contabilità Ambientale, Annali di Statistica, Anno 125, Serie X vol.13, pp.13-32, Istituto Nazionale di Statistica.
- ⇒ North Sea Ministers, 1987, Ministerial Declaration of the 2nd. Int. Conf. on Protection of the North Sea, 24-25 novembre 1987, paragrafo XVI(1).
- ⇒ Nriagu, I. O., 1979, Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere, Nature, 279: 409-411.
- ⇒ O'Connor, M., 1991, Entropy, structure and organisational change, Ecol. Econ., 3(2), 95
- ⇒ OCSE, 1997, Consiglio Ministeriale, 26-27 maggio 1997, par.13.
- ⇒ OCSE, 1998, Informativa su "Obiettivi di azione condivisi a livello di Ministri dell'ambiente OCSE, 3 aprile 1998, pag.2.
- ⇒ Odum, E.P., 1983, Basic Ecology, Saunders College Publishing.
- ⇒ Opschoor, J. B. e van der Ploeg, S. W. F., 1990, Sustainability and quality: basic objectives of environmental policy, in Het Milieu, denkbeelden voor 21ste eeuw, by Commissie Lange Termijn Milieubeleid, Zeist, Kerkebosch bv.
- ⇒ Österreichisches Bundes Regierung, Governo Federale Austriaco, 1996, Programma Nazionale per l'Ambiente, pag.171.
- ⇒ PCSD, President Committee for Sustainable Development, 1999, "Verso un'America Sostenibile: proposte da attuare nel 21° secolo per prosperità, opportunità ed un ambiente salubre - Towards a Sustainable America: advancing prosperity, opportunity and a healthy environment for the 21st century".
- ⇒ Piano Nazionale di Sviluppo Sostenibile (PNSS), 2000, predisposto da Mario Signorino per il Ministero dell'Ambiente, dicembre 2000, vedi sito internet ([www.svilupposostenibile.org](http://www.svilupposostenibile.org)).
- ⇒ Prigogine, I. e Stengers, I., 1984, Order Out of Chaos, Heinemann, Londra.



- ⇒ Ramade, F., 1989: Catastrofi ecologiche. McGraw-Hill.
- ⇒ Rapport, D., 1984, The interface of economics and ecology, in Jansson, A.-M., (Ed.), Integration of Economy and Ecology. An Outlook for the Eighties, proceedings from the Walleberg Symposia. Askö Laboratory, University of Stockolm.
- ⇒ Rees, W. e Wackernagel, M., 1992, Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy, in Jansson, A. M. et al. (Ed.), Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability, Island Press, Washington, D.C.
- ⇒ Rees, W. e Wackernagel, M., 1996, L'impronta ecologica, Edizioni Ambiente, Milano.
- ⇒ Regione Toscana (Ed.) 2002: Le voragini catastrofiche; un nuovo problema per la Toscana. Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- ⇒ Regione Toscana, 2002: Segnali ambientali in Toscana – 2002. Edifir, Firenze.
- ⇒ Rifkin, J., 1992, Entropia. Interno Giallo Editore, Milano.
- ⇒ Sagan, C. E., 1966, La vita intelligente nell'universo, Mondadori, Milano.
- ⇒ Schmidt-Bleek F., 1993, Wieviel Umwelt Braucht der Mensch?: MIPS-das Mass fuer Ökologisches Wirtschaften, Birkäuser, Berlino.
- ⇒ Schmidt-Bleek F., 1994, How to reach a sustainable economy, Wuppertal Paper n.24.
- ⇒ Schmidt-Bleek, F., 1994, Declaration of the Factor Ten Club, Carnoules Declaration, Wuppertal Institute.
- ⇒ Sforzi, F. (a cura di), 1997: I sistemi locali del lavoro, Argomenti, n.10, ISTAT.
- ⇒ Spangenberg, J., 1995, (Ed.) Towards Sustainable Europe: The Study. Sustainable Europe Campaign, CEAT (Coordinamento Europeo degli Amici della Terra), Brussell, 1995.
- ⇒ Stahel, W. R. e Jackson, T., 1993, Optimal Utilisation and Durability, in in Jackson, T. (Ed.), Clean Production Strategies, Stockolm Environmental Institute, Lewis Publishers.
- ⇒ Tecneco, 1974, Prima relazione sulla situazione ambientale del paese, Casa editrice Carlo Colombo.
- ⇒ UBA, Agenzia Federale dell'Ambiente, 1997, Germania Sostenibile, Berlino, 1997, pag.179.
- ⇒ Ulrich, H., 1984, Management, Haupt, Berna.
- ⇒ UN CSD, 1997, Assemblea Generale su "Programmi per l'attuazione dell'Agenda 21, par.28j.
- ⇒ UN CSD, 1998, Informativa del Segretariato sulla Sesta Sessione della CSD 20.4-3.5.98, articolo 48.
- ⇒ UNEP, 1997, Global Environmental Outlook, New York, 1997, pag.135.
- ⇒ USNTC, US National Science and Technology Council, 1995, Bridge to a Sustainable Future, Washington.
- ⇒ Vernadsky, V., 1986, The Biosphere, Synergetic Press, Oracle, Arizona.
- ⇒ Vitousek, P., Ehrlich, P., Ehrlich, A. e Matson, P., 1986, Human appropriation of the products of photosynthesis, Bioscience, 36, 368.
- ⇒ Von Neumann, J., 1966, Theory of Self-Reproducing Automata, University of Illinois Press, Champaign, Illinois.
- ⇒ Weizsäcker, E U., Lovins, A. B. e Lovins, L. H., (1998), Fattore 4, Edizioni Ambiente.
- ⇒ Whithead, A. N., 1965, Il processo e la realtà, Saggio di cosmologia, V. Bompiani, Milano
- ⇒ Winer, N., 1968, La Cibernetica, Mondadori, Milano.
- ⇒ Wynne, B., 1993, Uncertainty and Environmental Learning, in Jackson, T. (Ed.), Clean Production Strategies, Stockolm Environmental Institute, Lewis Publishers.



---

## **Allegato 1: Contabilità dei flussi di materiali in Italia al 1997**



## 1997 Material Flow Accounts Italy - Tons

	Risorse	Impieghi
<b>1. CONTO DMI</b>		
Estrazione interna di materiali utilizzati	<b>604.565.503</b>	
<i>Combustibili fossili</i>	19.646.815	
<i>Minerali</i>	408.461.764	
<i>Biomasse</i>	176.456.924	
Importazioni	<b>289.397.845</b>	
<b>DMI - Direct Material Input</b>		<b>893.963.348</b>
<b>2. CONTO DMC</b>	<b>Risorse</b>	<b>Impieghi</b>
DMI - Direct material input	<b>893.963.348</b>	
Esportazioni		<b>111.037.449</b>
<b>DMC - Domestic Material Consumption</b>		<b>782.925.899</b>
<b>3. CONTO PTB</b>	<b>Risorse</b>	<b>Impieghi</b>
Importazioni	<b>289.397.845</b>	
Esportazioni		<b>111.037.449</b>
<b>PTB - Physical Trade Balance</b>		<b>178.360.396</b>
<b>4. CONTO DPO</b>	<b>Risorse</b>	<b>Impieghi</b>
Emissioni e rifiuti	<b>536.093.941</b>	
<i>Emissioni in atmosfera</i>	468.856.116	
<i>Rifiuti depositi in discarica</i>	55.919.592	
<i>Emissioni nelle acque</i>	11.318.233	
Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite	<b>144.125.445</b>	
<b>DPO - Domestic Processed Output</b>		<b>680.219.386</b>
<b>5a. CONTO dell'accrescimento netto degli stock (NAS) calcolato come saldo</b>	<b>Risorse</b>	<b>Impieghi</b>
DMC - domestic material consumption	<b>782.925.899</b>	
Emissioni e rifiuti		<b>536.093.941</b>
<i>Emissioni in atmosfera</i>		468.856.116
<i>Rifiuti depositi in discarica</i>		55.919.592
<i>Emissioni nelle acque</i>		11.318.233
Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite		<b>144.125.445</b>
Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti	<b>676.665.878</b>	<b>330.711.430</b>
<b>NAS - Net Addition to Stocks</b>		<b>448.660.961</b>
<b>5b. CONTO dell'accrescimento netto degli stock (NAS) compilato direttamente</b>		
Infrastrutture di trasporto ed edifici	<b>289.490.966</b>	
<i>Aggiunte lorde</i>	308.400.522	
<i>Demolizioni</i>	18.909.556	
Macchinari	<b>12.711.297</b>	
<i>Aggiunte lorde</i>	15.011.297	
<i>Dismissioni</i>	2.300.000	
Altri beni durevoli	<b>8.090.256</b>	
<i>Aggiunte lorde</i>	8.636.564	
<i>Dismissioni</i>	546.308	
Variazione delle scorte	<b>157.133.355</b>	
Animali vivi	<b>-818.875</b>	
<b>Totale NAS - Net Addition to Stocks</b>		<b>466.607.000</b>
<b>7. Direct material flow balance</b>	<b>Risorse</b>	<b>Impieghi</b>
Estrazione interna di materiali utilizzati	<b>604.565.503</b>	
<i>Combustibili fossili</i>	19.646.815	
<i>Minerali</i>	408.461.764	
<i>Biomasse</i>	176.456.924	
Importazioni	<b>289.397.845</b>	
Emissioni e rifiuti		<b>536.093.941</b>
<i>Emissioni in atmosfera</i>		468.856.116
<i>Rifiuti depositi in discarica</i>		55.919.592
<i>Emissioni nelle acque</i>		11.318.233
Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite		<b>144.125.445</b>
Esportazioni		<b>111.037.449</b>
Accrescimento netto degli stock		<b>466.607.000</b>
Voci ausiliarie per il bilanciamento	<b>676.665.879</b>	<b>330.711.430</b>
Discrepanza statistica		<b>-17.946.039</b>
<b>Totale</b>	<b>1.570.629.226</b>	<b>1.570.629.226</b>

**8. CONTO DEI MATERIALI INUTILIZZATI**

	Risorse	Impieghi
<b>Materiali inutilizzati di estrazione interna</b>	<b>88.810.382</b>	<b>88.810.382</b>
<i>da attività minerarie e di cava</i>	16.715.068	16.715.068
<i>dalla raccolta di biomasse</i>	27.166.039	27.166.039
<i>scavi e dragaggio</i>	44.929.274	44.929.274

**9. Physical Trade Balance including Indirect Flows**

	Risorse	Impieghi
<b>Importazioni</b>	<b>289.397.845</b>	
Flussi indiretti connessi alle importazioni	1.034.351.668	
<b>Esportazioni</b>		<b>111.037.449</b>
Flussi indiretti connessi alle esportazioni		344.407.274
<b>PTBIF - Physical Trade Balance including Indirect Flows</b>		<b>868.304.790</b>

**10. CONTO TMR**

	Risorse	Impieghi
<b>Estrazione interna di materiali utilizzati</b>	<b>604.565.503</b>	
<b>Importazioni</b>	<b>289.397.845</b>	
<b>Estrazione interna di materiali inutilizzati</b>	<b>88.810.382</b>	
<i>da attività minerarie e di cava</i>	16.715.068	
<i>da raccolta di biomasse</i>	27.166.039	
<i>scavi</i>	44.929.274	
Flussi indiretti associati alle importazioni	1.034.351.668	
<b>TMR - Total Material Requirement</b>		<b>2.017.125.397</b>

**11. CONTO TMC**

	Risorse	Impieghi
<b>Total material requirement</b>	<b>2.017.125.397</b>	
<b>Esportazioni</b>		<b>111.037.449</b>
Flussi indiretti associati alle importazioni		344.407.274
<b>TMC - Total Material Consumption</b>		<b>1.561.680.675</b>



## **Allegato 2: Valutazione della capacità di fissazione di CO<sub>2</sub> (carbon sink) della Regione Toscana**

Il metodo dello SA messo a punto negli anni '90, non prevede la contabilizzazione delle capacità di assorbimento di CO<sub>2</sub>. Infatti, questo aspetto è stato discusso e valutato solo dopo il 1997 con la definizione degli strumenti attuativi del Protocollo di Kyoto (artt.3.3. e 3.4.) e degli impegni assunti dal governo italiano con la “Terza Comunicazione Nazionale dell’Italia alla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici” ([http://www.minambiente.it/Sito/temi/tema\\_clima.htm](http://www.minambiente.it/Sito/temi/tema_clima.htm)).

### **3.4 ASSORBIMENTI DI ANIDRIDE CARBONICA DALLE FORESTE**

In attesa della predisposizione, da parte dell’IPCC, delle “Good Practice Guidance” relative al settore dell’uso del suolo, dei cambiamenti d’uso del suolo e delle foreste, sono state messe a punto alcune valutazioni preliminari relative alle emissioni, agli assorbimenti e agli stock di carbonio, alla variazione degli stock di carbonio relativa alle attività dell’art. 3.3 e dell’art. 3.4 del Protocollo di Kyoto.

#### **3.4.1 INVENTARIO DELLE EMISSIONI, DEGLI ASSORBIMENTI E DEGLI STOCK DI CARBONIO**

I dati dell’IFN (Inventario Forestale Nazionale) del 1986 sono stati aggiornati anno per anno applicando i dati delle utilizzazioni forestali e dell’incremento dell’area forestale forniti dall’ISTAT e quelli sugli incendi forniti dal Corpo Forestale dello Stato.

La metodologia applicata è descritta in: “Stima degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> atmosferica delle foreste italiane” (Federici S. & Valentini R., 2002).

In tal modo si è ottenuto l’inventario delle emissioni, degli assorbimenti e degli stock di carbonio organico dell’intera superficie forestale italiana, nel periodo 1990-2000. Tali valori differiscono da quelli riportati nell’inventario nazionale dei gas serra, che sono invece basati esclusivamente sulle superfici censite dall’ISTAT, in attesa di dati inventariali più aggiornati.

Applicando le curve di crescita derivate dal Federici e Valentini (2002) alla superficie rimboscita/imboschita con provvedimenti di legge nel decennio 1991-2000 si è ottenuta la stima degli stadi di carbonio immagazzinato in relazione alle attività di imboschimento e rimboscimento.

#### **3.4.2 VARIAZIONE DEGLI STOCK DI CARBONIO RELATIVA ALLE ATTIVITÀ DELL’ART. 3.3**

Applicando le curve di crescita derivate dal Federici e Valentini (2002) alla superficie rimboscita/imboschita con provvedimenti di legge nel decennio 1991-2000 si è ottenuta la stima degli stadi di carbonio immagazzinato in relazione alle attività di imboschimento e rimboscimento.

Oltre alle superfici direttamente rimboschite/imboschite dall’uomo tramite piantagione vi sono superfici in cui l’uomo ha permesso la naturale diffusione della foresta (vedi capitolo 4). Tale superficie in Italia (dal 1990 ad oggi) può essere stimata variabile tra il dato ISTAT e la differenza tra i dati di superficie dell’IFN aggiornato al 1990 (8.737 migliaia di ha) ed il Temperate and Boreal Forest Resources Assessment (TBFRA) della FAO del 2000 (10.842 migliaia di ha) ed in questo caso è di circa 2 milioni di ettari di nuove formazioni forestali, diretta conseguenza delle passate politiche di protezione del territorio e di riduzione della superficie agricola, che un nuovo inventario forestale potrebbe correttamente valutare nella loro composizione specifica, nella provvigione e nei tassi di crescita.



### 3.4.3 VARIAZIONE DEGLI STOCK DI CARBONIO RELATIVA ALLE ATTIVITÀ DELL'ART. 3.4

Utilizzando i dati ISTAT relativi al periodo 1990-2000 riferiti alle foreste gestite a ceduo ed a fustaia, per ciò che riguarda le superfici e le utilizzazioni, ed i dati IFN, in relazione a composizione specifica, provvigione ed incrementi, ed applicandovi le curve di crescita ricavate per i cedui e le fustaie italiane (Federici S. & Valentini R. 2002) si ricavano le stime degli assorbimenti, delle emissioni e degli stock di carbonio relative a tali popolamenti (tabella 3.4 e figura 3.8).

Tali stime contengono diversi fattori d'errore la cui combinazione produce una valutazione degli assorbimenti inferiore alla realtà:

- secondo altre fonti, come la FAO o gli inventari forestali regionali, la superficie forestale italiana reale gestita supera di almeno 3 milioni di ettari il dato ISTAT che è stato impiegato per il calcolo;
- nel processo di stima viene considerato solo il carbonio immagazzinato nella biomassa legnosa epigea, mentre l'accordo sui sink raggiunto a Bonn permette la contabilizzazione anche del carbonio immagazzinato nella biomassa ipogea, nei tessuti verdi, nella lettiera e nel suolo;
- le utilizzazioni riportate dall'ISTAT sono notevolmente inferiori alla realtà, in particolare per le quantità relative ai prelievi della legna come combustibile. Si noti come la biomassa legnosa epigea rappresenti solo un terzo del carbonio organico presente nell'intero sistema forestale.

Nell'ambito di questo studio, quindi, è stata condotta anche una valutazione della capacità di fissazione della CO<sub>2</sub> a livello della regione Toscana, utilizzando metodi diversi e basati:

- ⇒ a partire dalla superficie forestale regionale toscana, quale risulta dai dati territoriali (*fonte: elaborazione Amici della Terra da dati CORINE, Regione Toscana*), assegnando ad essa un valore di assorbimento di CO<sub>2</sub> tipico di una foresta temperata (produzione di 3 kg di biomassa/m<sup>2</sup>.anno, che corrispondono ad un assorbimento di CO<sub>2</sub> di 4,6 kg/m<sup>2</sup>.anno), sottraendo la frazione di biomassa utilizzata, come si deduce dai dati ISTAT per le produzioni forestali della Toscana, ottenendo un risultato di 1,97 Mt/anno;
- ⇒ a partire dalla superficie regionale netta totale, applicando un indice di biopotenzialità medio regionale, come ricavato dal Terzo Rapporto sulla Situazione Economica, Sociale, Territoriale e Istituzionale dell'Umbria (IRRES, 2000) di circa 2 Mcal/m<sup>2</sup>.anno, pari ad un assorbimento di CO<sub>2</sub> di circa 20 tonnellate per ettaro/anno, e valutando una frazione di non utilizzo del 5-10%, (valore riscontrato come potenziale di incremento della biomassa a livello regionale nell'arco di un anno) ottenendo un risultato di 2,2 Mt/anno;



- ⇒ a partire dal al valore nazionale di assorbimento stimato per il 2000, come riportato nella “Terza Comunicazione Nazionale dell’Italia alla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici” (27,5 Mt/anno a livello nazionale valutato dall’Università della Tuscia), rapportato (per superficie) alla Toscana, ottenendo un risultato di 1, 9 Mt/anno;
- ⇒ calcolando la biomassa forestale prodotta e non utilizzata come risulta dall’incrocio tra i dati relativi alle superfici interessate dalle varie essenze (*fonte: Inventario Forestale Regione Toscana*) e le produttività specifiche di queste (APAT, 2002), con un risultato di 1, 867 Mt/anno.

Da tutto quanto sopra si può concludere che la Toscana ha una **capacità netta di cattura di CO<sub>2</sub> di circa 2 Mt/anno.**



**Figura 1: Rappresentazione schematica della struttura ciclica dell'ecosistema terrestre**

