



IMPRONTA LEGGERA

**Risparmio energetico e fonti rinnovabili,
raccolta differenziata e riciclaggio, risparmi idrici,
comportamenti rispettosi dell'ambiente
nella propria scuola e nella propria famiglia
per ottenere una Impronta Leggera**

A cura di



INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PROLOGO | 3 |
| 2. GRANDEZZA E VIRTU' DEL PIANETA TERRA | 5 |
| 3. LE CAUSE DEL MALESSERE DELLA TERRA | 10 |
| 4. L'IMPRONTA ECOLOGICA: UNA MISURA PER SALVAGUARDARE IL NOSTRO FUTURO | 11 |
| 5. INIZIAMO A CAPIRE L'IMPRONTA ECOLOGICA | 11 |
| 6. METODOLOGIA GENERALE DI CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA | 12 |
| 7. UNITA' DI MISURA DELL'IMPRONTA ECOLOGICA | 14 |
| 8. RACCOLTA DATI PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA | 15 |
| 9. IL CALCOLO TECNICO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA | 23 |
| 10. ALCUNE POSSIBILI AZIONI DI RIDUZIONE DELL'IMPRONTA ECOLOGICA | 26 |
| <i>APPROFONDIMENTO SU SVILUPPO SOSTENIBILE, ECONOMIA ED ECOLOGIA</i> | 28 |
| <i>BIBLIOGRAFIA</i> | 48 |

PROLOGO

Oggi è il compleanno di Sara e Mattia, suo fratello, le ha organizzato una bella festa a sorpresa.

Ha invitato a casa, senza dirglielo, gli amici e le amiche di sua sorella.

I loro genitori hanno già apparecchiato la tavola ed al centro hanno messo una bella crostata di frutta: per prepararla hanno utilizzato 300 grammi di zucchero, 150 grammi di farina, 150 grammi di margarina e tre uova. Pesando e miscelando tutto, faranno mangiare ai loro ospiti circa 720 grammi di cose buone.

Quando il campanello inizia a suonare e gli amici ad entrare a casa, Sara li invita ad andare nel salone a mangiare. Scopre così che gli amici invitati sono dieci; quindi, attorno al tavolo, si sederanno in dodici.

Il papà inizia a tagliare la crostata in fette regolari: divide prima la torta in quattro grandi parti ed ognuna di queste la divide in tre.

In tutto escono dodici fette di sessanta grammi l'una: mica male per una merenda ! L'acquolina cresce e tutti non vedono l'ora di sedersi ed iniziare a mangiare.

Per fare un gioco, uno di loro - Luca - poggia questa torta su un tovagliolino per vedere quanto è grande l'impronta che lascia e lancia un indovinello "E' giusto o sbagliato dire a qualcuno che *si deve pensare non solo con la testa ma anche con i piedi ?*"

A quel punto un amichetto si alza subito e risponde "*pensi con i piedi io lo dico solo ad un testone che non capisce nulla. Quindi è sbagliato*"

"Ora ti dimostro il contrario" dice Luca. E continua dicendo "lo vedete, tanto più è grande questa impronta, tanto maggiore è la quantità di burro, zucchero, uova e farina che ognuno di voi mangia. E siccome questa impronta assomiglia a quella che lasciano le nostre scarpe quando camminiamo nel fango, potrei dire a qualcuno: *per non mangiare troppo devi anche pensare con l'impronta che lasci e quindi pensare con i piedi!* E questo vorrebbe dire *stai attento a quanto mangi.* Quindi, per rispondere all'indovinello, potrei dire: *è giusto*"

All'improvviso suonano alla porta ! Altri amici hanno saputo della festa e si sono presentati direttamente alla porta senza essere stati invitati. Credevano fosse una festa aperta a tutti e, contenti di festeggiare Sara, entrano con i loro regali. Quando siamo in tanti ad una festa, il divertimento è garantito: quindi dentro tutti e poi ci si pensa. I nuovi amici sono sei e, sommati agli amici di prima, portano il numero complessivo a diciotto.

A quel punto inizia una discussione impreveduta. Come fare con la crostata ?

Se ognuno di loro volesse mangiare una fetta di torta della grandezza promessa - quella di 60 grammi - la crostata non basterebbe per tutti.

Allora uno dei bambini si alza in piedi e propone di dividere la torta in diciotto fette uguali: ogni fetta sarà più piccola del previsto – a questo punto peserà 40 grammi – ma tutti i bambini mangeranno allo stesso modo.

Insomma ognuno di loro mangerà un'impronta di torta più piccola e più leggera.

Ma non è un sacrificio, anzi è un modo per rimanere tutti quanti amici.

A quel punto però il bambino più goloso di tutti dice "Eh no ! Io ho bisogno di una fetta di crostata più grande perché sono abituato a mangiare tanto. Se non lo faccio, mi viene fame". Propone quindi un'altra soluzione: i dodici bambini invitati da Mattia – tra cui lui – hanno diritto ad una fetta di torta di 50 grammi, gli altri sei ad una fetta di torta di soli 20 grammi.

Insomma, la soluzione, per tutelare chi è arrivato prima in quanto invitato è avere due impronte: una più grande e l'altra più piccola.

Qual è la soluzione migliore ?

Sembra una semplice storiella ma questo è lo stesso problema che abbiamo noi esseri umani, bambini e grandi, che viviamo sulla Terra.

La Terra a noi sembra immensa, infinita. Chi sa dire quanto grande è il mare del mondo ? o quanti chilometri di montagne abbiamo ? o quanto sono grandi i ghiacciai ?

Sembra infinita, ma non è così. E' un effetto ottico: sembra grande perché ci viviamo dentro.

L'hanno visto bene gli astronauti che, nel corso del loro primo viaggio sulla Luna, quando si sono voltati indietro per vederla da lontano hanno urlato: *"Quanto è piccola la Terra ! Sembra un'arancia blu"*

La Terra, anche lei, come la nostra crostata di frutta, è limitata. Le sue risorse non possono essere consumate senza criterio, come fa chi vuole lasciare una impronta tanto grande.

Comunque una cosa è chiara: se non vogliamo litigare tra noi umani, ognuno di noi deve lasciare una medesima impronta.

Abbiamo tutti il diritto alle stesse risorse !

E per capire meglio questo concetto, ci aspetta non l'impronta ma l'impronta ecologica !

2. GRANDEZZA E VIRTU' DEL PIANETA TERRA

La Terra è il pianeta su cui vive l'umanità, il terzo in ordine di distanza dal Sole, il più grande dei pianeti terrestri del Sistema Solare, e l'unico, tra quelli conosciuti, adatto a sostenere la vita.

Se con un centimetro lunghissimo misuriamo la Terra dall'alto in basso potremmo vedere che questa altezza è pari a 6.356 chilometri, se la misuriamo da destra a sinistra questa larghezza risulterà di 6.378 chilometri; se il centimetro lo passiamo tutto attorno al punto centrale, l'equatore, misurando la circonferenza, questa sarà di 40.075 chilometri

La superficie di questa arancia blu ammonta a 510.065.700 chilometri quadrati (ogni chilometro quadrato è un quadrato dove ogni lato è pari ad un chilometro).

Ma da cosa è composta tutta questa superficie ?

Innanzitutto se alziamo la testa verso l'alto troviamo l'**ATMOSFERA**, che in gran parte è composta da azoto (il 78%), da ossigeno (21%) ed argon (1%).

L'ossigeno libero è presente solamente nell'atmosfera della Terra, mentre in tutte le altre atmosfere di pianeti del sistema solare finora non se ne è trovata traccia.

La sua presenza sulla Terra è conseguenza della attività biologica di piante e alghe, che lo producono in grandi quantità in conseguenza della fotosintesi: per questo motivo la presenza di ossigeno gassoso nell'atmosfera di un dato pianeta è considerato un buon indicatore della presenza di vita su di esso.

Se ci vediamo tutto attorno troviamo che la Terra è piena di vita, di esseri viventi, uomini, donne, animali, uccelli, piante, alberi, pesci, ed altro ancora: tutto questo lo chiamiamo **BIOSFERA**.

La Terra è quindi costituita da un variegato insieme di organismi viventi che vivono negli ecosistemi terrestri, marini ed acquatici: tanto più sono vari e numerosi questi organismi tanto maggiore sarà la **BIODIVERSITA'** del nostro Pianeta Terra.

Il benessere quotidiano (il cibo in primo luogo) e la nostra salute - dato che le foreste tropicali garantiscono l'ossigeno alla Terra e gli stessi farmaci sono ricavati da fonti naturali - dipendono direttamente dalla biodiversità, ovvero dalle circa 1,75 milioni di specie presenti sulla Terra.

Se continuiamo a guardare alla stessa nostra altezza troviamo sia acqua che terraferma.

La Terra è l'unico pianeta del sistema solare che ha una sua **IDROSFERA** ed ospita acqua liquida: infatti l'acqua copre il 71% di tutta la superficie terrestre e

circa il 97% è composta da acqua salata (il mare) mentre il restante 3% è costituita da acqua dolce (fiumi, laghi, et.).

Solo l'1% dell'acqua dolce, ovvero lo 0,03% dell'acqua complessiva presente sulla Terra, è utilizzabile per essere bevuta dagli uomini.

Il rifornimento dell'acqua dolce dipende dalla evaporazione dalla superficie degli oceani, dai quali evaporano ogni anno 505.000 chilometri cubi di acqua; altri 72.000 chilometri cubi evaporano dalla terra. Quando piove, le precipitazioni ricadono sul mare (458.000 chilometri cubi all'anno vanno in mare) e sulla terraferma (circa 119.000 chilometri cubi), ricaricando l'acqua sotterranea di 47.000 metri cubi l'anno.

Se pensiamo alla terraferma, dobbiamo pensare che questa copre il 29%, circa un terzo, di tutta la superficie terrestre e dà luogo alla **GEOSFERA**.

Nel suo insieme, la composizione della Terra ordinata secondo la massa dei costituenti, è composta da:

- ✓ 34.6% ferro
- ✓ 29.5% ossigeno
- ✓ 15.2% silicio
- ✓ 12.7% magnesio
- ✓ 2.4% nichel
- ✓ 1.9% zolfo
- ✓ 0.05% titanio

Queste masse di minerali formate nella crosta terrestre sono usate come sorgente per molti metalli ed altri utili materiali nella realizzazione di prodotti.

Ma uno dei fattori principali di questa geosfera è lo strato più superficiale della Crosta Terrestre, che viene comunemente definito **SUOLO**.

Dal suolo traggono sostentamento i vegetali di cui ci nutriamo noi e gli animali domestici, dentro di esso vivono funghi, batteri, insetti e altre forme di vita che hanno il compito di degradare le sostanze organiche di rifiuto di altri organismi restituendo i componenti chimici primari al ciclo produttivo attivato dalla fotosintesi.

E' nel suolo che, nei limiti del possibile, l'inquinamento delle acque e dei materiali solidi viene neutralizzato. E' nel suolo che l'acqua penetra in profondità e viene immagazzinata a lungo e filtrata naturalmente costituendo il principale serbatoio da cui attingono i pozzi degli acquedotti.

Il suolo è fondamentale anche nei confronti del clima. Infatti, a seconda della sua copertura - vegetale, minerale o artificiale - cambia la sua capacità di riflettere o immagazzinare energia solare cambia e con essa la temperatura superficiale. E' nota la differenza di temperatura tra un brutto parcheggio asfaltato (dove fa molto caldo) ed un bosco in una assolata giornata estiva

(dove il fresco è meraviglioso). Da ciò dipende anche la produzione locale di vapore acqueo e le piogge.

Occorrono almeno 100 o 200 anni perché da un suolo minerale si formi un primo sottile strato di materiale organico stabilizzato da vegetali pionieri e quasi un millennio serve per sviluppare un suolo maturo. Chi distrugge suolo fertile e lo copre di cemento compie un danno irreversibile per molti millenni, privando le generazioni future della base del sostentamento.

Attualmente gli usi del suolo, nel mondo, sono i seguenti:

- ✓ terra arabile: 10%
- ✓ raccolti permanenti: 1%
- ✓ pascoli permanenti: 26%
- ✓ foreste e terreno boschivo: 32%
- ✓ altro: 31%

C'è un altro importante fattore di cui è necessario parlare, perché è quello che ha garantito, per milioni di anni la vita sulla Terra: **L'EFFETTO SERRA**, il cui nome viene per similitudine a quanto avviene nelle serre per la coltivazione.

Ma come funziona ?

Il Sole fornisce l'energia necessaria per produrre il clima. La temperatura del sole è di circa 5.800 gradi.

Hai mai provato a metterti vicino ad un camino ? Il calore irradiato quasi non ti fa stare vicino. Prova ora ad immaginare quanto calore irradia il sole nello spazio, anche se la Terra è molto lontana dal sole, circa 150 milioni di chilometri.

Quindi possiamo dire che tutta l'energia che alimenta il pianeta terrestre viene dritta dritta dal Sole; circa il 30% dell'energia solare che raggiunge l'atmosfera si perde, mentre il nostro Pianeta ne assorbe una parte (il 70%) e la riemette sotto forma di raggi infrarossi.

Gran parte di questo calore, costituito dai raggi infrarossi, è trattenuto dalle nubi e dai gas serra presenti nella nostra atmosfera, ovvero dal vapore acqueo, dall'anidride carbonica (CO₂), da metano, diossido di azoto (NO₂), ed ozono.

Di per sé l'effetto serra è un gran bel vantaggio: avvolge il pianeta come una calda coperta e ci salva dal congelamento globale. Insomma gli abitanti del Pianeta Terra dispongono di un motore termico efficientissimo.

Il problema sorge nel momento in cui molte attività umane (per i trasporti, per il riscaldamento o per far funzionare le fabbriche) hanno iniziato ad utilizzare una eccessiva quantità di combustibili fossili - che aumentano la

concentrazione di *gas serra* presenti in atmosfera ed a produrre metano, che deriva dagli allevamenti e dalle colture a sommersione, come il riso.

Cosa succede se questi gas serra sono troppi nell'atmosfera ?

Semplice: la calda coperta che avvolge il pianeta diventa più spessa il calore che arriva sul globo terrestre viene trattenuto in misura eccessiva.

Qualcuno potrebbe dire: e che male c'è avere un po' di caldo ? Fortunatamente la macchina climatica della Terra è perfetta e questa sua perfezione non può essere facilmente mutata senza avere, per questo, gravi problemi.

La concentrazione di gas serra nell'atmosfera (in particolare anidride carbonica e metano - che si misurano in parti per milione ppm) che provoca un riscaldamento eccessivo della Terra produce infatti:

- lo scioglimento dei ghiacciai;
- l'innalzamento del livello dei mari, a seguito della fusione del ghiaccio, con conseguenze drammatiche per le città costiere e le isole, che rischiano di essere sommerse dall'acqua;
- l'aumento dell'evaporazione dell'acqua con conseguente incremento della formazione di nuvole, piogge, temporali ed uragani;
- migrazione ed estinzione di animali, che non avranno più l'habitat naturale giusto, all'interno del quale riprodursi;
- forti movimenti migratori di quei popoli che risiedono in aree dove i cambiamenti climatici renderanno difficile la sopravvivenza.

Inoltre esistono dei valori soglia della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera (si parla di 500 ppm, mentre oggi stiamo a circa 380 ppm) che, se venissero superati, provocherebbero fenomeni irreversibili di collasso del pianeta.

Ma l'effetto serra non è l'unico effetto globale negativo del comportamento umano; ce ne sono almeno altri due di cui dobbiamo parlare: il primo è conosciuto come **BUCO NELL'OZONO**.

A circa 20-25 chilometri sopra la superficie terrestre troviamo un gas - si chiama Ozono - che ha un compito importante per la Terra: è uno schermo, come gli occhiali da sole, che impedisce alle radiazioni ultraviolette di arrivare in quantità eccessiva sulla Terra.

Queste radiazioni sono potenzialmente pericolose perché possono produrre cambiamenti cancerogeni delle cellule degli organismi viventi presenti sulla Terra.

Ebbene esistono alcuni prodotti spray che contengono dei gas - conosciuti come CFC (clorofluorocarburi) - che, una volta emessi nell'aria, riducono lo strato di ozono presente nell'atmosfera fino a creare un vero e proprio "buco".

Sembra impossibile ma, al di sopra dell'Antartide, c'è proprio un buco nella fascia di ozono, provocato dall'emissione dei CFC.

C'è un altro problema globale che va segnalato: la **DEFORESTAZIONE**.

Le foreste coprono oggi il 25% della superficie terrestre e sono ospitate, per più della metà, da Brasile, Indonesia, Cina, Congo, Canada, Stati Uniti e Russia.

Si tratta di un vero e proprio scrigno che contiene molti tesori della biodiversità: alberi, piante, animali (uccelli e pesci in particolare), risorse minerarie, ovvero il 70% del patrimonio genetico planetario.

Le foreste permettono inoltre la regolazione del clima della terra per due incredibili motivi.

Innanzitutto le foreste contribuiscono a "raffrescare" il pianeta perché assorbono più calore di quanto non faccia il suolo nudo (che invece ha un alto potere riflettente - si chiama "effetto albedo") e perché, al di sopra della vegetazione, così fitta e densa, si formano delle correnti che conducono l'umidità nell'atmosfera, dove questa si trasforma in pioggia.

In secondo luogo le foreste assorbono ed immagazzinano il carbonio, ovvero "catturano" l'anidride carbonica presente nell'aria e la fissano nella cellulosa.

Ma perché vengono distrutte le foreste? I motivi sono semplici ed apparentemente banali.

Innanzitutto per ricavarne legname, da cui si realizzano mobili, carta e cartone; poi per ricavarne terreni agricoli ad aree per allevamento degli animali.

Ma non si tratta di risorse utilizzate dalla comunità indigene; al contrario le popolazioni che vivono nelle foreste vengono cacciate via dai loro luoghi proprio a causa della deforestazione.

La Terra quindi

- ✓ ci dà l'aria, per poter sopravvivere;
- ✓ ci fornisce l'acqua, elemento vitale per qualsiasi comunità che vuole migliorare la qualità della sua vita;
- ✓ ci fornisce una enorme varietà di flora e fauna - la biodiversità - che rappresenta un motore di benessere e di salute per la specie umana;
- ✓ ci garantisce un suolo fertile, che è alla base della possibilità di avere biodiversità;
- ✓ ci fornisce i minerali, che, lavorati, possono essere trasformati in prodotti;
- ✓ ci fornisce una macchina climatica perfetta, che tutela la nostra specie dai pericoli di congelamento

..... ma le sue risorse non sono illimitate.

L'arancia blu è piccola, fragile e non rinnovabile.

3. LE CAUSE DEL MALESSERE DELLA TERRA

Queste risorse limitate vanno suddivise, come la crostata di frutta, tra tutti gli abitanti del Pianeta Terra.

Ma **gli abitanti della Terra** sono sempre di più ed oggi sono arrivati a 6,5 miliardi. Eppure qualche decina di anni fa erano molti meno. Erano 1,5 miliardi nel 1900; nei cinquanta anni successivi la popolazione era aumentata solo di 1 miliardo arrivando a complessivi 2,5 miliardi; nei successivi 25 anni – ovvero nel 1975 – la popolazione era arrivata a 4 miliardi aumentando di 1,5 miliardi. Nel 2000 era cresciuta fino a 5,8 miliardi. Insomma un andamento esplosivo.

E' evidente che tanto più è rapida la crescita delle popolazione tanto maggiore sarà il numero degli invitati seduti attorno al tavolo per mangiare la crostata Terra.

Il tema centrale per il nostro presente e futuro è come riuscire a fare in modo che gli oltre 6 miliardi di esseri umani possano vivere tutti in maniera dignitosa ed equa senza distruggere irrimediabilmente i sistemi naturali e senza oltrepassare la capacità di questi sistemi di assorbire gli scarti e i rifiuti delle nostre attività.

Ma c'è un altro motivo ben più grave: ed è il **nostro stile di vita**.

Viviamo tenendo conto che le risorse della Terra sono limitate oppure no ?

Se consumiamo tanti beni, se vogliamo comprare tanti oggetti, allora "chiediamo" al Pianeta una grande quantità di risorse naturali per vivere. La nostra impronta sulla Terra cresce.

L'**impronta ecologica** misura quanto pesiamo ogni giorno su terra, acqua, foreste con il nostro stile di vita. Una quantità di natura che se ne va quotidianamente non soltanto per mantenere i consumi, ma anche per smaltire tutto quello che chiamiamo rifiuti.

E' necessario un profondo cambiamento nelle relazioni tra la nostra specie ed i sistemi naturali che supportano la vita umana, ricercando uno stile di vita più sostenibile dell'attuale, basato su modi di produzione e consumo che utilizzano meno risorse naturali.

Di fatto, i paesi del Nord del mondo consumano oggi una quantità eccessiva di energia e risorse e il nostro tipo di sviluppo, se venisse adottato da tutte le popolazioni del mondo, risulterebbe sicuramente insostenibile.

Nei prossimi decenni dovremo essere capaci costruire una società in cui si sia capaci di vivere meglio consumando meno, evitando lo spreco delle cose e l'uso eccessivo di energia e materie prime.

4. L'IMPRONTA ECOLOGICA: UNA MISURA PER SALVAGUARDARE IL NOSTRO FUTURO

Avere una impronta ecologica grande significa consumare tante risorse naturali per vivere.

Avere una impronta ecologica leggera significa essere consapevoli che le risorse non sono inesauribili.

Quindi **l'impronta ecologica** è un indicatore che mette in relazione gli stili di vita di una popolazione con la quantità di natura necessaria per sostenerli e si esprime in **ettari procapite di superficie naturale produttiva utilizzata per soddisfare i nostri consumi e per assorbire i nostri rifiuti**.

L'impronta ecologica è dunque un indicatore della sostenibilità dei consumi di una certa popolazione; l'impronta ecologica non è solo uno strumento concettuale che aiuta a valutare i diversi "carichi" - impronte - sull'ambiente delle varie attività umane, bensì, è un indicatore molto intuitivo dell'impatto umano sulle risorse della Terra.

Maggiore è l'impronta ecologica di una popolazione, maggiore è la pressione che quella popolazione esercita sulla limitata **capacità di carico dell'ecosistema**. Obiettivo ultimo deve essere dunque quello di ridurre l'impronta ecologica degli individui sulla terra.

5. INIZIAMO A CAPIRE L'IMPRONTA ECOLOGICA

Per determinare l'impatto di una popolazione sulla biosfera si può fare uso della formula classica che lo descrive come il prodotto di tre fattori:

| |
|---|
| $I = P \times A \times T$ <p>Impatto ambientale = Popolazione x Uso delle risorse x Tecnologia</p> |
|---|

I Impatto di una qualsiasi popolazione sull'ambiente

P Numero di individui

A Consumo medio di risorse per persona

T Tecnologia intesa come qualità tecnica delle merci prodotte, indica la dannosità ambientale delle tecnologie che forniscono i beni

La formula che descrive l'impatto di una popolazione sull'ambiente può essere modificata, come segue, al fine di rappresentare più direttamente l'interazione tra la presenza umana e l'ambiente:

$$\text{Impatto ambientale} = \text{Popolazione} \times \text{Consumo pro-capite} \times \text{Impatto per unità di consumo}$$

Quindi i fattori che incidono profondamente sulla capacità del pianeta Terra di fornirci le risorse per vivere rispondono a queste domande:

- quanti siamo sulla Terra;
- quanto consumiamo e come viviamo;
- quanti impatti ambientali (risorse, rifiuti, inquinamenti) producono i beni che consumiamo.

Con questa formula gli studiosi sono riusciti ad esprimere il consumo pro-capite di risorse primarie in termini di superficie di terra ecologicamente produttiva.

Lo strumento analitico conosciuto come "Impronta ecologica" è stato messo a punto, all'inizio degli anni '90, da due studiosi: William Rees e Mathis Wackernagel.

L'impronta ecologica misura, quindi, l'area totale necessaria a sostenere una persona od una popolazione ad un livello medio di consumo pro-capite e fornisce una valutazione dell'uso che viene fatto del capitale naturale, mettendo a confronto il consumo di risorse e la produzione di rifiuti alla capacità rigenerativa della Terra.

In altre parole, l'impronta ecologica misura la quantità di risorse naturali che un individuo, una comunità o una nazione consumano in un determinato anno.

Ai fini del calcolo dell'impronta ecologica, si utilizzano statistiche ufficiali sui consumi che vengono tradotti nelle superfici di terra e acqua biologicamente produttive necessarie per fornire le risorse consumate e assorbire i rifiuti generati, utilizzando le tecnologie predominanti. A causa dei meccanismi di mercato le persone utilizzano risorse provenienti da diverse parti del mondo determinando impatti in altri luoghi; l'impronta è la somma di tutte queste aree ovunque esse siano.

6. METODOLOGIA GENERALE DI CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Come detto, l'impronta ecologica indica quanto ampia dovrebbe essere una superficie di territorio per mantenere una determinata popolazione, partendo

dall'idea che ad ogni unità materiale o di energia consumata corrisponde una certa estensione di territorio, appartenente a uno o più ecosistemi, che garantisce il relativo apporto di risorse per il consumo e l'assorbimento dei rifiuti.

La metodologia di base per il calcolo prevede generalmente le seguenti fasi:

- Stima per ogni bene e servizio del consumo medio pro-capite della popolazione residente nella regione in esame.
- Calcolo della superficie necessaria per la produzione dello specifico bene

Stima per ogni bene e servizio del consumo medio pro-capite della popolazione residente nella regione in esame.

Viene calcolato il consumo individuale medio delle principali categorie di consumo: solitamente per i beni il consumo deve essere espresso in chilogrammi/anno mentre per i servizi può essere utilizzato il dato in euro/anno.

Le categorie di consumo considerate sono:

- Generi alimentari
- Consumi delle abitazioni
- Uso dei trasporti
- Altri beni
- Servizi

Calcolo della superficie necessaria per la produzione dello specifico bene

L'estensione della superficie (espressa in ettari) viene calcolata effettuando una divisione tra il consumo medio annuale del bene specifico e il rendimento medio annuale del terreno espresso in kg/ha x anno.

Diverse sono le attività, legate al consumo di beni, che possono generare impatti sull'ambiente ed essere convertite in superfici di terreno ecologicamente produttivo; il calcolo dell'impronta ecologica considera i seguenti tipi di attività:

- Produzione dei beni e delle merci consumate;
- Produzione dell'energia utilizzata;
- Occupazione di territorio per abitazioni ecc.;
- Smaltimento degli scarti e delle emissioni prodotte dai vari consumi.

I territori da includere nel calcolo possono, quindi, anche essere terreni produttivi non direttamente legati al consumo di beni, bensì a quei servizi naturali indispensabili per assorbire le emissioni prodotte.

La formulazione di impronta ecologica suddivide il territorio in diverse categorie:

Superficie agricola: superficie utilizzata per le coltivazioni primarie (seminativi, ortaggi, tuberi, legumi, frutta, foraggio ecc.), dal punto di vista biologico è la più produttiva;

Superficie a pascolo: area utilizzata per l'allevamento del bestiame (produzione di lana, pelle, carne, latte) è meno produttiva della prima;

Superficie a foresta: foreste naturali o coltivate necessarie per produrre legname e carta;

Superficie marina produttiva: superficie marina utilizzata per la pesca destinata alla commercializzazione;

Superficie degradata: territorio degradato, può essere sia edificato che non edificato e in generale ospita abitazioni, infrastrutture per trasporti, industrie ecc., è stato dimostrato come gli insediamenti umani abbiano preso il posto delle aree agricole;

Superficie per la produzione di energia: area destinata a sequestrare l'anidride carbonica derivante dai consumi energetici;

Superficie riservata alla conservazione della biodiversità: superficie necessaria ad assicurare la conservazione di circa 15 milioni di specie.

A questo punto le aree dei sei diversi tipi di territorio vengono moltiplicate per i pesi proporzionali alla loro produttività media mondiale, ottenendo l'impronta ecologica pro-capite espressa in ettari globali pro-capite. L'impronta ecologica si misura in "ettari globali" (gha). Ogni unità corrisponde ad un ettaro di spazio biologicamente produttivo avente la produttività media mondiale.

7. UNITA' DI MISURA DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Il concetto di impronta ecologica si basa sull'idea che ad ogni unità di materiale o di energia consumata, corrisponde una certa estensione di territorio che garantisce il relativo apporto di risorse per il consumo e l'assorbimento dei rifiuti.

Per determinare quanto territorio è impiegato per sostenere un determinato modello di consumo devono, quindi, essere valutate **le superfici necessarie a soddisfare ogni categoria di consumo significativa**.

Prendendo in considerazione l'intero ciclo di vita di ogni bene e servizio consumato, l'impronta ecologica esamina tutte le risorse che vengono utilizzate per la produzione, per l'uso e per lo smaltimento. L'energia e le risorse incorporate per unità di bene si riferiscono, quindi, alla quantità totale di energia e/o materia utilizzate durante il ciclo di vita del prodotto.

Le principali categorie di consumo che vengono considerate sono: alimenti, abitazioni, trasporti, altri beni, risorse incorporate nei servizi .

Queste categorie vengono disaggregate in funzione della disponibilità di dati e del livello di dettaglio che si vuole raggiungere.

Lo sforzo principale dell'analisi è costituito dal calcolo dei consumi pro-capite di un dato territorio.

La valutazione dell'impronta ecologica è fortemente influenzata dalla raccolta dei dati, che deve essere accurata.

8. RACCOLTA DATI PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Per arrivare a calcolare l'impronta ecologica il primo e più importante lavoro sarà quello di far calcolare accuratamente ai bambini i dati di consumo mensile delle proprie famiglie e della scuola, relativamente ai seguenti argomenti, così come poi riportato analiticamente sulle schede:

- Gli abitanti della casa/scuola
- I consumi alimentari
- I cibi per animali (non per le scuole)
- Altri consumi
- Altri servizi
- Dati sull'abitazione/scuola
- I consumi collettivi dell'abitazione/della scuola
- I trasporti
- I rifiuti

L'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA MIA FAMIGLIA

| GLI ABITANTI DELLA MIA CASA | Numero |
|-----------------------------|--------|
| Quanti siamo in casa | |
| Quanti animali abbiamo | |

| CONSUMI ALIMENTARI | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Pane e cereali | | | | |
| Pane, grissini e cracker | | | | |
| Biscotti | | | | |
| Pasta e riso | | | | |
| Pasticceria e dolciumi | | | | |
| Altro e cereali | | | | |
| Carne | | | | |
| Carne bovina | | | | |
| Carne suina | | | | |
| Pollame, conigli, selvaggina | | | | |
| Salumi | | | | |
| Altro | | | | |
| Pesce | | | | |
| Caseari e uova | | | | |
| Latte, panna | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| Yogurt | | | | |
| Formaggi, burro | | | | |
| Gelato | | | | |
| Uova | | | | |
| Altro | | | | |
| Olio e grassi vegetali | | | | |
| Olio di oliva | | | | |
| Altro | | | | |
| Patate, frutta e ortaggi | | | | |
| Patate, ortaggi | | | | |
| Frutta | | | | |
| Zucchero, caffè e drogheria | | | | |
| Zucchero | | | | |
| Caffè, tè, cacao | | | | |
| Altro | | | | |
| Bevande | | | | |
| Vino | | | | |
| Birra | | | | |
| Acqua minerale | | | | |
| Altro | | | | |

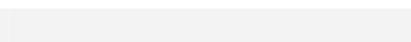
| CIBI PER ANIMALI | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Mangime | | | | |
| A base di pesce | | | | |
| A base di cereali | | | | |
| A base di oli e grassi vegetali | | | | |
| Cibo per animali domestici | | | | |

| ALTRI CONSUMI | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| I vestiti e le calzature | | | | |
| Tessuti in cotone | | | | |
| Tessuti in lana | | | | |
| Tessuti sintetici | | | | |
| Calzature ed oggetti in pelle | | | | |
| I mobili | | | | |
| Mobili in legno | | | | |
| Mobili in plastica e metallo | | | | |
| I prodotti elettronici | | | | |
| Elettrodomestici | | | | |
| Computer ed elettronica | | | | |
| Libri e prodotti di carta | | | | |



| | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| Libri | | | | |
| Quaderni | | | | |
| Carta igienica | | | | |
| Carta da cucina | | | | |
| Altri prodotti di carta | | | | |
| Prodotti di metallo | | | | |
| Pezzi di ricambio | | | | |
| Oggetti e attrezzi di metallo | | | | |
| Pentole, posate e stoviglie | | | | |
| Altri prodotti di metallo | | | | |
| Prodotti di ceramica e vetro | | | | |
| Piatti | | | | |
| Bicchieri | | | | |
| Oggetti di arredamento | | | | |
| Altri prodotti di ceramica, vetro | | | | |
| Prodotti di plastica | | | | |
| Piatti e bicchieri di plastica | | | | |
| Altri prodotti in plastica | | | | |
| Igiene e pulizia | | | | |
| Detersivi per casa | | | | |
| Prodotti per l'igiene | | | | |
| Medicinali | | | | |
| Medicinali | | | | |
| Prodotti di tabacco | | | | |
| Tabacco | | | | |

| ALTRI SERVIZI | Mese 1 N. o Euro | Mese 2 N. o Euro | Mese 3 N. o Euro | Media N. o Euro |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Altri servizi acquistati | | | | |
| Numero pasti consumati fuori casa | | | | |
| Numero di giornate in albergo | | | | |
| Numero cartoline, lettere, pacchi e raccomandate inviati | | | | |
| Numero di capi portati in lavanderia e tintoria | | | | |
| Spese per telefono | | | | |
| Spese per divertimenti | | | | |



| LA MIA ABITAZIONE | Metri quadri o numero |
|-------------------------|-----------------------|
| Dimensione | |
| Quanto è grande la casa | |
| Quante stanze ci sono | |

| I CONSUMI DELLA MIA ABITAZIONE | Mese 1 | Mese 2 | Mese 3 | Media |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| Acqua | | | | |
| Acqua consumata (metri cubi) | | | | |
| Energia | | | | |
| Gas metano (metri cubi) | | | | |
| Energia elettrica (kWh) | | | | |
| Legna (kg) | | | | |
| Carbone (kg) | | | | |
| Pannello solare fotovoltaico | | | | |

| COME SI MUOVE LA MIA FAMIGLIA | Mese 1 Km o N. | Mese 2 Km o N. | Mese 3 Km o N. | Media Km o N. |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Km di viaggio | | | | |
| A piedi | | | | |
| In bicicletta | | | | |
| Con l'automobile | | | | |
| Con la motocicletta o con il motorino | | | | |
| Con il bus | | | | |
| Con il treno | | | | |
| Viaggi in aereo | | | | |
| In Italia | | | | |
| All'estero | | | | |

| IL NOSTRO CESTINO DEI RIFIUTI | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Il totale dei rifiuti nel sacchetto | | | | |
| Totale dei rifiuti | | | | |
| Rifiuti raccolti in modo | | | | |

| | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|
| differenziato | | | | |
| Materiale organico | | | | |
| Carta e cartone | | | | |
| Plastica | | | | |
| Abbigliamento e tessuto | | | | |
| Vetro | | | | |
| Metalli | | | | |
| Legno | | | | |
| Altro | | | | |
| Ingombranti | | | | |

L'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA MIA SCUOLA

| GLI "ABITANTI" DELLA MIA SCUOLA | Numero |
|--|---------------|
| Quanti alunni ci sono | |
| Quanti insegnanti ci sono | |
| Quanti bidelli ci sono | |

| CONSUMI ALIMENTARI (A MENSA) | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Pane e cereali | | | | |
| Pane, grissini e cracker | | | | |
| Biscotti | | | | |
| Pasta e riso | | | | |
| Pasticceria e dolciumi | | | | |
| Altro e cereali | | | | |
| Carne | | | | |
| Carne bovina | | | | |
| Carne suina | | | | |
| Pollame, conigli, selvaggina | | | | |
| Salumi | | | | |
| Altro | | | | |
| Pesce | | | | |
| Casari e uova | | | | |
| Latte, panna | | | | |
| Yogurt | | | | |
| Formaggi, burro | | | | |
| Gelato | | | | |
| Uova | | | | |
| Altro | | | | |
| Olio e grassi vegetali | | | | |
| Olio di oliva | | | | |
| Altro | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| Patate, frutta e ortaggi | | | | |
| Patate, ortaggi | | | | |
| Frutta | | | | |
| Zucchero, caffè e drogheria | | | | |
| Zucchero | | | | |
| Caffè, tè, cacao | | | | |
| Altro | | | | |
| Bevande | | | | |
| Vino | | | | |
| Birra | | | | |
| Acqua minerale | | | | |
| Altro | | | | |

| ALTRI CONSUMI | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Tessuti | | | | |
| Tessuti in cotone | | | | |
| Tessuti in lana | | | | |
| Tessuti sintetici | | | | |
| Mobili e attrezzature | | | | |
| Mobili in legno | | | | |
| Mobili in plastica e metallo | | | | |
| Lavagne | | | | |
| Attrezzature sportive in legno | | | | |
| Attrezzature sportive in plastica e metallo | | | | |
| Attrezzature per il giardino in legno | | | | |
| Attrezzature per il giardino in plastica e metallo | | | | |
| Prodotti elettronici | | | | |
| Elettrodomestici | | | | |
| Computer ed elettronica | | | | |
| Libri e cancelleria | | | | |
| Libri | | | | |
| Quaderni | | | | |
| Carta per stampa | | | | |
| Penne e pennarelli | | | | |
| Matite | | | | |
| Gessi | | | | |
| Altri prodotti di carta | | | | |
| Carta igienica | | | | |
| Carta da cucina | | | | |

| | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| Altro | | | | |
| Prodotti di metallo | | | | |
| Pezzi di ricambio | | | | |
| Oggetti e attrezzi di metallo | | | | |
| Pentole, posate e stoviglie | | | | |
| Altri prodotti di metallo | | | | |
| Prodotti di ceramica e vetro | | | | |
| Piatti | | | | |
| Bicchieri | | | | |
| Oggetti di arredamento | | | | |
| Altri prodotti di ceramica e vetro | | | | |
| Prodotti di plastica | | | | |
| Piatti e bicchieri di plastica | | | | |
| Altri prodotti in plastica | | | | |
| Igiene e pulizia | | | | |
| Detersivi multiuso | | | | |
| Prodotti per l'igiene | | | | |
| Medicinali | | | | |
| Medicinali | | | | |

| ALTRI SERVIZI | Mese 1 N. o Euro | Mese 2 N. o Euro | Mese 3 N. o Euro | Media N. o Euro |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Altri servizi acquistati | | | | |
| Numero pasti consumati fuori scuola | | | | |
| Numero cartoline, lettere, pacchi e raccomandate inviati | | | | |
| Spese per telefono | | | | |
| Spese per attività extra-scolastiche (gite, recite, ecc.) | | | | |

| LA MIA SCUOLA | Metri quadri o numero |
|-----------------------------|------------------------------|
| Dimensione | |
| Quanto è grande la scuola | |
| Quante aule ci sono | |
| Quanti bagni ci sono | |
| Quanto è grande il giardino | |
| Quanto è grande la palestra | |
| Quanto è grande la mensa | |

| I CONSUMI DELLA MIA SCUOLA | Mese 1 | Mese 2 | Mese 3 | Media |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Acqua | | | | |
| Acqua consumata (metri cubi) | | | | |
| Energia | | | | |
| Gas metano (metri cubi) | | | | |
| Energia elettrica (kWh) | | | | |
| Legna (kg) | | | | |
| Carbone (kg) | | | | |
| Pannello solare fotovoltaico | | | | |

| COME SI MUOVONO ALUNNI E INSEGNANTI | Mese 1 Km o N. | Mese 2 Km o N. | Mese 3 Km o N. | Media Km o N. |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Km di viaggio | | | | |
| A piedi | | | | |
| In bicicletta | | | | |
| Con l'automobile | | | | |
| Con la motocicletta o con il motorino | | | | |
| Con il bus | | | | |
| Con il treno | | | | |
| Viaggi in aereo | | | | |
| In Italia | | | | |
| All'estero | | | | |

| IL CESTINO DEI RIFIUTI DELLA SCUOLA | Mese 1 Kg | Mese 2 kg | Mese 3 kg | Media kg |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Il totale dei rifiuti nel sacchetto | | | | |
| Totale dei rifiuti | | | | |
| Rifiuti raccolti in modo differenziato | | | | |
| Materiale organico | | | | |
| Carta e cartone | | | | |
| Plastica | | | | |

| | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|
| Abbigliamento e tessuto | | | | |
| Vetro | | | | |
| Metalli | | | | |
| Legno | | | | |
| Altro | | | | |
| Ingombranti | | | | |

Perché è così importante sapere, per calcolare l'impronta ecologica, cosa consuma, ed in quali quantità, una famiglia o una scuola ?

E' molto semplice: ad ogni categoria di consumo corrisponde un certo consumo di territorio necessario per produrre quella tipologia di beni.

9. IL CALCOLO TECNICO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Avendo a disposizione i dati riguardanti i consumi pro-capite delle famiglie di Roma è possibile procedere con il calcolo relativo al contributo fornito all'impronta ecologica da ognuna delle categorie di consumo.

Per il calcolo dell'impronta ecologica si utilizza una procedura automatica di calcolo che funziona in modo assai semplice: si moltiplicano i dati di consumo di beni e servizi pro capite per un fattore di conversione ottenendo il "terreno utilizzato, direttamente od indirettamente, per produrre quel bene e servizio".

I **fattori di conversione**, decisi su scala internazionale, permettono di passare dal bene o servizio consumato al corrispettivo terreno in ettari utilizzato per produrre, direttamente o indirettamente, quel bene o servizio.

Alcuni di questi fattori sono espressi in ettari/euro, altri fanno invece riferimento alle quantità (ettari/chili o ettari/litri). La scelta di quale fattore di conversione utilizzare è guidata dalla volontà di ridurre il più possibile le approssimazioni minimizzando per quanto possibile i diversi passaggi di conversione.

Ai dati relativi al consumo di beni e servizi vengono applicati dei coefficienti moltiplicativi - ovvero dei fattori di equivalenza e dei fattori di rendimento - che permettono di trasformare i dati in ettari globali.

Il fattore di scarto del cibo viene introdotto per tener conto degli scarti di prodotto che intercorrono nel processo di trasformazione ovvero dal momento che il prodotto esce dall'impresa agricola a quando viene venduto.

Il fattore di equivalenza relativo alle aree marine è ottenuto confrontando l'area di terra arabile necessaria per la produzione di una unità di carne di pollo con l'area marina necessaria per ottenere lo stesso quantitativo di calorie da prodotti ittici.

| | Fattori di equivalenza [gm²/m²] | Fattori di rendimento [-] |
|------------------------|--|--|
| Territorio per energia | 1,38 | |
| Territorio agricolo | 2,19 | |
| Pascoli | 0,48 | 1,27 |
| Foreste | 1,38 | |
| Territorio degradato | 2,19 | 1,41 |
| Aree marine | 0,36 | |

Fattori di equivalenza e fattori di rendimento utilizzati nell'analisi.

Vediamo di spiegare ora, per ogni categoria di bene / servizio consumato, i fattori che ne determinano l'impronta ecologica e l'uso di terreno.

Impronta ecologica dell'energia

Tutti i beni e servizi consumati necessitano, per essere prodotti e trasportati, di una data quantità di energia.

Nel calcolare l'impronta ecologica di un bene (ad esempio il pane) si terrà quindi conto anche dell'energia necessaria a produrlo (per il forno) ed a trasportarlo (il combustibile dei mezzi di trasporto).

Per trasformare i consumi elettrici in impronta ecologica è necessario risalire alle fonti utilizzate per la produzione di tale energia:

- Energia elettrica da combustibili fossili
- Energia elettrica da nucleare
- Energia elettrica da idroelettrico
- Energia elettrica da solare fotovoltaico
- Energia elettrica da eolico
- Energia elettrica da geotermico
- Energia elettrica da biomassa

Perché fonti energetiche diverse determinano impronte ecologiche molto differenti tra loro.

L'impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da una certa fonte energetica si calcola stimando il terreno necessario per assorbire l'anidride carbonica emessa da quella fonte energetica.

A questa va aggiunto il "territorio degradato", ovvero il terreno occupato dagli impianti di produzione energetici e dalle infrastrutture di trasporto

Impronta ecologica dei trasporti

Se parliamo di trasporti, il territorio serve:

- per l'energia necessaria per la costruzione delle infrastrutture;
- per l'energia necessaria per il trasporto delle persone
- come "territorio degradato" per le infrastrutture - ferrovie, aeroporti, strade, parcheggi per gli edifici.

Impronta ecologica degli alimenti

Nel calcolo dell'impronta ecologica degli alimenti, la procedura automatica di calcolo permette di calcolare il territorio necessario:

- a coltivare i vegetali, i cereali, i legumi, la frutta che viene consumata;
- a permettere l'allevamento ed il pascolo degli animali;
- a produrre il pesce (territorio marino);
- per l'energia necessaria a produrre gli alimenti (vegetali e animali);
- per l'energia necessaria a trasportare gli alimenti (vegetali e animali);
- per l'energia necessaria a produrre e trasportare gli alimenti (vegetali e animali);

Impronta ecologica degli altri beni e servizi

Nel calcolo dell'impronta ecologica degli altri beni e servizi, la procedura automatica di calcolo permette di calcolare il territorio necessario:

- per l'energia necessaria a produrre e trasportare i beni e per fornire i servizi;
- per coltivare i vegetali necessari a produrre le materie prime di origine vegetale (cotone, gomma ecc.);
- per allevare gli animali necessari a produrre le materie prime di origine animale (cuoio, lana ecc.);
- per mantenere un patrimonio forestale necessario alla produzione di materie prime per manufatti in legno e derivati (carta, mobili ecc.)
- ad essere occupato come "territorio degradato" da impianti di produzione, edifici pubblici e privati (scuole, parchi, negozi, uffici ecc.)

Impronta ecologica delle abitazioni

Nel calcolo dell'impronta ecologica delle abitazioni, la procedura automatica di calcolo permette di calcolare il territorio necessario:

- per mantenere un patrimonio forestale necessario alla produzione di legno utilizzato nelle abitazioni;
- per l'energia necessaria a costruire l'edificio;
- energia necessaria per illuminare e riscaldare le abitazioni;
- energia necessaria a captare e distribuire l'acqua che viene consumata,
- come "territorio degradato", conseguente all'estrazione di materiali da costruzione
- ad essere occupato come "territorio degradato" dalle superfici delle stesse abitazioni

Impronta ecologica dei rifiuti

Nel calcolo dell'impronta ecologica dei rifiuti, la procedura automatica di calcolo permette di calcolare il territorio necessario:

- per l'energia necessaria a trattare e trasportare i rifiuti;
- come territorio necessario ad assorbire i rifiuti;
- come "territorio degradato" per gli impianti e le installazioni necessari a smaltirli.

10. ALCUNE POSSIBILI AZIONI DI RIDUZIONE DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Come possiamo fare per ridurre la nostra impronta ecologica ?

Abbiamo la tentazione di rispondere: poco o nulla, i problemi sono troppo grandi. Eppure non è così, perché ciascuno di noi può fare qualcosa, riflettendo sui propri consumi e modificando il proprio stile di vita.

Infatti ogni nostro comportamento od atto di consumo ha una sua impronta ecologica, alta o bassa che sia: se vogliamo realmente aiutare il Pianeta Terra ad avere un futuro e stare in pace col mondo dobbiamo rendere più leggera la nostra impronta.

Quando acquistiamo degli alimenti dobbiamo preferire gli alimenti ai livelli più bassi della catena alimentare, che impiegano meno energia per essere prodotti; quindi la frutta, la verdura, i cereali, i legumi e poi i latticini, le uova e solo infine la carne.

Un regime alimentare basato sul forte consumo di carne, pesce ed altri prodotti di origine animale, quali i latticini e le uova, comporti un'impronta ecologica molto più consistente rispetto ad una dieta equilibrata, che comprenda carne e pesce, ma con quote più significative di frutta e verdura.

Dobbiamo inoltre riabituarci a mangiare la frutta e la verdura "di stagione", che richiedono poca acqua e meno sostanze chimiche; la natura si è infatti organizzata per darci, in ogni stagione, frutta e verdura buona e varia.

Al fine di diminuire l'impronta ecologica legata ai consumi alimentari ma anche a garantire la salute dei propri cittadini, si possono favorire il consumo di prodotti locali, incentivare l'autoproduzione, promuovere i marchi di qualità e di origine e le pratiche di coltivazione e allevamento biologico e ambientalmente sostenibile.

Un'altra componente rilevante dell'impronta ecologica è costituita dai consumi delle abitazioni, in particolare per quanto riguarda il territorio necessario ad assorbire le emissioni di anidride carbonica.

Si dovrebbe aumentare il ricorso a fonti rinnovabili, incentivando lo sviluppo di tecnologie con una migliore efficienza energetica, promuovendo o imponendo pratiche di edilizia sostenibile risparmiare energia elettrica e acqua.

Altro importante intervento è la riduzione della produzione di rifiuti: particolare attenzione dovrebbe essere rivolta agli imballaggi dei beni acquistati, magari introducendo criteri ambientali nelle procedure di acquisto, ed attuando campagne di sensibilizzazione volte a ridurre gli sprechi. È inoltre fondamentale effettuare la raccolta differenziata.

L'impronta legata ai trasporti è determinata principalmente dai mezzi di trasporto privato e in particolare delle automobili.

Si dovrebbe pertanto incentivare l'uso dei mezzi di trasporto pubblico attraverso un'attenta pianificazione del piano dei trasporti che dovrebbe mirare a migliorare il servizio di trasporto pubblico nonché ampliare gli spazi destinati a pedoni e biciclette.

APPROFONDIMENTO SU SVILUPPO SOSTENIBILE, ECONOMIA ED ECOLOGIA

1. La politica ambientale europea

I punti chiave della politica ambientale europea sono definiti dal *Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea*, che identifica quegli aspetti dell'ambiente che devono assolutamente essere affrontati per ottenere uno sviluppo sostenibile: cambiamento climatico, uso esagerato delle risorse naturali rinnovabili e non, perdita di biodiversità, accumulo di sostanze chimiche tossiche persistenti nell'ambiente.

Per affrontare questi aspetti ambientali l'Unione Europea ritiene necessario adottare un insieme di approcci, strategie, politiche, piani, programmi ed azioni che conducano al cambiamento degli stili di vita, dei modi di produzione e di consumo.

L'assunto di partenza però è che la politica ambientale, da sola, non è in grado di affrontare le sfide dello sviluppo sostenibile. I cambiamenti necessari per invertire le tendenze in atto in settori (come la pesca, l'agricoltura, l'energia e i trasporti) dove le pressioni sull'ambiente sono particolarmente forti possono essere attuati solo integrando la dimensione ambientale in tali settori e tenendo conto dei fattori economici e sociali applicabili a tali settori. Questo è proprio l'approccio che il Sesto Programma ha inteso adottare.

L'efficacia dell'Unione nel potenziare la componente ambientale della strategia di Lisbona dipende quindi dalla sua capacità di:

- promuovere un approccio decisionale integrato e incentivare l'*integrazione* della dimensione ambientale in tutte le altre politiche comunitarie e nazionali;
- elaborare un nuovo approccio di *attuazione* che garantisca da un lato l'adeguato rispetto delle norme ambientali comunitarie (in modo da apportare il massimo beneficio all'ambiente) e dall'altro l'ammodernamento del quadro normativo per l'ambiente.
- fondare la politica ambientale su informazioni e conoscenze solide in modo da accrescerne l'efficienza; divulgare ampiamente l'informazione sugli effetti per l'ambiente per promuovere i cambiamenti comportamentali necessari a uno sviluppo sostenibile."

Il Sesto Programma prevede inoltre alcune *strategie tematiche* (strumenti di vario tipo, che spaziano dalle proposte legislative, che devono essere adottate dal Parlamento europeo e dal Consiglio dei ministri, a iniziative di stampo divulgativo) per le aree in cui solo un complesso di misure coordinate potrà dare risultati. Le strategie tematiche definiscono l'approccio politico generale

ed il pacchetto di misure proposto per conseguire in modo economicamente efficiente gli obiettivi e i traguardi ambientali. Questi saranno a loro volta determinati sulla base di fondate analisi scientifico-economiche e di un processo di consultazione e di dialogo aperto con le diverse parti interessate.

Le sette strategie tematiche, alcune approvate ed altre in corso di approvazione, di cui si riportano i temi, sono:

- a) qualità dell'aria
- b) protezione del suolo
- c) uso sostenibile dei pesticidi
- d) protezione e la conservazione dell'ambiente marino
- e) prevenzione e riciclo dei rifiuti
- f) uso sostenibile delle risorse naturali
- g) ambiente urbano.

Inoltre ogni singolo paese membro dell'Unione Europea ha approvato una strategia nazionale di politica ambientale, che in Italia ha portato all'approvazione del documento "*Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile*", approvata dal CIPE nell'Agosto del 2002, che permette di definire meglio gli obiettivi, di quantificarli, fissando i tempi e le risorse.

Gli obiettivi e le azioni della Strategia dovranno trovare continuità nel sistema delle Regioni, delle Province autonome e degli Enti locali alla luce del principio di sussidiarietà, attraverso la predisposizione di strategie di sostenibilità, a tutti i livelli, per l'attuazione di tali obiettivi in relazione alle proprie specificità, adattando a queste contenuti e priorità in collaborazione e *partnership* con gli Enti locali e tutti i soggetti coinvolti.

2. Gli obiettivi generali della politica ambientale europea

La politica ambientale europea, sia attraverso il Sesto Programma di Azione sia attraverso i lavori preparatori, ha ben identificato il percorso per la sostenibilità. Lo chiarisce bene proprio il documento italiano di "*Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile*".

Questo chiarisce che "Un sistema economico in crescita è sostenibile solo se l'ammontare delle risorse utilizzate per la creazione di ricchezza resta, in quantità e qualità, entro opportuni limiti di sfruttamento e non sovraccarica le capacità di assorbimento fornite dall'ecosfera. Se ciò non accade l'economia continuerà ad utilizzare e compromettere la qualità di risorse naturali che presto o tardi saranno esaurite o non più utilizzabili".

E continua sostenendo che "la Terra è un sistema chiuso con risorse limitate che può solo contare sull'apporto dell'energia solare. Ogni risorsa naturale, cibo, acqua, legname, minerali, petrolio, gas trova i suoi limiti nella

disponibilità e nella capacità di assorbimento dell'ecosistema. La dimensione ecologica della sostenibilità implica che si lasci intatta la stabilità dei processi interni dell'ecosfera, una struttura dinamica e autorganizzativa, per un periodo indefinitamente lungo, senza bilanci entropici crescenti”.

Tale percorso, che si richiama alle riflessioni dell'economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen ed a quelle successive di Herman Daly, è stato poi meglio articolato in obiettivi praticabili, raggiungibili, che possono permettere la costruzione di opportuni indicatori.

Gli *obiettivi di miglioramento ambientale*, possono essere identificati nei seguenti:

1. riduzione del consumo delle risorse naturali (acqua, minerali, foreste,..)
2. riduzione del consumo d'energia
3. sostituzione delle fonti energetiche non rinnovabili con fonti energetiche rinnovabili
4. protezione della biodiversità e degli ecosistemi naturali;
5. aumento del recupero, riciclo e del riuso delle risorse e degli scarti;
6. riduzione dell'uso di sostanze chimiche e delle sostanze nocive;
7. riduzione degli scarti (scarichi idrici, emissioni, rifiuti,..)
8. miglioramento della gestione ambientale “a valle”.

Ma qual'è il ragionamento generale che costituisce il fondamento della politica ambientale europea ?

3. La definizione di sviluppo sostenibile

“Lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni”: si tratta della definizione classica di sviluppo sostenibile (estratta dalla pagina 71 dell'edizione italiana del Rapporto della Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo presieduta da Gro Harlem Brundtland) che, in principio, può sembrare chiara e pertinente, ma lo è meno se viene approfondita.

L'idea centrale sembrerebbe quella di mantenere il patrimonio naturale, utilizzando le risorse in modo tale che queste conservino la propria capacità di svolgere le funzioni di supporto alla vita.

Ma se si trattasse di mantenere intatto tale patrimonio in tutti i suoi elementi si dovrebbe affermare, senza dubbio, che qualsiasi uso di risorse non rinnovabili, anche il più piccolo, dato che i tassi di rigenerazione di tali risorse presentano sempre tempi lunghi, sarebbe incompatibile con la stessa idea di sostenibilità.

La sostenibilità è essenzialmente una questione di grado e di prospettiva temporale, di “orientamento”: non esistono delle regole vincolanti che ci permettono, se seguite, di perseguirla. E' necessario che la società, nelle sue

diverse componenti, si interroghi continuamente sulle differenti dimensioni della sostenibilità, ricercando sempre la “via percorribile” tra fenomeni (quelli economico-sociali e d ambientali) qualitativamente distinti.

E’ per questo che il punto di partenza di qualsiasi definizione dovrà essere la *dimensione plurale* dello sviluppo sostenibile, il suo non ridursi agli aspetti ambientali (come generalmente si ritiene) ma estendersi anche alle dimensioni economiche, sociali e partecipative.

Progettare uno sviluppo durevole significa innanzitutto conservare e “far durare” le funzioni che ne permettono la continuità nel tempo, mantenendo un certo dinamismo.

4. La dimensione sociale dello sviluppo sostenibile

La definizione Brundtland ci dice che la conservazione del patrimonio naturale deve essere tale da permettere il “soddisfacimento dei bisogni” delle generazioni presenti e future. Ma perché, nonostante la mercantilizzazione delle società moderne, la definizione preferisce utilizzare, al posto dei concetti ben più usuali di merci e reddito, il concetto di bisogno?

D'altronde il sentimento comune ritiene che il reddito, nonostante le sue ambiguità, possa essere considerato una buona approssimazione del “grado di soddisfacimento dei bisogni”. Nella definizione tutto questo non appare, anzi fare riferimento ai bisogni, per gli estensori della definizione, è fondamentale quando si deve rispondere alla domanda “quale sviluppo vogliamo per vivere bene”.

D'altronde la Dichiarazione di Rio de Janeiro su Ambiente e Sviluppo è chiara sull'argomento: il primo dei Principi ci ricorda infatti che al centro dello SS vanno collocati gli esseri umani.

Ma cosa significa affermare che lo Sviluppo Sostenibile ha a cuore il ben-essere degli esseri umani ? e cosa sappiamo noi del “bene comune” o del contenuto di questo ben-essere ?

Si dovrebbe arrivare a definire il reale contenuto della “vita prospera” (Aristotele) che una “politica per lo sviluppo” dovrebbe aiutare a perseguire, domandarsi cosa si intende per “sviluppo” e se questo rappresenta realmente il mezzo più importante per raggiungere una “vita lunga, sana e creativa” (UNDP, 1990).

Per dare una risposta a questi fondamentali interrogativi possiamo partire da alcune importanti acquisizioni provenienti dai lavori di Amartya Sen e di Martha Nussbaum, che hanno inteso rimettere al centro dell'analisi

economica la questione del benessere ponendosi l'obiettivo della riformulazione dei criteri di giustizia sociale.

La proposta radicale di Sen parte dalla riconsiderazione del *well-being* (lo star bene) di una persona. Tradizionalmente gli economisti hanno definito il benessere di un individuo come il paniere di beni a sua disposizione (o il reddito che è un suo equivalente) oppure hanno corretto questo concetto utilizzando la categoria delle opportunità (intesi come punti di partenza). Tutte le politiche del welfare si basano su questi due concetti di benessere, anche se è stato il primo ad informare la costruzione dello stato sociale dei paesi occidentali. In effetti, secondo Sen, le *risorse o i beni primari* rappresentano solo uno strumento per acquisire *well-being*.

La ricerca di Sen ha messo in risalto come le persone, pur in possesso del medesimo paniere di beni o del medesimo insieme di opportunità, non sono in grado di attivare tali beni o tali opportunità allo stesso modo.

Secondo Sen è ad altro che occorre far riferimento per descrivere il benessere di una persona, e di questo dobbiamo tenere conto quando, attraverso il riferimento ai "bisogni" presente nella definizione Brundtland e il richiamo alla centralità degli esseri umani del primo dei Principi della Dichiarazione di Rio, ci poniamo la domanda "a cosa deve servire lo sviluppo sostenibile?"

Si deve introdurre il concetto di "funzionamenti" di una persona ovvero quel che una persona è in grado di essere o di fare (l'essere nutrito, sano, educato, il vivere nel rispetto della natura, l'aver rispetto di sé, et.) sulla base delle sue attribuzioni (l'accesso alle merci). I funzionamenti sono costitutivi dell'essere di una persona ed il benessere corrisponde alla qualità dell'essere di quella persona, ovvero ai "funzionamenti acquisiti".

Ma legata alla nozione di funzionamento c'è quello di "capacità di funzionare", ovvero l'insieme delle combinazioni di funzionamenti che una persona può potenzialmente decidere di acquisire ed in questo senso costituisce la libertà di avere benessere (libertà di *well-being*).

La nozione di capacità, secondo Sen, riflette la libertà di perseguire tali elementi costitutivi del *well-being*, anche se possono rappresentare anch'essi un elemento di *well-being* nella misura in cui anche decidere e scegliere fanno parte della vita.

L'insieme delle capacità, ovvero l'insieme di funzionamenti, può essere usato per la valutazione in modo più soddisfacente che l'insieme delle acquisizioni.

Una politica sociale non può e non deve essere valutata esclusivamente sulla base del "paniere di beni" che essa garantisce e ridistribuisce, né solo sui funzionamenti (ovvero sugli stati d'essere osservati), ma sulla più ampia base

informativa dell'insieme della capacità di una persona, a conferma della grande importanza che tale approccio riconosce alla "ragione pratica", intesa come la possibilità di formarsi una concezione di ciò che è bene mantenendo la propria libertà di coscienza.

A partire dal pionieristico lavoro di John Rawls sui "beni primari", Martha Nussbaum ha elaborato un insieme di capacità funzionali umane fondamentali (vita, salute fisica, integrità fisica, sensi, sentimenti, ragione pratica, appartenenza, relazioni con altre specie, gioco, controllo del proprio ambiente) che sono di importanza centrale per ogni vita umana, qualunque cosa una persona persegua.

Ma una persona non è guidata soltanto dal suo *well-being* ma anche dalla realizzazione di altri obiettivi e valori che ha motivo di perseguire (*agency*); allora il riferimento a quello che una persona è libera di fare ed acquisire al fine di soddisfare qualsiasi fine o valore che ritiene importanti, la libertà di *agency*, seppur concettualmente distinta, comprende come sottoinsieme anche la libertà di *well-being*.

Secondo Sen, la *libertà positiva* va definita come l'abilità di controllare tutti questi aspetti (libertà di *agency* e libertà di *well-being*) della propria vita. Questa distinzione è fondamentale, e quindi va mantenuta ben presente, anche se, nella valutazione delle politiche pubbliche e della disuguaglianza sociale, sono gli aspetti di *well-being* ad essere presi in considerazione. Rimane comunque intatto *l'accento posto sulla libertà come base della valutazione sociale* che va a sostituire l'approccio utilitaristico.

La giustizia sociale dovrà quindi spostare la sua attenzione dall'utilità alle libertà individuali ed allora i raffronti tra le libertà individuali potrebbero fornire la base informativa per la formazione delle scelte sociali.

Se per condurre un'esistenza degna viene considerato di rilievo anche l'elemento della possibilità di scelta tra alternative importanti, allora l'insieme delle capacità può risultare determinante anche nella determinazione del *well-being* di un individuo.

La libertà può quindi essere distinta sia dagli strumenti che essa presuppone che dalle acquisizioni che la presuppongono; focalizzare la propria attenzione sugli strumenti per la libertà anziché sull'estensione della libertà può portare a situazioni paradossali.

La libertà, sia positiva che negativa, è qualcosa di più che uno dei beni primari che influenzano il *well-being* o una delle determinanti causali delle capacità individuali; chi ha cuore l'uguaglianza della libertà di perseguire i propri fini non può credere che ciò sia legato esclusivamente alla possibilità di acquisire,

attraverso essa, maggiore well-being ma lo deve considerare essenzialmente come un bene in sé.

Il grado di libertà individuale può quindi essere considerato non solo in termini strumentali rispetto a ciò che si riesce ad ottenere ma anche come elemento costitutivo della bontà della società e degli assetti sociali.

Possiamo concludere affermando che il grande rilievo assegnato dalla definizione dello “sviluppo sostenibile” ai bisogni, e non al reddito o al paniere di beni che con questo possono essere acquistati, è la dimostrazione evidente dell'importanza che in tal modo si intende dare alle capacità e alla redistribuzione delle capacità, alla “scatola dei beni primari” nonché all'assetto delle libertà, prescindendo dalle modalità in cui ciò concretamente avviene. Il mercato diviene quindi solo uno dei tanti strumenti che possono essere utilizzati per rispondere a certi bisogni, ritenuti essenziali; il centro di tutto il ragionamento rimane saldamente quello del benessere della persona.

In questo senso la teoria dello sviluppo sostenibile riscopre quella tradizione aristotelica di attenzione verso il bene comune che sembrava soccombere in seguito ai ragionamenti, divenuti oramai di senso comune, sul fallimento dello stato e della ragione pubblica.

6. La dimensione economica dello sviluppo sostenibile

La dimensione economica della sostenibilità non ha nulla a che fare con la sostenibilità economica di un progetto, ovvero con la sua capacità di sostenere, attraverso la generazione di flussi di reddito futuri, sia le quote di ammortamento dell'investimento che le attività necessarie alla sua gestione corrente. E' bene chiarirlo per evitare che, attraverso procedimenti analogici, si estendano idee e concetti propri della scienza economica anche all'area dello sviluppo sostenibile.

Il problema nasce invece quando la definizione di SS fa riferimento (ponendo in relazione le “generazioni presenti” e le “generazioni future”) alla necessità di un nuovo contratto che regoli il rapporto il presente e il futuro; contratto che può essere visto sia nella sua dimensione sociale (come una nuova dimensione dell'equità verticale) sia nella sua dimensione ambientale (il compito delle generazioni presenti è quello di consegnare la Terra alle generazioni future così come la hanno, a loro volta, presa in prestito).

E' fondamentale che di tale contratto venga invece esaminata proprio la sua dimensione temporale per le valenze economiche che essa assume; ovvero, esiste un tasso di sconto ottimale che impone una pressione minore sull'ambiente ?

In linea di massima un tasso di sconto elevato è peggiore per l'ambiente perché incoraggia l'uso intensivo di risorse per singolo progetto, accelera il tasso di estrazione delle risorse non rinnovabili e accorcia i periodi di rotazione nello sfruttamento di quelle rinnovabili. La sostenibilità ci obbliga ad essere equi verso il futuro, ma la variabile del tasso di sconto, e questo è il problema, non sembra attivabile sul versante ambientale con molta facilità.

Rimane oggi uno strumento a disposizione della politica monetaria e della politica economica assegnato a ben altri obiettivi: l'unico settore dove il tasso di sconto si mantiene completamente a disposizione dell'autorità pubblica riguarda l'area degli investimenti pubblici. In questo caso si potrebbe decidere di utilizzare, ai fini della valutazione dei costi e dei benefici degli investimenti da realizzare, un tasso di sconto che tenga conto anche della sua influenza sul tasso di consumo delle risorse naturali.

Al contrario, in presenza di un fattore (la natura) considerato "limitante", la prevalenza di una logica economica richiederebbe, nel breve periodo, la massimizzazione della produttività del fattore limitante nel breve periodo (ovvero del capitale naturale) e l'investimento per aumentarne l'offerta, nel lungo periodo. Ma il problema nasce dalla constatazione che l'offerta di capitale naturale non può essere aumentata qualora questo capitale riguardi le risorse non rinnovabili: questo può essere solo impoverito ad un tasso più o meno lento.

La logica dello sviluppo sostenibile richiede comunque di attivare strumenti economici che regolino il consumo delle risorse naturali; se questo non può essere il tasso di sconto, destinato ad altri obiettivi, dovrà essere un altro lo strumento assegnato alla determinazione della scala ottimale delle attività di produzione, generalmente non considerate un "obiettivo" per la politica economica.

7. La dimensione ambientale dello sviluppo sostenibile

La terza dimensione dello sviluppo sostenibile, considerata quella caratteristica, fa infine riferimento (quando utilizza la dizione "senza compromettere") alla possibilità che l'attività umana, riducendo il capitale naturale (attraverso il prelievo delle risorse naturali e la produzione di scarti ed emissioni), comprometta la capacità degli esseri umani di riuscire a soddisfare i propri bisogni. Si ritiene quindi che, alla base della capacità di soddisfare i bisogni, essenzialmente, ma non esclusivamente, attraverso l'attività economica, sia proprio la ricchezza naturale, il patrimonio della natura.

“Un uomo non può vivere più di due o tre minuti senz’aria, o più di uno o due giorni senza acqua. Dipendiamo completamente da ciò che i nostri avi chiamavano i “doni del Creatore” o la “bontà della Natura, pag. 14”. Quantunque siano indispensabili alla vita degli uomini, tali beni naturali, con l’eccezione della terra, non sono stati presi in considerazione dagli economisti”: era questo l’appello che Bertrand de Jouvenel lanciava nel 1957 con il suo saggio “Economia politica della gratuità”.

Al contrario l'economia classica ha considerato la produzione della ricchezza come un fattore esclusivo dell'attività umana per cui l'unica preoccupazione è stato quella di incrementare la produttività di ciò che era ritenuto il fattore limitante (capitale costante e capitale variabile). La natura, a cui si attingevano risorse e materie prime, è stata sempre ritenuta una fonte inesauribile e quindi non rientrava nelle preoccupazioni e nella contabilità degli economisti.

Tale inesauribilità ha rappresentato il punto di partenza per decine di economisti (su tutti Beckerman, 1972, Solow, 1973 ma anche Solow/Stiglitz 1997), anche profondamente illuminati e sempre attenti alle tematiche delle esternalità e dei costi sociali (Caffè, 1980), che hanno però sostenuto le possibilità illimitate della tecnologia, la capacità di adattamento dei sistemi economici e le possibilità di sostituzione. Gli economisti, confidando ciecamente nella disciplina, hanno finito per individuare nel “prezzo” un buon meccanismo di regolazione dell’inquinamento, dimenticando che molti disastri ecologici sono proprio il frutto del “giusto prezzo” assegnato alle risorse.

Eppure già a metà degli anni '60 un precursore dell'economia ecologica, Kenneth Boulding, in un famoso articolo (“*The economics of the coming spaceship earth*”) attraverso un esame comparato di due sistemi economici tipo, delinea con precisione i necessari cambi di “punti di vista” che “una Terra vista come una dimora piccola e fragile” ci impone.

“Non abitiamo più lo stesso pianeta dei nostri avi; il loro era immenso, il nostro è piccolo. Per la prima volta nella storia del nostro spazio, non è più vero che le terre si estendono a perdita d’occhio, perché la nostra Terra tutta intera ha potuto essere abbracciata con un solo colpo d’occhio, fissata da una fotografia, e ciò ci ha permesso di accompagnare l’immagine della nostra dimora familiare con quella della nostra dimora collettiva” ed ancora “non solamente piccola, ma fragile. Al di sopra di noi, qualche piede di humus fertile, al di sopra qualche chilometro di aria respirabile: noi siamo capaci di inquinare quest’aria e di trasformare il suolo in deserto”.

Per l’economista americano si tratta di passare da una concezione illimitata dello spazio e delle risorse (*l’economia del cowboy*) ad una che prevede limitati entrambi (*economia dell’astronauta*), come all’interno di una navicella spaziale.

Il successo della prima economia, non essendoci alcun problema di spazio, è dato dalla produttività dei fattori di produzione, una parte dei quali vengono estratti dal serbatoio della natura per poi ritornare come inquinante nel deposito della natura; se la realtà funzionasse veramente in questo modo il Prodotto Nazionale Lordo sarebbe veramente una buona misura di questa produttività.

Al contrario, un economia consapevole dell'esistenza di limiti fisici e spaziali deve porre attenzione non tanto alla produttività dei fattori quanto al mantenimento della capacità delle risorse naturali di riprodursi continuamente, pur in presenza di un prelievo di tali riserve e di un loro inquinamento. Nell'economia dell'astronauta la misura essenziale del successo è data non dalla produttività ma dalla natura, dalla qualità, dall'estensione e dalla complessità dello stock di capitale naturale totale.

E' necessario spostarsi dalla massimizzazione dell'efficienza produttiva alla massimizzazione dell'efficienza di mantenimento.

Allo stesso tipo di conclusioni arrivarono gli studiosi (i Meadows, Behrens e Randers) che nel 1972 pubblicarono il Rapporto al Club di Roma ("*The limits of Growth*"), i quali, valutando le pressioni esercitate da un aumento della popolazione sulla disponibilità delle risorse agricole e naturali complessive, propugnarono la necessità di porre dei limiti alla crescita (lo "stato stazionario", peraltro propugnato da altri importanti economisti classici come Pigou).

Molti studiosi e tra questi alcuni importanti economisti reagirono a queste tesi e vollero dimostrare che, a certe condizioni, si potevano considerare compatibili l'incremento demografico, del consumo (ovvero la crescita dell'attività economica ma anche, in una visione profondamente utilitaristica, del benessere) e il patrimonio naturale.

Sostenevano gli esponenti di questa scuola che l'esaurimento del patrimonio naturale, ipotizzando un sufficiente grado di sostituibilità tra capitale naturale e capitale prodotto ed un progresso tecnico adeguato, non rappresenta un problema per la sostenibilità del consumo, anche qualora questo preveda una crescita esponenziale; secondo le regole della moderna economia neoclassica l'obiettivo fondamentale non è quello di conservare uno stock di capitale naturale quanto di conservare lo stock di capitale totale necessario a non far ridurre il consumo.

Ma tale concezione presenta alcuni *limiti evidenti*.

Il *primo limite* deriva dalle complessità delle "funzioni economiche svolte dalla natura" (Costanza et al 1997; Immler, 1995), le quali non possono essere limitate al rifornimento degli input di risorse naturali necessarie alla

produzione. I servizi erogati dall'ecosistema comprendono invece attività vitali ben più vaste quali il controllo dell'erosione del suolo, la regolazione e la depurazione dell'acqua, la produzione di risorse agricole ed alimentari, la conservazione evolutiva delle risorse genetiche, dell'habitat e delle zone umide, la conservazione degli spazi naturali (una vera risorsa non rinnovabile), la messa a disposizione delle materie prime, l'assorbimento dei residui, le grandi funzioni di regolazione del clima e della composizione chimica dell'atmosfera, il mantenimento delle condizioni di equilibrio nei cicli dei nutrienti.

E questa "complessità funzionale" rende ancor meno credibile l'affermazione che il capitale naturale possa essere sostituito dal "capitale prodotto": non esiste, ad esempio, alcuna possibilità di riprodurre tecnologicamente lo spazio.

Al contrario per ottenere il "capitale prodotto" è necessario organizzare nuovi cicli produttivi, che a loro volta richiedono nuovi flussi di materia e di energia o contribuiscono anch'esse alla produzione di residui (in atmosfera, nelle acque, nel suolo). E questo andamento globale degli inquinamenti supera ampiamente la capacità portante del pianeta.

Il *secondo limite* deriva proprio dalla impossibilità di continuare a prendere in considerazione solo gli impatti ambientali che sono in relazione diretta con il consumo delle risorse.

Esistono invece, oggi, a causa dell'alto livello di degrado ambientale, impatti che non hanno un rapporto lineare con tale consumo: alterazione dei cicli biogeochimici, emissione di gas climalteranti, riduzione della biodiversità, vistosa riduzione della biomassa disponibile, bioaccumulazione degli inquinanti nella catena alimentare, sono solo alcuni degli "effetti complessi" che, alla situazione attuale, non possono essere trascurati.

Tali effetti hanno andamenti esplosivi e la loro riduzione non potrebbe trovare alcuna soluzione, anche quando fosse possibile, nella sostituzione del capitale naturale con il capitale prodotto

Ad esempio la capacità di assorbimento dei residui, che rappresenta anch'essa una "risorsa non rinnovabile", può essere compromessa da un livello eccessivo di emissioni di anidride carbonica ma, seppure riuscissimo a ridurre le emissioni pro capite, non è affatto scontato che i danni prodotti in termini di riduzione di tale capacità (danni dovuti all'interazione di molti fattori, danni di tipo "sistemico") rientrerebbero anch'essi.

Si può affermare che l'attività umana, nonostante permangano intere aree del mondo a restare escluse dallo sviluppo, ha cominciato a modificare i parametri che regolano le condizioni di stabilità della biosfera (ciclo del carbonio, ciclo

dell'azoto, ciclo dell'acqua, flusso energetico,et..), i quali retroagiscono, e in un tempo breve, sull'intero sistema.

Continuare a credere che il problema ambientale riguardi essenzialmente la scarsità di alcuni elementi naturali stoccati in giacimenti è quindi un grave errore che non tiene conto dei fenomeni di scarsità sul versante delle funzioni ambientali di supporto alla vita.

Il *terzo limite* dell'idea che il capitale naturale possa essere sostituito dal "capitale prodotto" deriva invece alla relazione che lega effettivamente le risorse naturali all'attività economica (Georgescu Roegen, 1960 e J. Martinez Alier, 1999). E' vero che una certa tecnologia permette di produrre un dato output di prodotto con un minor numero di input (risorse naturali), così come un certa merce può essere prodotta con un impiego più o meno elevato di lavoro ed un più alto uso di macchine, ma mentre nel secondo caso il processo potrebbe essere astrattamente infinito (in quanto lavoro e macchine hanno la medesima funzione), nel primo caso risulta totalmente inconsistente in quanto le macchine, per essere prodotte e per funzionare, richiedono energia e materia. L'eco-efficienza ha quindi un compito limitato dal necessario impiego di risorse naturali che la tecnologia eco-efficiente richiede per essere prodotta.

Il "teorema centrale" dello sviluppo sostenibile è che solo la natura produce ricchezza e si presenta come realmente produttiva mentre il ciclo economico di produzione-distribuzione-consumo si presenta come organizzatore e consumatore di risorse già create. E' per questo che il solo compito che l'uomo può assegnare al ciclo economico è quello di minimizzare l'utilizzo degli input naturali e di minimizzare la creazione di scarti (in aria, acqua, suolo) che la biosfera è costretta a metabolizzare. E' solo la natura a detenere la capacità di essere luogo centrale di nuove qualità economiche (Immler, 1995).

Lo sviluppo sostenibile si pone come obiettivo il mantenimento delle condizioni basilari della vita umana sulla Terra: tali condizioni risiedono nella sfera ecologica, ovvero nel mantenimento di funzioni naturali che si svolgono al di fuori della sfera economica e di quella sociale e non possono essere sostituite dallo svolgimento di attività umane

«L'ambiente costituisce una macchina vivente, immensa ed enormemente complessa che forma un sottile strato dinamico della superficie terrestre. Ogni attività umana dipende dall'integrità e dal funzionamento adeguato di questa macchina. Senza l'attività fotosintetica delle piante verdi non disporremmo di ossigeno per far funzionare i motori, le fonderie e le fornaci, tanto meno potremo mandare avanti la vita umana e animale. Senza l'azione sinergica delle piante, degli animali e dei microrganismi non potremo avere acqua pulita. Senza i processi biologici, che per millenni hanno avuto corso nel terreno, oggi non avremmo né raccolti, né petrolio, né carbone. Questa macchina è il nostro capitale biologico, l'apparato di base da cui dipende tutta

la nostra produttività. Se la distruggiamo anche la nostra tecnologia più avanzata risulterà del tutto inutile e vedremo cadere tutti i sistemi economici e politici, che dipendono da questo settore» (Commoner, 1972).

Ma lo “sviluppo sostenibile” non può limitarsi a porre vincoli alla crescita della produzione, deve per forza porsi obiettivi più ambiziosi dato che, oggi, è tale il dominio e l’invasione della sfera economica, accelerata dal prevalere del sistema capitalistico in tutto il mondo, da mettere in crisi le dinamiche e gli equilibri essenziali della biosfera.

Le attività umane oramai generano un flusso energetico più che doppio rispetto a quello naturale di origine fotosintetica; l’accresciuto input energetico non è più metabolizzabile dalle strutture della biosfera, la sua capacità di auto-organizzazione, che da tempi geologici la pone in un condizione quasi stazionaria, sembra essersi definitivamente esaurita.

Deve essere necessariamente ripresa la nozione di economia distruttrice (introdotta da Karl Mobius, nel 1877, in uno studio “sull’economia delle ostriche” e ripresa ultimamente da Vivien, 1994 e da Passet, 2001) per rifondare, attraverso un approccio interdisciplinare e sistemico (che pone in relazione ecologia, economia e termodinamica, vedi Ruth, e Passet,), ben conosciuto come “economia ecologica”, ruolo, compiti e funzionamenti del sottosistema economico.

A partire dalla irriducibilità dell’economia e dell’ecologia si tratta di fornire le basi per una nuova descrizione analitica del processo economico.

I processi economici, siano essi di produzione o di consumo, non definiscono affatto un sistema chiuso: al contrario essi interagiscono continuamente con l’ambiente naturale per quel che riguarda i flussi e la disponibilità di energia, la disponibilità delle risorse e la capacità portante. L’economia, anche se pretende di presentarsi come un sottosistema autoreferente, è profondamente vincolata dai limiti imposti dalle leggi naturali; con queste leggi deve confrontarsi l’economia per rifondarsi come disciplina.

Possiamo elencare i pilastri, che tengono conto dell’integrazione tra la dimensione fisica e quella del valore economico, certo ancora fragili, sopra i quali si basa questo nuovo approccio.

Il *primo fondamentale pilastro dell’economia ecologica* riguarda la “visione pre-analitica del processo economico” (Kneese-Ayres-D’Arge, 1970 e Daly, 1996). Questo, per costituire una rappresentazione efficace e corretta del processo produttivo capitalistico, dovrebbe riportare un duplice flusso: un flusso circolare di valorizzazione (Denaro-Merce-Denaro’) che rappresenta, attraverso la ricerca del profitto, l’essenza del modo di produzione capitalistico; un flusso unidirezionale (Natura-Merce-Natura’) dove il prelievo

delle risorse naturali si trasforma in merce e si ritrasforma in natura degradata (un circuito di svalorizzazione).

Non solo dovrebbe essere chiaro che la premessa per il circuito della valorizzazione economica è data dall'esistenza di un flusso unidirezionale, che ne costituisce la "conditio sine qua non"; se la natura muta, l'economia si dovrà ri-adattare in un processo co-evolutivo.

Il *secondo pilastro dell'economia ecologica* è quella della "conservazione della massa", per cui il peso dei materiali che entra come input nel processo economico, producendo merci, resta costante e si trasforma, una parte, (a seconda dell'eco-efficienza di processo) in scarti di produzione e, l'altro, in beni, che poi si trasformano, a fine vita, in rifiuti di consumo. Tutto ciò che entra, a vario titolo ed in diversi modi, come input, esce, come output, in scarti ed emissioni.

Il processo economico, da un punto di vista ecologico, non può che essere visto come una immensa macchina di trasformazione delle risorse naturali in scarti, creando un legame stretto ed ineludibile tra input ed output di un sistema di produzione.

Il sistema antropico:

- preleva dalla crosta terrestre minerali, presenti in natura come fondi non destinati ad alcun utilizzo, ovvero immette nella circolazione materia che non entra in alcun flusso naturale;
- utilizza che non proviene dalla fonte solare, bensì da un patrimonio di energia solare "fossile";
- preleva e restituisce acqua e biomasse, rompendo i cicli naturali e gli equilibri anziché inserirsi al loro interno senza modificarli sostanzialmente;
- crea ed emette nell'ambiente *nuove sostanze* non presenti in natura.

Il prelievo stesso dei materiali costituisce un primo potenziale disturbo del funzionamento naturale:

- distogliendo parte della materia che partecipa in cicli naturali;
- immettendo in circolo materia che, naturalmente, si trova presente solo come stock.

Ma i disturbi maggiori ai cicli naturali si hanno quando ciò che è stato prelevato, *a diverso titolo*, diventa "scarto" (rifiuto, refluo o emissione) dell'organismo antropico; vari materiali che vengono utilizzati nel corso della lavorazione (scarti di estrazione, acque di raffreddamento, ecc.) e che sono privi di valore, vengono restituiti in forme differenti da quelle nelle quali vengono rimossi.

Al momento della restituzione, materiali non destinati ad entrare in alcun flusso vengono immessi nel sistema naturale, o vi vengono reimmessi, in forme e luoghi non previsti dai normali cicli naturali, materiali destinati a circolare in maniera completamente differente.

Tutto ciò può costituire ulteriore sconvolgimento di habitat, fonte di emissione di inquinanti nell'aria o nelle acque, inquinamento termico, impoverimento dei suoli.

Ma la materia può attraversare il sistema antropico più o meno velocemente: sarà tanto più veloce, e per questo creerà gravi problemi alla capacità di assorbimento della biosfera, quanto più "aperti" e lineari sono i cicli produttivi e di consumo dal punto di vista dell'uso dei materiali.

Ad esempio l'energia fossile che il sistema antropico utilizza è incorporata in materia che la natura ha accumulato nel corso di milioni di anni. Con l'utilizzo di questa energia, tale materia viene fatta rientrare velocemente "in circolo" sulla crosta e nell'atmosfera terrestre. Questa materia rimane quindi nella natura andando a interferire con i flussi correnti. Il contrasto tra le differenti velocità, quella di produzione da parte della natura e quella di consumo da parte del sistema antropico, crea, sempre, una frattura, che può essere solo più o meno ampia.

Inoltre, a differenza di altri organismi viventi, il sistema antropico non ha limiti endogeni alla propria crescita, e l'unico limite è dato dallo spazio fisico disponibile e dalla capacità di assorbimento da parte della domanda.

Come si è detto tale "velocità di restituzione" può essere solo rallentata e vi sono due modi in cui le ciò può avvenire: incorporando i materiali nella struttura fisica del sistema antropico (attraverso beni di lunga durata, che rappresentano uno stock materiale incorporato) o realizzando cicli materiali chiusi. Entrambe le modalità, che rappresentano solo rallentamenti dei processi di prelievo-restituzione, comportano in ogni caso la necessità di nuovi flussi per il mantenimento dei materiali all'interno della tecnosfera (il costo della manutenzione in termini di materia ed energia).

Lo stoccaggio di materiali avviene attraverso il loro utilizzo in macchinari, immobili o infrastrutture di medio-lunga durata; il tasso di rallentamento che essi producono è funzione sia della durata del ciclo di vita del beni in cui sono incorporati sia, in maniera inversamente proporzionale, della quantità di materiali e di energia necessari alla manutenzione.

Anche la realizzazione all'interno della tecnosfera, per alcuni materiali, di cicli quasi-chiusi ne rallenta la restituzione all'ambiente naturale; pur in presenza di ciò, però, l'utilizzo dei materiali richiede sempre un input di energia (e spesso di altri materiali) che a sua volta richiede l'utilizzo di materiali vergini.

Il *terzo pilastro dell'economia ecologica* tiene conto dell'inevitabile "entropia del processo economico", secondo la quale il peso dei materiali utili che si ottengono da ogni processo economico è inferiore a quello dei materiali impiegati.

E' stato Georgescu-Roegen a ricordare che il processo economico, che si presenta come un "circuito" sul versante della circolazione del denaro, trasformando continuamente energia e materia di valore in scarti, presenta un tratto irreversibile dovuto alle leggi dell'entropia. Se si introduce il concetto di degrado entropico dell'energia e della materia, anche il processo produttivo dovrà essere rappresentato in altra maniera da quella tradizionale: dovrà essere considerato come un sistema "aperto" (Kapp, 1976) che vede un processo di trasformazione materiali-processo-prodotti (Kneese-Ayres-D'Arge, 1970).

L'utilizzo energetico dei fossili da parte del sistema antropico non può essere circolare, perché la materia che li compone non può riprendere la stessa forma che ha quando viene prelevata dal sottosuolo. In generale, l'utilizzo dell'energia è soggetto alla seconda legge della termodinamica, per cui si ha, ad ogni trasformazione, un degrado qualitativo di parte dell'energia in una forma non utilizzabile per svolgere lavoro (calore dissipato). In altri termini, l'energia tende a "scompare" ai fini degli utilizzi umani, così che è sempre necessario il ricorso a nuove fonti.

L'utilizzo di materia ed energia sono inoltre legati a doppio filo: quella dei combustibili fossili è incorporata in materiali, mentre solo utilizzando materiali l'uomo può "catturare" o utilizzare energia di altro tipo. Si tratti di quella solare diretta, di quella incorporata nel potenziale di caduta dell'acqua, eolica, dell'energia delle maree o di quella geotermica, c'è sempre bisogno di "capitale prodotto" (macchinari realizzati dall'uomo con altri materiali) per utilizzarla.

Il *quarto pilastro dell'economia ecologica*, che deriva direttamente dalla considerazione dell'entropia e dal flusso generale di circolazione di energia e materia all'interno del processo economico e della produzione, riguarda la presenza, non eliminabile, di materia dispersa e energia dissipata.

Questa acquisizione, una delle più contestate tra quelle innovative espresse da Georgescu-Roegen (che l'aveva denominata "quarta legge della termodinamica", volendo generalizzare le trasformazioni entropiche della materia), esprime perfettamente l'osservazione che, nella realtà, i materiali si presentano "miscelati" e non è mai possibile riportarli al punto di partenza.

Pur non potendo riassumere tutto ciò in una formula generale di dispersione è però sempre vero che la materia disponibile è soggetta a degrado entropico irrevocabile.

Il riciclaggio quindi non potrà mai rappresentare una via d'uscita tecnologica dal problema ambientale e questo non solo perché esistono molti scarti che, per poter essere riciclati, richiedono un notevole impiego di materiali ed energia ma anche perché esiste una frazione di materiali ed energia che, di volta in volta, ad una constatazione meramente empirica, vengono inevitabilmente ed irreversibilmente perduti.

Infine possiamo riformulare la teoria dello sviluppo sostenibile partendo innanzitutto dall'unità di analisi che non è né il sistema economico né l'ecosistema ma, come afferma Bateson, l'insieme di questi.

L'economia va sempre considerata un sottosistema del sistema ecologico e sociale. Essa delimita il campo delle relazioni di scambio che si avvalgono essenzialmente, ma non solo, dell'intermediazione del denaro. Eppure non esiste riproduzione in campo economico senza riproduzione in campo ambientale e questa è fondamentalmente condizionata dalla *carrying capacity* dell'ambiente. E' quindi necessario un ampliamento della morale che includa l'ambiente di supporto vitale. Il problema di «un sistema di difesa dell'ambiente che si basa interamente su motivazioni economiche è costituita dal fatto che la maggior parte dei membri della comunità terrestre non hanno valore economico (...). Un sistema di conservazione basato unicamente sull'interesse economico è irrimediabilmente sbilanciato. Esso tende ad ignorare, e così presumibilmente a eliminare, molti elementi della comunità della terra che mancano di valore commerciale ma che sono (per quanto ne sappiamo) essenziali al suo buon funzionamento 170 e 174» (Leopold, 1949).

Limitare l'importanza dell'economia, nella scia delle riflessioni di Polany, Dumont, Hirschman e Sen, è diventato l'imperativo dello sviluppo sostenibile. Non ogni scelta, non ogni sistema economico è sostenibile: però, mentre la sostenibilità deve qualificare qualsiasi modello di sviluppo, non altrettanto si può dire dello sviluppo, che non necessariamente si presenta come corollario della sostenibilità. E' la sostenibilità che può fare a meno dello sviluppo e non il contrario

Per tenere conto di tutti questi aspetti si può parlare di sostenibilità e di sviluppo sostenibile come capacità di non compromettere la resilienza del sistema economico-sociale; un sistema integrato, che comprende le diverse componenti sociali, economiche ed ambientali è resiliente se è in grado di mantenere la sua struttura organizzativa in seguito a perturbazioni esterne. L'aspetto più fecondo della sostenibilità è proprio quello di superare definitivamente tutte le letture "monosettoriali" dello sviluppo umano, restituendo alla dimensione squisitamente politica il ruolo di ricercare, attraverso la chiave della sostenibilità, nuovi equilibri.

Un grande saggio di Bertrand de Jouvenel (1965) si chiudeva ricordando come fosse necessario passare, nel nostro rapporto con la natura, dallo spirito di

conquista allo spirito di associazione. “Sono il guardiano di mio fratello ? domanda insolentemente Caino. Allo steso modo l’uomo della nostra civilizzazione non si considera come il guardiano della nostra dimora terrestre; è fiero di esserne il predatore abile e irresponsabile, pag. 247” Che la felicità del nostro modo di vivere nel corso del tempo sia legato da quel riconoscersi maggiormente come il guardiano della bellezza della natura è cosa sicura, che il nostro modo di costruire la comunità politico-civile dove intendiamo vivere sia all’altezza di questa domanda di felicità è solo una scommessa.

Lo sviluppo sostenibile è parte di questa scommessa e, nel panorama odierno, non è facile rintracciare ragionamenti che siano, come questo, ed allo stesso modo, radicali ed operativi.

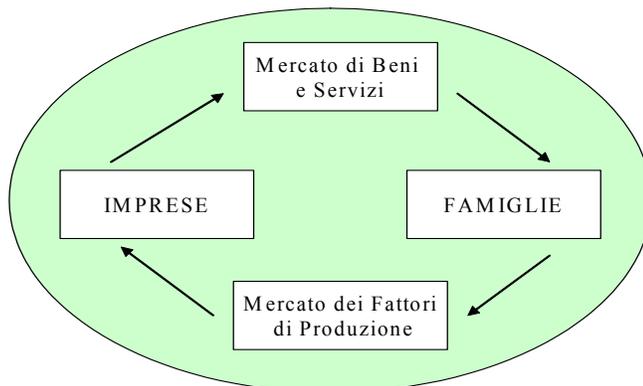
8. La visione economica ed ecologica della sfera economica

Partiamo proprio dalla visione tradizionale. Qui la sfera economica può essere definita come un “sistema isolato” al cui interno il valore di scambio circola tra le famiglie e le imprese in un sistema chiuso. A ciò che fluisce in circolo viene dato il nome di Produzione e Consumo.

E’ una concezione metafisica del funzionamento della realtà economica, la quale dovrebbe funzionare, come in un moto perpetuo lubrificato dal denaro.

William Kapp, in un suo articolo del 1976, “L’economia come sistema aperto”, sostiene che “concepire l’economia come un sistema chiuso è forse conveniente da un punto di vista metodologico, dato che permette alla teoria economica di formulare concetti e teorie conformemente ai canoni della logica matematica formale.

Ma ciò fa sì che si perpetui una falsa concezione della realtà, la quale restringe il nostro orizzonte teorico”.

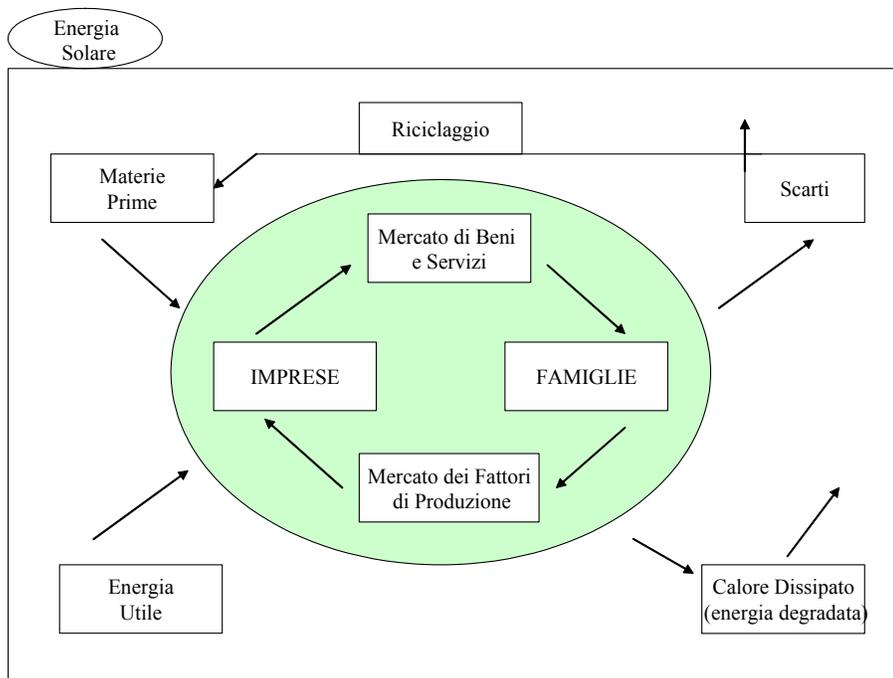


Visione dell’economia come sistema chiuso

E' evidente che un sistema isolato di valore di scambio astratto che fluisce in circolo non dipende in alcun modo dall'ambiente; al suo interno non può sorgere alcun problema di sfruttamento eccessivo di risorse naturali ed inquinamento, né di dipendenza da qualcosa di esterno.

Nicolas Georgescu Roegen sostiene che questa idea metafisica della produzione ragiona così: la produzione sistema dei mattoncini industruttibili così da ottenerne utilità, mentre il consumo consiste nel rimettere in disordine tali mattoncini in conseguenza dello loro utilizzo, finendo col ridurre a zero la loro capacità di fornire utilità. Ma poi la produzione li risistema di nuovo e così il ciclo continua.

Ciò che è necessario è sicuramente una nuova visione: l'attività umana deve essere rappresentata come un sottosistema aperto di un ecosistema naturale non illimitato (l'ambiente), anziché come un flusso circolare di valore di scambio astratto, totalmente svincolato dal funzionamento delle leggi che regolano la massa e l'energia.



Visione dell'economia come sistema aperto

Sostiene Herman Daly che "l'economia è un sottosistema aperto dell'ecosistema ed è totalmente dipendente da quest'ultimo sia come fonte di materia ed energia a basso livello di entropia, che come bacino ricettivo per lo scarico di materia ed energia".

Il “teorema centrale” dello sviluppo sostenibile è che solo la natura produce ricchezza e si presenta come realmente produttiva mentre il ciclo economico di produzione-distribuzione-consumo si presenta come organizzatore e consumatore di risorse già create.

E' per questo che un compito fondamentale dell'attività umana è quello di minimizzare l'utilizzo degli input naturali e di minimizzare la creazione di scarti (in aria, acqua, suolo) che la biosfera è costretta a metabolizzare.

Per avere un'economia realmente sostenibile è necessario innanzitutto ridurre gli scambi fisici che attraversano la frontiera tra il sistema ecologico complessivo ed il sottosistema economico.

Purtroppo non esiste alcun mercato capace di regolare in modo corretto la scala ottimale dell'economia in relazione all'ecosistema, ovvero di auto limitarsi rispetto alla *massima capacità portante* del sistema ambientale.

Il compito generale del decisore è proprio quello di individuare gli obiettivi e gli strumenti che permettano di regolare il passaggio di materia / energia attraverso la frontiera ecosistema/sfera economica.

Riemerge con forza, in campo ambientale il ruolo dell'intervento pubblico, della pianificazione, della valutazione a monte.

Infine abbiamo riportato una facile equazione di Georgescu Roegen che ci aiuta a comprendere come il problema centrale della sostenibilità sia legato a tra fattori distinti:

il quanti siamo sulla Terra;

il come viviamo e che stile di vita adottiamo per mantenere il nostro benessere;

il come produciamo, in modo più o meno efficiente

$$\text{CAC} = P \times B f(\text{BP}+\text{BR}+\text{BN}) \times \text{ECBP} f(\text{uO}/\text{uP}, \text{uI}/\text{uP}, D)$$

CAC Capacità Ambientale di Carico; P popolazione; Benessere funzione della composizione di beni prodotti, beni relazionali non prodotti e beni naturali non prodotti; ECBP eco-efficienza dei beni prodotti funzione dell'unità di output/scarto per unità di prodotto, dell'unità di input risorse naturali per unità di prodotto e della durata di vita.

BIBLIOGRAFIA

- Gregory Bateson, *Step to an Ecology of Mind*, Ballantine, New York, 1972 (trad.it *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1976)
- Wilfred Beckerman, "Economists, scientists and environmental catastrophe" in *Oxford Economic Papers*, 24, 3 pag 327-334, 1972
- Mauro Bonaiuti, *La teoria bioeconomica*, Carocci, Roma, 2001
- Kenneth Boulding, *The economics of the coming spaceship Earth*, a cura di H. Jarret, *Environmental Quality in a Growing Economy*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1966
- Barry Commoner, *The Closing Circle*, Knopf, USA 1972 (trad. it. *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano 1972)
- Costanza et al, "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital" in *Nature* n.387 p253-260, 1997
- Herman E. Daly, *Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*, Beacon Press, Boston 1996 (trad. it *Oltre la crescita*, Edizioni di Comunità, Torino, 2001)
- Louis Dumont, *Homo aequalis*, Gallimard, Paris, 1977 (trad. it. *Homo aequalis*, Adelphi, Milano, 1984)
- G.C.Dragan, M.C. Demetrescu, *Entropia e Bioeconomia*, Nagard, Milano, 1996
- Bertrand de Jouvenel, *L'economie politique de la gratuité*, 1957 (in «Arcadie, essais sur le mieux vivre», pag 9-32, Futuribles, Paris 1968)
- Bertrand de Jouvenel, *Efficacité et savoir-vivre*, 1960 (in «Arcadie, essais sur le mieux vivre», pag 106-123, Futuribles, Paris 1968)
- Bertrand de Jouvenel, *Pour une conscience ecologique*, 1965 (in «Arcadie, essais sur le mieux vivre», pag 236-248, Futuribles, Paris 1968)
- Nicholas Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Mhyts*, Pergamen Press, New York e Oxford 1976 (trad. it, *Energia e miti economici*, Bollati Boringhieri, Torino 1982)
- Nicholas Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1972
- Nicholas Georgescu-Roegen, *Demain la décroissance*, Editions Pierre-Marcel Favre, 1979,
- Albert Hirschman, "Against Parsimony: Three Easy Ways of Complicating Some Categories of Economic Discourse", in *Bulletin of the American Academy of Arts and Science* 1984 (trad. it, *L'economia politica come scienza morale e sociale*, Liguori, Napoli 1987)
- Hans Immler, *Welche Wirtschaft braucht die Natur? Mit Ökonomie die Ökokrise lösen*, Fischer Verlag GmbH, Frankfurt, 1993 (trad. it *Economia della natura*, Donzelli, Roma 1993)
- K.William Kapp, *Economia e ambiente. Saggi scelti*, Otium, Ancona 1991
- Serge Latouche, *La megamachine*, La decouverte, Paris, 1995 (trad.it *La megamacchina*, Bollati Boringhieri, Torino 1995)
- Aldo Leopold, *A Sand County Almanac*, Oxford University Press, Oxford 1949 (trad it *Almanacco di un mondo semplice*, Red, Como, 1997)
- Juan Martinez Alier e Jordi Roca Jusmet, *Economia ecologica y politica ambiental*, PNUMA - FCE, 2000
- D.H. Meadows, D.L. Meadows, J.Randers, W.W.Behrens, *The limits to growth*, Universe Books, New York (trad it. *I limiti dello sviluppo*, EST Mondadori, Milano, 1972)
- Giorgio Nebbia, "La bioeconomia: somiglianza e diversità fra fatti economici e fatti biologici", in *Rassegna Economica* LII 1988
- Giorgio Nebbia, "Contabilità monetaria e contabilità ambientale", in *Economia pubblica*, anno XXX n.6 (pag 5- 34), 2000

- Martha C. Nussbaum, *Women and Human Development: The Capabilities Approach*, Cambridge University Press, 2000 (trad. it *Diventare persone*, Il mulino, Bologna, 2001)
- Martha C. Nussbaum, *The Fragility of Goodness*, Cambridge University Press, Cambridge 1986 (trad. it, *La fragilità del bene*, Il Mulino, Bari 1996)
- René Passet, *L'économique et le vivant*, Ed. Economica, 1996 (trad. it *L'economia e il mondo vivente*, Editori Riuniti, Roma, 1997)
- Sandro Pignatti e Bruno Trezza, *Assalto al pianeta*, Bollati Boringhieri, Torino, 2000
- Karl Polany, *The great transformation*, Holt, Rineheart & Winston Inc., New York, 1944 (trad. it *La grande trasformazione*, Einaudi, Torino, 1974)
- John Rawls, *A Theory of Justice*, Belknap Harvard University Press, Cambridge Mass. 1971 (trad. it, *Una teoria della giustizia*, Feltrinelli, Milano 1982)
- Gilbert Rist, *Le développement. Histoire d'une croyance occidentale*, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, 1996 (trad. it. *Lo sviluppo. Storia di una credenza occidentale*, Bollati Boringhieri, Milano, 1997)
- Amartya Sen , "Rational Fools: a Critique of the Behavioural Foundation of Economic Theory", *Philosophy and public affairs* N.6 1977 (trad. it, *Sciocchi razionali: una critica dei fondamenti comportamentistici della teoria economica*, in A.Sen, *Op.cit.*, Il Mulino, Bologna 1986)
- Amartya K. Sen, *Resorces, Values and Development*, Basil Blackwell, Oxford 1984 (trad. it, *Risorse, valori e sviluppo*, Bollati Boringhieri, Torino 1992)
- Amartya K. Sen, *Inequality Reexamined*, Oxford University Press, Oxford 1992 (trad. it, *La disuguaglianza*, Il Mulino, Bologna 1994)
- Amartya Sen, *On Ethichs and Economics*, Basil Blackwell, Oxford 1987 (trad. it, *Etica ed economia*, Laterza, Bari 1988)
- Robert Solow, "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources", *Review of Economic Studies*, Symposium p.29-46 , 1974
- Enzo Tiezzi, Nadia Marchettini *Che cos'è lo sviluppo sostenibile ?* Donzelli, Roma 1999
- UNCED, *Agenda 21. The United Nations Programme of Action from Rio*, UNCED, 1992
- UNDP, *Human Development Report 1990*, Oxford University Press, Oxford, 1990 (trad. it. *Rapporto su lo sviluppo umano 1*, Rosenberg & Sellier, Torino, 1992)
- Franck-Dominique Vivien, *Economie et ecologie*, La Decouverte, Paris, 1994
- World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford, 1987 (trad. it, *Il futuro di noi tutti*, Bompiani, Milano 1988)

Impronta Ecologica

- Bagliani M, Carantoni E, *Analisi di Sostenibilità per la Provincia di Pescara*. Pescara, 2004
- Bologna G, *Verso l'eco-economia: la nostra Impronta ecologica*. Roma, Attenzione - rivista WWF n°11 per l'ambiente e il territorio, 2001
- Ecosistemi s.r.l., *Calcolo dell'impronta ecologica della regione Liguria* 2005
- Wackernagel M, Rees W, *L'impronta ecologica*. Milano, Edizioni Ambiente, 1996
- Wackernagel M, Rees W, *Manuale delle impronte ecologiche: principi, applicazioni, esempi*. Milano, Edizioni Ambiente, 2000.
- WWF Italia, Cras s.r.l., *Impronta ecologica delle regioni dell'obiettivo 1 del QCS 2000/2006*. Roma, 2004