

Città e sostenibilità ambientale: Environmental Urban Curve e scenari territoriali globali

*Fiorenzo Ferlaino**

SOMMARIO

Negli anni '50 Simon Kuznets teorizzò l'esistenza di un andamento a campana tra il livello del PIL pro capite e la disuguaglianza nel reddito e l'esistenza quindi di un *trade-off* tra sviluppo economico e distribuzione del reddito nelle economie mature. L'ipotesi non fu mai dimostrata ma generò un'altra ipotesi relativa all'esistenza di una relazione a U rovesciata tra reddito pro-capite (PIL) e impatto. Lo studio di Grossman e Krueger (1991) sugli effetti dell'accordo NAFTA nelle economie centro-nord americane, fu uno dei primi a dare il via a questa letteratura scientifica. In quest'articolo ci soffermeremo su un aspetto scarsamente indagato della questione. Proveremo ad evidenziare il ruolo dello sviluppo urbano sull'impatto ambientale e attraverso analisi empirica *cross-country* metteremo in luce che almeno alla scala globale non sembra esistere una *Environmental Kuznets Curve* quanto piuttosto una *Environmental Urban Curve*. Il ruolo della città rispetto ai consumi e all'impatto ambientale emerge come dinamica complessa e verrà spiegato attraverso la I-PAT di Ehrlich e Holdren (1971). Le economie di scala considerate poco importanti nelle disamine della *Environmental Kuznets Curve* sembrano quelle che rispondono maggiormente alle dinamiche del minore impatto ambientale nei mercati nazionali altamente urbanizzati. L'analisi evidenzia un ruolo particolare delle città quali motori dello sviluppo ma anche luoghi attrattori tendenti a ottimizzare i flussi energetici e lo sviluppo demografico entro più complesse e mature forme di organizzazione sociale tendenti a superare la dialettica locale/globale verso meso reticolarità e scale di riferimento intermedie.

* IRES - Istituto di Ricerche Economiche e Sociali del Piemonte, Torino, ferlaino@ires.piemonte.it

1 Introduzione

La tesi che sosteniamo in questo articolo è quella che una struttura sociale complessa si organizza entro morfologie urbane e metropolitane anche per rispondere meglio all'utilizzo delle risorse ambientali. Tale tesi nasce dal dibattito sorto oltre venti anni fa sulla natura delle città come strutture dissipative formulato dal premio Nobel Ilya Prigogine, insieme a Peter M. Allen e Robert Herman (1979) in *'The Evolution of Complexity and the Laws of Nature. A Contribution to the 3° Generation Report to the Club of Rome: Goals for a Global Society'*. Le strutture dissipative definiscono particolari organizzazioni fisico-energetiche, nei sistemi aperti, e sono la base fisico-ambientale dei sistemi ordinati e dei più complessi sistemi autopoietici (Maturana e Varela, 1985), rappresentano un modello e una "metafora" scientifica dell'organizzazione e della dinamica dei sistemi territoriali, dei suoi nodi e delle sue reti connettive (Dematteis 1995; 2000).

Le conseguenze ambientali di questa tesi non furono mai indagate sebbene l'idea della città come forma sociale di un sistema energetico rimandi immediatamente alla natura del rapporto città-risorse naturali e entropia-ambiente (Georgescu-Roegen, 1971). Lo scopo di questo articolo non è quello di ripercorrere la vasta letteratura che in seguito ha affrontato questo rapporto, quanto piuttosto quello di evidenziare una diversa *'vision'* dell'urbano e della città, che emerge per mezzo del concetto di struttura dissipativa. La città è cioè una particolare tipologia di adattamento dell'uomo all'ambiente e al consumo del suo capitale naturale. Questa "teleologia sistemica" giunge a definire una nuova morfologia sociale e territoriale fondata sulle città, una organizzazione che impone forme nuove di sostenibilità economico-ambientali. Sebbene ottimizzabili, i flussi energetici necessari al mantenimento di questa specifica configurazione territoriale non sono comprimibili oltre una certa soglia e richiedono pertanto una profonda rivoluzione produttiva che fuoriesca dall'uso smisurato dei combustibili fossili, pena il crollo catastrofico degli attuali equilibri socio-economici verso nuovi equilibri più semplificati e non in grado di sostenere l'attuale complessità funzionale delle società avanzate.

Dopo aver brevemente introdotto i concetti fondamentali che sottendono la sostenibilità ambientale ci si interroga sugli impatti che la città genera sul territorio nonché sui suoi possibili scenari evolutivi. Il ruolo della città viene ricondotto alla fisica dei flussi energetici e attraverso un'analisi *cross-country*, si sosterrà l'infondatezza della *Environmental Kuznets Curve* e si formulerà l'ipotesi dell'esistenza di un *trade-off* piuttosto complesso nei fattori che costituiscono la *I-PAT Equation* e che compongono gli *asset* principali intorno ai quali costruire scenari di crescita e di sviluppo territoriale.

2. La città come struttura dissipativa

Le moderne metropoli possono essere pensate come delle strutture il cui ordine è mantenuto attraverso una dissipazione energetica molto lontana dal suo punto di equilibrio (Prigogine I., 1979). Il modello di riferimento più semplice cui far riferimento è quello di un sottile strato di liquido in una vaschetta, riscaldato omogeneamente dal sotto: "Quando il riscaldamento è moderato, il liquido è nel secondo regime di non-equilibrio lineare e il calore passa attraverso il liquido per conduzione. Come il riscaldamento viene intensificato, però, ad un certo gradiente di temperatura ben definito compaiono all'improvviso, spontaneamente, celle di convezione" (Prigogine, Allen, Herman, 1979, p.19). Queste strutture dissipative, dette "celle di Bénard" (dal nome del fisico Henry Bénard che le scoprì), sono di forma esagonale e richiamano, sebbene solo per il *pattern* planare, l'equilibrio distributivo dei mercati di Walter Christaller (1932). Esse danno luogo ad un ordine morfologico che viene tenuto in vita dall'alta dissipazione energetica intorno a dei valori di soglia definiti.

Ciò è possibile grazie alla loro natura di ‘sistemi aperti’ che possono cioè scambiare sia materia che energia con l’ambiente: “La ‘struttura dissipativa città’ riceve *input* e risorse di alta qualità dall’esterno, per esempio, dal sole, dalla campagna circostante o dallo scalo-merci. Tali risorse vengono trasformate in componenti della struttura della città o usate per sostenere la struttura autorganizzativa della città stessa. Alla fine, le risorse degradate vengono scaricate nell’ambiente esterno, ..., come rifiuti di materia o rifiuti di energia (entropia)” (Tiezzi E., 1998, p. 85).

Nei sistemi isolati lo scambio è negato e né materia né energia possono fluire dall’ambiente esterno. Nei sistemi chiusi vi è invece scambio di energia ma non di materia con l’ambiente. Il flusso di energia e materia è ciò che indichiamo col termine di *risorse*, sia in economia che in ecologia e fisica. La quantità di flusso di energia e la quantità di materia estratta e trasformata definisce anche le diverse organizzazioni produttive e connettive, le reti che ne permettono lo scambio, e quindi le specifiche strutture sociali ed economiche. La storia dei modi di produzione è, in ultima analisi, la descrizione delle forme di adattamento uomo-ambiente e di utilizzo e fruizione delle risorse.

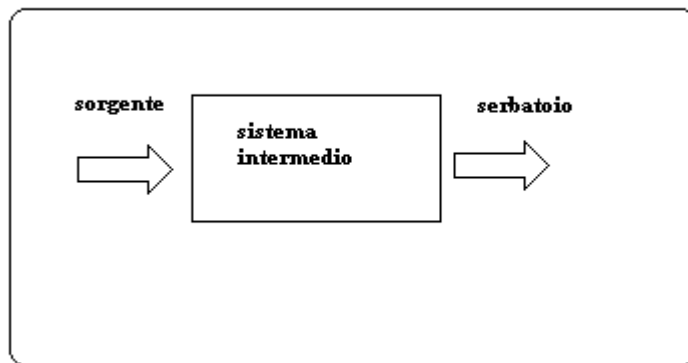
In genere solo una piccolissima parte dei flussi di materia ed energia che attraversano un sistema aperto si ferma in esso, il resto fluisce dando luogo ad un bilanciamento tra le grandezze immesse e le quantità in uscita. I sistemi viventi, gli organismi sociali, i sistemi geoeconomici, ovvero l’insieme dei sistemi autopoietici, sono sistemi che utilizzano i flussi di materia ed energia per mantenere il loro ordine interno. Il mantenimento dell’ordine comporta il degradamento qualitativo dei *flussi di materia ed energia* che, pur conservando le quantità in entrata e uscita (per la prima legge della termodinamica), modificano tuttavia la loro tipologia, il loro contenuto informativo, la loro struttura e qualità. Si passa da prodotti utili ed energia ad alta qualità a rifiuti da rigenerare o riciclare.

Esiste un paradosso messo ben in luce da Georgescu-Roegen nella sua opera fondamentale (1971): è evidente a tutti che il secondo principio della termodinamica, che afferma una tendenza dei sistemi verso la “morte entropica”, è contraddetto dalla pratica dei sistemi biologici, sociali, economici e territoriali che invece creano continuamente nuovo ordine: nuove vite vengono continuamente al mondo sia vegetali che animali, nuova organizzazione si crea e si diffonde, nuove città, nuovi organismi.

La risoluzione di questa apparente contraddizione tra il mondo socio-biologico e il mondo fisico risiede nella “constatazione che il secondo principio della termodinamica si applica a sistemi vicino all’equilibrio” (Morowitz H.J., 1979) che siano cioè o isolati (adiabatici) o isotermini. L’attività umana e l’organizzazione del territorio non appartengono a queste classi, sono infatti tutti sistemi lontani dall’equilibrio termodinamico. In questo caso si può parlare di “sistemi di sistemi”.

Consideriamo lo schema di Morowitz, cioè un sistema inserito in un metasistema (l’ambiente). Il metasistema ambientale contiene le sorgenti energetiche e i serbatoi di scarico dell’altra parte del sistema intermedio, ad esempio una città. Si avrà la seguente situazione:

Fig.1 - Sistema di Morowitz



La variazione dell'entropia S , nel tempo dt , che si indica con dS , è data dalla formula:

$$dS = dS_e + dS_i > 0 \quad (1)$$

dove dS_e rappresenta l'entropia del sistema esterno e dS_i rappresenta l'entropia prodotta dal sistema intermedio (ad esempio una città). L'entropia totale del sistema dovrà, per la seconda legge della termodinamica essere sempre positiva: $dS > 0$, ma questo non implica che anche il sistema intermedio debba essere entropico. La sola restrizione posta dalla seconda legge della termodinamica sarà per la (1) che: $d_e S > -d_i S$.

Pertanto si può avere neghentropia e ordine nel sistema intermedio per $dS_i < 0$. Detto in altri termini: "gli organismi viventi contrastano la tendenza dell'universo ad andare dall'ordine verso il disordine; riescono cioè a creare ordine nel proprio organismo mantenendolo in vita con il proprio lavoro biologico, al prezzo di un aumento del disordine che li circonda. Il bilancio complessivo rispetta così la regola generale dell'entropia" (Bresso, 1993, p. 54).

L'entropia in una struttura dissipativa (che dissipa energia del sistema esterno, il metasistema) può diminuire (neghentropia) qualora il sistema intermedio sia attraversato da grandi flussi di energia, o meglio di *exergia*¹, ovvero da quella parte di energia non degradata e pertanto convertibile in altre forme di energia. Lo studio dell'*exergia* contribuisce ad ottimizzare i processi di trasformazione energetica di un sistema, mentre le sue modalità di utilizzo permettono di definirne l'efficacia e l'efficienza ecologica.

3. La misura della sostenibilità

Una città è un sistema neghentropico; è cioè un territorio che per mantenere il suo ordine necessita di alti flussi energetici. Tali flussi possono essere sostenibili o meno. Sono sostenibili se rispettano alcuni principi, definiti dall'economista Herman Daly (Daly, 1981):

Principio del rendimento sostenibile: le risorse devono essere consumate ad una velocità tale da permettere al sistema ambientale di ripristinarle.

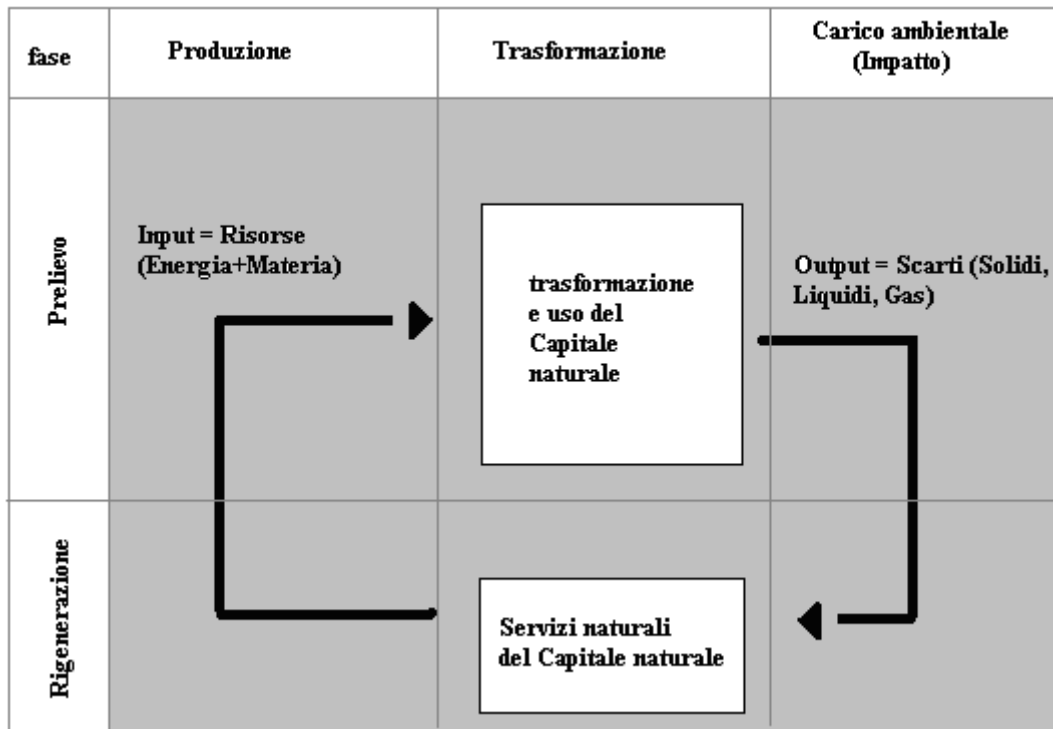
Principio della capacità di assorbimento: la produzione di beni non deve produrre scarti, rifiuti e inquinanti che non possano essere assorbiti dal sistema in tempi ragionevolmente brevi; non ci devono essere effetti di accumulo.

Per avere anche in futuro le stesse possibilità di capitale naturale che hanno le attuali generazioni, per essere cioè sostenibili, la legge di conservazione non implica una generica "conservazione museale" (la Terra come un grande museo) di beni culturali, paesaggi, valori e

¹ In termodinamica l'exergia di un sistema è il massimo lavoro meccanico che può essere estratto da tale sistema quando lo si porta in equilibrio con l'ambiente di riferimento.

quant'altro (che certamente contribuisce al benessere umano) quanto piuttosto il fatto che venga conservato e chiuso il ciclo dato dalla relazione “servizi naturali-consumo umano” del Capitale naturale, cioè il ciclo “*Produzione-Trasformazione-Impatto-Rigenerazione*” (fig. 2). Qui occorre introdurre l'idea del sistema ambientale inteso come una *box* con un meccanismo di retroazione che definisce un accoppiamento strutturale tra il sistema ambientale e quello umano.

Fig.2 -Il ciclo *Produzione-Trasformazione-Impatto-Rigenerazione*



Fonte: Ferlaino, 2005

E' chiaro che i termini di questo *ciclo* vanno interpretati in senso fisico e non economico. Quando si parla di produzione non si intende la produzione economica bensì la produzione energetica (l'energia del vento, dell'acqua, del sole o del petrolio) e delle materie prime (prodotti vegetali e animali per alimentarsi, energia per scaldarsi, ecc.) mentre ciò che in economia si indica col termine di 'produzione' in questo modello rientra nella fase della *trasformazione* (in quanto trasforma ad esempio l'energia idrica in energia elettrica). Anche il *consumo*, cioè l'uso di un bene appare, dal punto di vista ambientale, un'azione di *trasformazione del prodotto in scarto*.

Questo *ciclo* è in equilibrio se la velocità della fase di *Prelievo* è uguale alla velocità della fase di *Rigenerazione*. Se la legge dell'uguaglianza tra *Prelievo* e *Rigenerazione* non è rispettata si ha un accumulo di *scarti* che impatteranno sul territorio *glocale*.

Il ciclo può essere regolato in diversi modi affinché non si abbia accumulo di scarti:

1. diminuendo le risorse energetiche immesse nella fase di trasformazione attraverso l'aumento della produttività energetica (minore quantità di input energetico);
2. attraverso la smaterializzazione dei prodotti (minore quantità di input di materia);
3. allungando il periodo di uso dei prodotti, ovvero aumentando la qualità funzionale temporale (diminuzione della velocità di produzione degli scarti e conservazione delle risorse, la durabilità);
4. accelerando la fase di rigenerazione, ovvero incrementando le tecnologie ambientali (la concentrazione di natura).

Durabilità dei prodotti e dei processi, *risparmio* energetico e materiale (ottimizzazione ed efficienza produttiva), *riuso*, ovvero riciclo e rifunzionalizzazione dei materiali, *implementazione della rigenerazione naturale* degli flussi energetici e materiale, appaiono le pratiche che sono alla base della *green-economy*, cioè del nuovo modo di produrre orientato ad una maggiore e crescente sostenibilità. Questi sono i metodi per definire politiche e strategie e per tendere verso una maggiore sostenibilità ambientale.

Un sistema territoriale (a qualsiasi livello di scala) risponde quindi a dei vincoli oggettivi, definiti dai principi di Daly, che individuano sia l'ambito entro cui è possibile lo '*sviluppo sostenibile*' sia le azioni che concorrono a attualizzarlo.

4. La I-PAT Equation

Il nostro modo di produzione (basato sull'utilizzo estensivo di combustibili fossili) consuma in un anno, a livello globale (dalla metà degli anni ottanta) più di quanto la terra può rigenerare nello stesso tempo. E a partire da questo fatto, già evidente come scenario fin dai primi anni settanta, che sono sorte ipotesi suggestive quali quella della "crescita zero" (Meadows, 1974) o della "decrescita felice" (Latouche, 2007). Il richiamo in questo caso non è solo all'*accountability* del capitale naturale ma anche ai comportamenti quotidiani delle persone rispetto alle modalità e qualità dei consumi effettuati, alla sfera quindi dei valori materiali e immateriali, che rimandano a loro volta al tipo di formazione data, ai valori ambientali ed energetici percepiti, ecc.. I modelli quanto-qualitativi che provano a leggere l'insieme delle variabili da considerare sono numerosi e vari e solo per comodità espositiva possono essere sintetizzati e racchiusi entro lo schema multi-criteri *DPSIR* (Determinanti, Pressione, Stato, Impatti, Risposte), dove i '*determinanti*' corrispondono ad un set di indicatori delle attività socio-economiche del territorio considerato; le '*pressioni*' descrivono le emissioni e l'utilizzo delle risorse presenti; lo '*stato*' descrive l'ambiente fisico, la flora e la fauna del territorio considerato; gli '*impatti*' evidenziano la nocività sugli esseri viventi e sul benessere fisico e sociale dell'uomo, le '*risposte*' sono l'insieme delle azioni e delle politiche atte a limitare e mitigare gli impatti ritenuti pregiudizievoli per il benessere fisico e socio-economico dell'uomo. Come è risaputo il modello *DPSIR* è una complessificazione del modello *PSR*, Pressione-Stato-Risposta, elaborato dall'OCSE (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) per formulare le sue analisi e letture socio-economiche, che ha trovato in ambito ambientale una estensione metodologica e una maggiore razionalità e solidità, derivante dalla natura precipuamente fisica e chimica dei fenomeni trattati.

Tuttavia per valutare l'impatto ambientale e soprattutto le sue dinamiche globali resta a nostro avviso fondamentale, per la sua sinteticità e capacità esplicativa, la *I-PAT equation* di Ehrlich e Holdren (1971).

La *I-PAT Equation* è un modello quanto-qualitativo, semplice e sintetico, che misura l'impatto ambientale globale. In generale il modello esprime l'impatto totale di un territorio come effetto moltiplicativo della popolazione dell'area (stock), della misura dei consumi effettuati (comportamenti) e dello stato della tecnologia presente (efficienza ambientale produttiva).

$$\text{Impact } I = \text{Population } (P) \times \text{Affluence } (A) \times \text{Technology } (T) \quad (1)$$

Dove:

A = consumi per abitante (C/P)

T = l'impatto per unità di consumo (I/C)

In termini quantitativi la formula diventa:

$$I = P \cdot \frac{C}{P} \cdot \frac{I}{C} \quad (2)$$

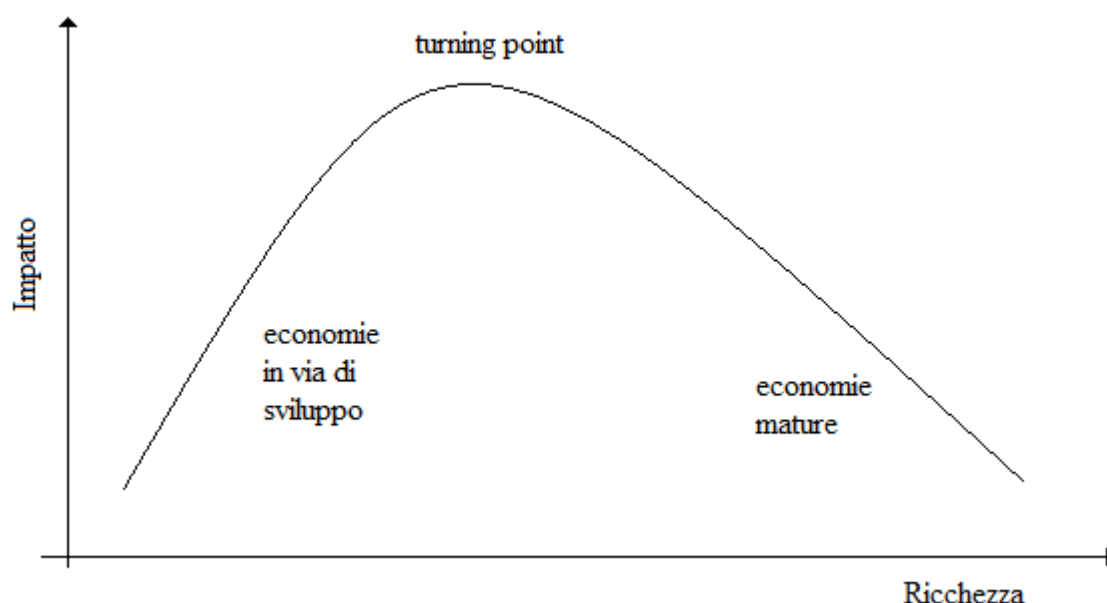
Che è equivalente a:

$$I = P \cdot \frac{PIL}{P} \cdot \frac{I}{PIL} \quad (3)$$

Come sappiamo, alla scala globale cresce sia la popolazione, il primo fattore P, sia la quantità di consumi (il PIL pro-capite, secondo fattore) mentre esiste una vasta letteratura che si interroga sull'ipotesi di Kuznets, che afferma che l'impatto ambientale, dopo una certa soglia di ricchezza posseduta tenderebbe a diminuire al crescere del PIL. Tradotto nei termini della *I-PAT Equation* si interroga sulla possibile diminuzione dell'impatto tecnologico in sistemi territoriali maturi e, quindi, del relativo aumento della produttività per unità energetica e materiale consumato. L'aumento della produttività energetica, accompagnata dalla crescente smaterializzazione delle merci, porterebbe allo "scollamento" (*delinking o decoupling*) della crescita del PIL dalla crescita del consumo di capitale naturale.

Il tema del *delinking* è piuttosto dibattuto (Mazzanti, Zoboli, 2005, Cantore 2010) è ruota intorno alla dimostrazione della ipotesi teorica che afferma che l'impatto tecnologico cresca a bassi livelli di *Affluence*, di consumo o di PIL/P, quindi raggiunga un picco per poi invertire la curva e cominciare a decrescere, per alti livelli di consumo. Tali curve, a forma di U rovesciata, sono chiamate '*Environmental Kuznets Curve*' (EKC) e il dibattito è orientato a comprendere se esistano e perché le curve di *Kuznets* per i consumi ambientali.

Fig. 3 - La curva di Kuznets ambientale



Fonte: Cantore, p. 211 (2010)

6. *Environmental Kuznets Curve* e città

Nell'analisi della curva di *Kuznets* vengono considerati dalla letteratura tre effetti: l'effetto di scala, l'effetto di composizione e l'effetto tecnologico, dove: "l'effetto di scala rappresenta la tendenza ad un aumento dell'inquinamento in virtù della maggiore attività economica sviluppata dall'economia. L'effetto di composizione è costituito dal processo per il quale le economie mature nel tempo tendono a sostituire il proprio mix produttivo ed energetico con una struttura più "verde" attraverso un maggiore impiego di risorse rinnovabili e con un orientamento alla produzione verso beni con minore impatto ambientale. Infine, l'effetto tecnologico è l'effetto per il quale il contenuto di sostanze inquinanti per ogni singola unità di bene prodotto decresce nel tempo" (Cantore, 213). L'effetto tecnologico è quello di gran lunga più analizzato in quanto pare rivestire un maggior peso rispetto agli altri due (Stern, 2002) mentre l'effetto di scala pare non rivestire effetti in termini produttivi.

Come si può notare quello che manca è una visione territoriale degli effetti che, come proveremo a dimostrare, hanno implicazioni in tal senso piuttosto differenti di quanto comunemente esposto in letteratura. Noi formuleremo una ipotesi differente della EK-Curve che rimanda al rapporto città-ambiente, quale morfologia adattativa che meglio risponde sia agli scopi economici (l'aumento dei consumi per abitante) che ambientali (la diminuzione per abitante dei consumi energetici) e proveremo ad evidenziare come la formulazione classica dell'EK-Curve sia frutto di una *false cause* e di una *false correlation*.

Per farlo riprendiamo la *I-PAT equation* (3) e analizziamo brevemente ognuno dei membri dell'equazione, la *population* P, l'*affluence* PIL/P e la *technology* I/PIL, partendo dalla considerazione che l'equazione debba essere intesa in forma qualitativa più che quantitativa dato che i diversi termini (*population*, *affluence* e *technology*) non sono indipendenti ma hanno delle iterazioni che occorre evidenziare e che richiamano al ruolo della città nei processi di consumo e di produzione.

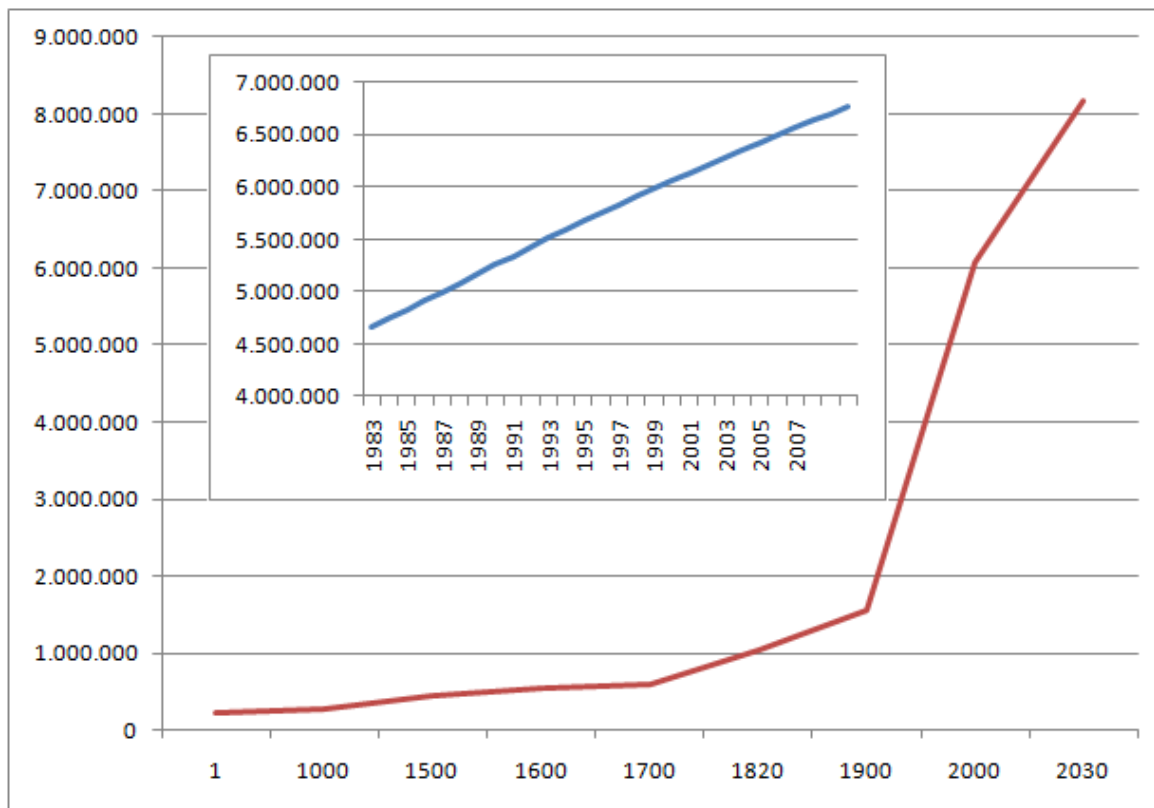
Come si sa, il primo termine, la popolazione, è cresciuto nel mondo in modo esponenziale fino all'inizio dei primi anni del nuovo secolo e ora, seguendo verosimilmente l'andamento di una equazione logistica (fig. 4), tende a muoversi verso una nuova *carrying capacity*, verso un asintoto e un nuovo equilibrio. E' difficile ancora indicare quantitativamente questo nuovo equilibrio ma le ipotesi ONU indicano scenari al 2050 di 7,9 miliardi di abitanti, nell'ipotesi "bassa", e di 10,46 miliardi, per quella "alta" (UN, 2009) mentre il flesso della logistica sembra essere stato raggiunto solo da qualche anno, nel 2000, e pertanto la stabilità della popolazione diventa una ipotesi sempre più consistente e potrebbe attestarsi intorno ai 13 miliardi (il doppio della popolazione al 2000). Comunque sia "la fine del Novecento è segnata da un rallentamento demografico che lascia intravedere la possibilità di una stabilizzazione della popolazione mondiale" (Véron, 2009, p.513). In realtà la stabilizzazione della popolazione è una ipotesi forte e il processo, come ci informa la teoria dei sistemi, oltre a tendere verso un asintoto potrebbe anche fluttuare nel tempo e/o subire improvvise "cadute catastrofiche" (Thom, 1980). Quanto avvenuto nell'isola di Pasqua è, in tal senso, un monito da ricordare² (Diamond, 2005).

Assumendo l'ipotesi più ottimista (quella della stabilizzazione della popolazione) la questione che quindi si pone è se questo "nuovo equilibrio" sia compatibile con le risorse ambientali dato che, al momento, stando ai risultati del *Living Planet Report* (WWF, 2008), i consumi di capitale naturale (l'impronta ecologica) sono raddoppiati dal 1961 al 2005 e sono di circa il 30% superiori a quanto il pianeta può rigenerare in un anno. Come è risaputo *l'Earth Overshoot Day* nel 2010 è

². E' nota, ad esempio, la distruzione della civiltà Rapa-Nui, dell'isola di Pasqua. I suoi abitanti, già descritti nel 1774 dal capitano Cook come "piccoli di corporatura, scarni, timidi e infelici", a seguito della distruzione delle risorse ambientali (foreste e agricoltura), passarono dai circa 7.000 individui, del sedicesimo secolo, ai 1.500 dell'inizio del diciannovesimo. Tutto ciò richiese un profondo cambiamento della struttura sociale, culturale e organizzativa che avvenne a seguito di continue guerre e tensioni che degenerarono nella pratica diffusa del cannibalismo e dell'infanticidio (Diamond, 2005). In questo caso, in un sistema chiuso, Malthus ha avuto ragione.

stato posto dal Footprint Network al 21 Agosto³. Gli ottimisti del “progresso” e i pessimisti della “crescita zero” o, più di recente, della “decrescita” continuano il confronto in un clima (non solo culturale) di crescente preoccupazione.

Fig.4 - La crescita della popolazione mondiale



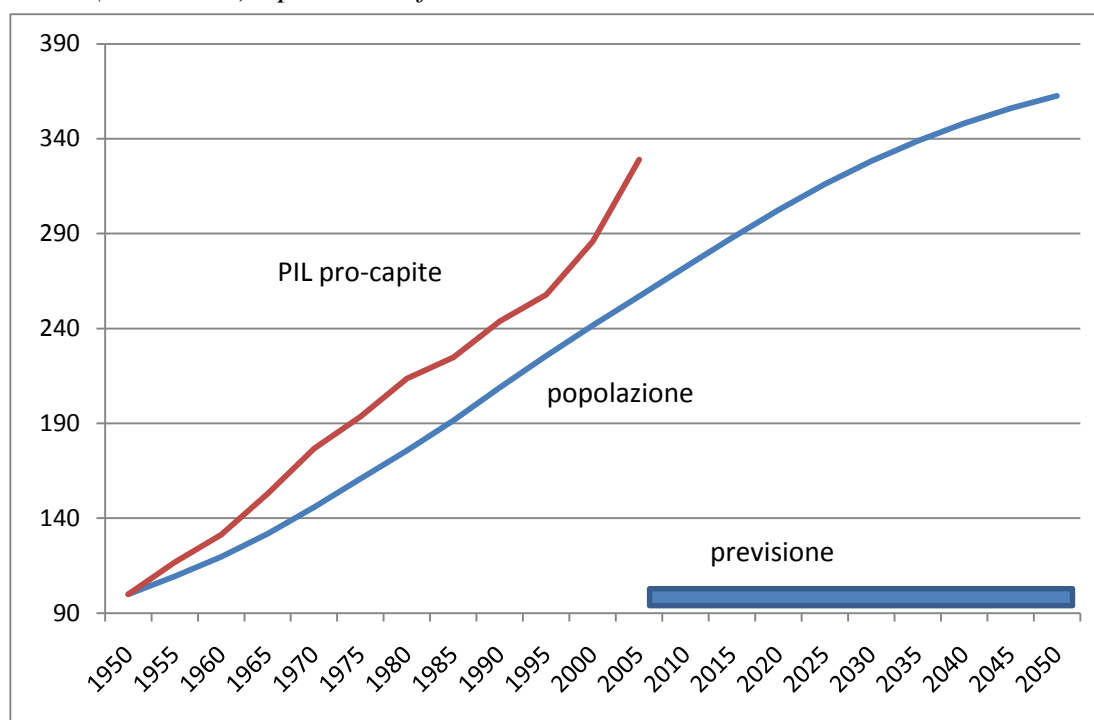
Fonte : Elaborazione IRES su dati OECD, 1995, 2001, 2003

Il fattore Popolazione è sicuramente il maggiore responsabile dell’impatto ambientale ed è, come abbiamo visto, anche il fattore più difficile da modificare nel breve periodo. Inoltre da molti economisti la diminuzione di questo fattore è vista come una catastrofe in quanto causa di scenari destabilizzanti nella struttura economica e sociale.

L’importanza economica di questo fattore affiora se si confronta la sua crescita con quella del secondo fattore, il PIL/P: fatte 100, al 1950, sia la popolazione che il PIL pro-capite mondiale è interessante osservare (che mentre la prima ha un andamento quasi-lineare negli ultimi anni, il secondo, l’*Affluence* (i consumi), ha un andamento più che proporzionale (fig. 5).

³ L’*Earth Overshoot Day* è definito come “the day of the year in which human demand on the biosphere exceeds what it can regenerate”.

Fig.5 – Rapporto tra la crescita della popolazione e del Prodotto interno lordo (medio) nel mondo (1950=100) e previsione fino al 2050



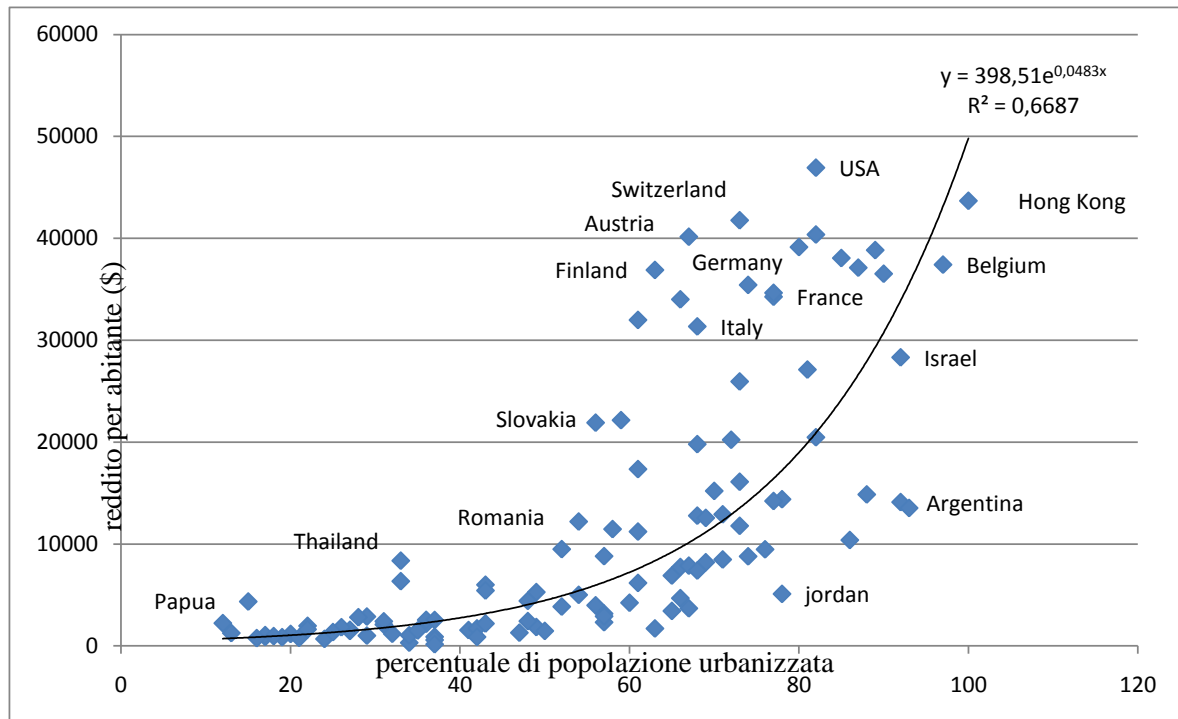
Fonte: Elaborazione IRES su World Urbanization Prospects, UN, 2007

Il ruolo delle città nella crescita della popolazione è stato molto dibattuto. La letteratura ha evidenziato la correlazione tra lo sviluppo urbano e lo sviluppo della popolazione e molti autori hanno interpretato tale correlazione attraverso il nesso causale che vuole la nascita delle città industriali alla base dello sviluppo della popolazione. Questa causalità in realtà sembra piuttosto complessa quando si considera il secondo fattore, l'*Affluence*. La città sembra agire in due modi sul secondo membro dell'equazione: come un *acceleratore* dell'*affluence*, dei consumi e della ricchezza, e come *detrattore* di risorse dalle aree inurbanizzate verso quelle urbanizzate. Se si considerano infatti territori relativamente vasti⁴ (abbiamo considerato nel nostro studio solo gli stati superiori ai 5 milioni di abitanti) e si fa un'analisi *cross country* sincronica, sembrano tratteggiarsi percorsi differenziati di sviluppo tuttavia definiti entro macrodinamiche stabili di crescita.

⁴ I dati del PIL, dei consumi energetici, dei tassi di fertilità, della popolazione sono tratti da CIA World Factbook (2009) (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/rankorderguide.html>), mentre le serie storiche della popolazione e le proiezioni al 2050 sono tratte dal 'World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database' delle Nazioni Unite, così pure i dati relativi alle percentuali di popolazione urbanizzata (<http://esa.un.org/unup/index.asp>). I Paesi presi in considerazione sono solo quelli con più di cinque milioni di abitanti e senza omissis nel data-base considerato, cioè con dati completi sia demografici che economici. Infine sono stati esclusi dall'analisi gli Emirati Arabi dato che il loro consumo energetico per abitante è decisamente anomalo rispetto al resto degli altri paesi. In tutto sono stati considerati 109 paesi su 237 censiti dalle fonti. Essi sono: Afghanistan, Algeria, Angola, Argentina, Australia, Austria, Azerbaijan, Bangladesh, Belarus, Belgium, Benin, Bolivia, Brazil, Bulgaria, Burkina Faso, Cambodia, Cameroon, Canada, Chad, Chile, China, Colombia, Congo (Dem Rep), Cote d'Ivoire, Cuba, Czech Republic, Denmark, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Eritrea, Ethiopia, Finland, France, Germany, Ghana, Great Britain & Northern Ireland, Greece, Guatemala, Guinea, Haiti, Honduras, Hong Kong, Hungary, India, Indonesia, Iran, Iraq, Israel, Italy, Japan, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Korea (North), Korea (South), Kyrgyzstan, Laos, Libya, Madagascar, Malawi, Malaysia, Mali, Mexico, Mongolia, Morocco, Mozambique, Myanmar, Nepal, Netherlands, Nicaragua, Niger, Nigeria, Pakistan, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Russia, Rwanda, Saudi Arabia, Senegal, Slovakia, Somalia, South Africa, Spain, Sri Lanka, Sudan, Sweden, Switzerland, Syria, Tajikistan, Tanzania, Israel, Togo, Tunisia, Turkey, Uganda, Ukraine, United States of America, Uzbekistan, Venezuela, Vietnam, Yemen, Zambia, Zimbabwe.

Si nota in primo luogo l'indubbia correlazione tra l'urbanizzazione e la ricchezza. Quest'ultima (fig. 6) cresce più che proporzionalmente con l'affermarsi del modello urbano: il decollo economico (il *take-off*), a conferma di molte analisi fatte, sembra effettivamente poggiare sull'affermarsi del modello sociale urbano-metropolitano.

Fig.6 Correlazione tra PIL per abitante e percentuale di popolazione urbanizzata (anno 2009)



Fonte: Elaborazione IRES su dati CIA, 2009

Come si può osservare, al crescere dell'urbanizzazione la ricchezza cresce in misura più che proporzionale: la città pare cioè una organizzazione che ottimizza il benessere economico spostando e concentrando risorse. L'agglomerazione e la densificazione del territorio è cioè una forma di ottimizzazione economica in quanto massimizza il benessere sia dei produttori che dei consumatori (Rosen e Resnick, 1980). Come già evidenziò Wilhelm Launhardt (1885), economista e matematico, qualora si concentri in uno stesso punto sia la produzione che il consumo, si ottiene una situazione economica che ottimizza l'incontro tra domanda ed offerta e in cui sia lo smercio che i profitti aumentano, rispetto ad una situazione che vede la popolazione e le imprese perfettamente diffuse sul territorio. Esiste cioè una comprensibile convergenza d'interessi dei consumatori e dei produttori a localizzarsi negli stessi luoghi o in luoghi prossimi, a concentrarsi in nodi territoriali, dove è più facile l'accesso al mercato e ai mezzi di informazione e di flusso.

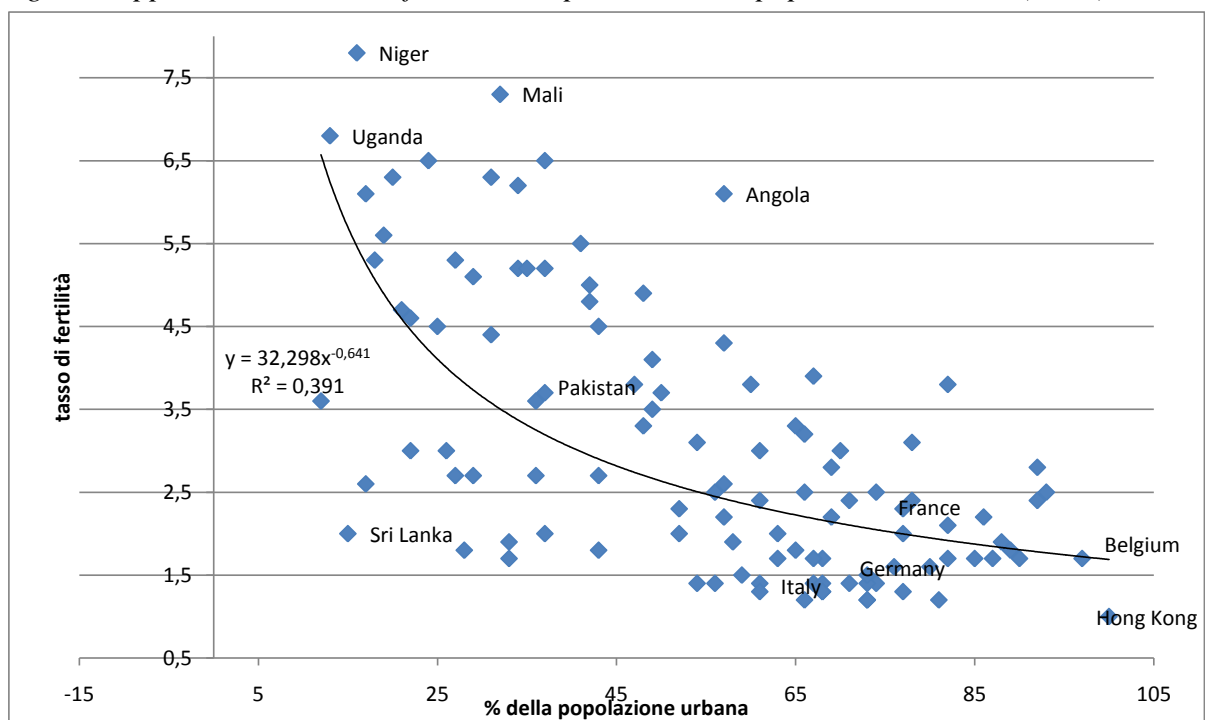
Una estensione di questo modello esprime quindi una tendenza all'agglomerazione e alla polarizzazione della struttura socio-economica che può ritenersi all'origine delle teorie successive dello sviluppo territoriale, da Christaller (1932), che ne individua la geometria, a Isard (1956), alla 'teoria della polarizzazione' del Perroux (1966), ecc.. Il territorio-mercato si struttura per metropoli e città, l'uomo economico tende a concentrare le sue funzioni produttive e di consumo, tende, anche spazialmente, a far incontrare la domanda con l'offerta. Qui risiede una prima legge che struttura i "termitai umani" e che esplicita la morfologia territoriale dell'"Homo economicus".

9. Città come ‘minimo demografico’

Che la città moderna sia un generatore di ricchezza appare evidente ma ciò non implica che essa sia anche all’origine della crescita demografica. L’ipotesi che si muove è opposta: la città moderna è l’organizzazione che ottimizza la ricchezza e risponde ad una crescita demografica già in atto nella società a produzione agricola e soprattutto risponde alla rivoluzione industriale agricola. E’ chiaro che una argomentazione dell’ipotesi richiederebbe indagini ponderose e lunghe ma è a tutti evidente che in principio la metropoli era la *polis* che aveva “figliato”, generato altre città, ognuna autosufficiente e sostenibile in termini ambientali, economici, politici. Metropoli, da *metéropolis*, la città madre, la città capitale, la città origine. La metropoli moderna è invece un’antifrasi di quella classica, a base agricola. Le città nate a seguito della rivoluzione industriale non nascono come entità metastatiche di *polis* originarie ma come luoghi attrattori dello spazio sociale, prima di prossimità e oggi globale; come “*buchi neri*” che svuotano e riconvertono lo spazio non-urbano, rurale, ne concentrano la “forza lavoro”, la densificano, la polarizzano, modificandone i comportamenti e lo stile di vita.

La diminuzione della fertilità non è generalizzabile ma appartiene, come da tempo la letteratura ha evidenziato, ad una precisa morfologia territoriale, quella urbana. Se si correlano i tassi di fertilità con i tassi di urbanizzazione la relazione appare evidente e mostra l’effetto città quale “*buco nero*” della natalità (fig. 7): la città attira popolazione da luoghi non urbani dandogli benessere (ricchezza e maggiore speranza di vita) ma in cambio ne rende implosiva la riproduzione.

Fig.8 – Rapporto tra il tasso di fertilità e la percentuale di popolazione urbana (2009)



Fonte: Elaborazione IRES su dati CIA, 2009;

E’ interessante notare che maggiore è l’urbanizzazione più si converge verso comportamenti riproduttivi simili. La differenziazione dei percorsi evolutivi diminuisce con l’urbanizzazione e nelle metropoli, nei territori-città (quelli con tassi di urbanizzazione del 90-100%), nelle megalopoli, i tassi di fertilità sono molto bassi.

La città quindi implementa la ricchezza e implode la fecondità. La sua crescita è cioè tutta riferibile alla forte attrattività che esercita sugli spazi circostanti, ai flussi migratori di origine rurale che confluiscono in essa quale fonte di maggiore benessere. L’esplosione demografica non

dipenderebbe quindi dall'urbanizzazione quanto dal complesso rapporto tra l'esistenza di nodi urbani industriali e la capacità generativa dei sistemi rurali da essi attratti, che sono passati nel tempo dalla dimensione regionale e locale a dimensioni sempre più estese, nazionali e oggi internazionali.

Nella metropoli moderna questi comportamenti sembrano generare una dinamica della popolazione che tende, molto probabilmente, verso un nuovo equilibrio malthusiano. Ciò è reso possibile da un processo orientato a contenere la natalità crescente globale e, per altro verso, a definire una nuova soglia di qualità dell'esistenza e della vita. Tutto questo avviene soprattutto attraverso l'imposizione/scelta di nuovi comportamenti riproduttivi, generati da un'insieme di concause tutte riferibili allo stile di vita urbano: forte competizione per l'accesso alle risorse, crescita costante della produttività, ma anche una crescente aspettativa di vita, maggiori bisogni e possibilità di cambiamento delle attività e dei ruoli, maggiori possibilità di consumo, ecc..

10. Il costo ambientale assoluto delle città

Sicuramente se si considera la città in quanto tale essa è un organismo energivoro e ad elevato consumo; una struttura dissipativa ad altissima organizzazione interna che intercetta e attrae, nel suo spazio economico e sociale, flussi di capitale umano e di risorse energetiche e materiali. Per mantenere la sua organizzazione essa "consuma" sia la capacità riproduttiva dei suoi abitanti, attraverso la rapida decrescita del tasso di fertilità, sia la capacità riproduttiva del capitale naturale. In tal senso la città è un sistema importatore netto di sostenibilità ambientale. Come afferma Odum "Il denaro circola nell'economia fra le persone ma non paga i processi e le componenti presenti in natura (...) All'interno dell'economia umana, i flussi energetici ed emergetici si concentrano verso i centri, cosa che spiega gli insediamenti e le città." (Odum, 2005, p. 105).

Non esistono studi che possano confermare in generale tale ipotesi ma le analisi IRES relative alla contabilità ambientale della città di Torino e del Piemonte corroborano questa tesi. L'analisi relativa alla contabilità di Emergia del Piemonte (Ferlandino e Tiezzi, 2001)⁵, fornisce i seguenti risultati per la città di Torino:

1. La *densità di emergia* (emergia divisa per l'area del sistema) risulta assai elevata, circa 16 volte superiore a quella piemontese e addirittura quasi 20 volte più grande di quella italiana. Torino è quindi un sistema energivoro ad altissima concentrazione di emergia sul territorio;
2. L'emergia locale rinnovabile R (in particolare acqua piovana ricevuta e calore geotermico), della città di Torino è pari a $2,45 \times 10^{19}$ sej/anno; l'emergia N derivante da fonti locali non rinnovabili (suolo eroso e acqua consumata) è pari a $2,47 \times 10^{20}$ sej/anno; l'emergia totale Y, compresa quella importata (import di manufatti e servizi), è pari a $5,59 \times 10^{21}$ sej/anno. In pratica il 97, 7% dell'energia che attraversa il sistema urbano torinese è importata e solo il 2,3% esprime il suo "PIL-ecologico";
3. L'energivorità e l'impatto sono anche esplicitati *dall'investimento emergetico* e dal *rapporto di impatto ambientale* che risultano molto alti, rispetto ai valori regionali e nazionali, mentre il *rendimento emergetico* risulta più basso e prossimo al valore unitario.

⁵ L'Emergia è la quantità di energia solare incorporata (*embodied*) nei prodotti e nei processi locali nonché nelle importazioni. Ciò coincide, in termini fisico-ambientali, con le intere Risorse economiche del Piemonte in un anno solare, cioè al Prodotto interno regionale cui si sommano le Importazioni, misurate in energia solare incorporata e non in denaro.

Tab. 1 - Confronto degli indici energetici del Comune di Torino con la Regione Piemonte e l'Italia.

Flussi o indici	Indicatori	Comune di Torino	Regione Piemonte	Italia
Flussi di energia				
Risorse rinnovabili locali usate (sej/anno)	<i>R</i>	$2,45 \times 10^{19}$	$5,06 \times 10^{21}$	$1,21 \times 10^{23}$
Risorse non rinnovabili locali usate (sej/anno)	<i>N</i>	$2,22 \times 10^{20}$	$5,63 \times 10^{22}$	$3,57 \times 10^{23}$
Energia importata usata (sej/anno)	<i>F</i>	$5,03 \times 10^{21}$	$3,35 \times 10^{22}$	$7,89 \times 10^{23}$
Energia totale usata all'interno (sej/anno)	<i>Y</i>	$1,09 \times 10^{22}$	$1,30 \times 10^{23}$	$1,27 \times 10^{24}$
Energia esportata (sej/anno)	<i>E</i>	$1,67 \times 10^{21}$	$3,11 \times 10^{22}$	$3,12 \times 10^{23}$
Indici				
Densità di energia (sej/m ² /anno)	<i>Y/Kmq</i>	$8,35 \times 10^{13}$	$5,11 \times 10^{12}$	$4,20 \times 10^1$
Energia usata per persona (sej/persona/anno)	<i>Y/ab.</i>	$1,18 \times 10^{16}$	$3,02 \times 10^{16}$	$2,20 \times 10^{16}$
Rapporto di investimento energetico	<i>F/(N+R)</i>	43,03	1,11	1,65
Rapporto di impatto ambientale	<i>(N+R)/R</i>	442,13	24,64	9,47
Rendimento energetico	<i>Y/F</i>	1,02	1,90	1,61

Fonte: dati IRES, 2001

L'analisi dell'impronta ecologica, svolta sempre all'IRES (Bagliani M., Ferlaino F., Martini F., 2005), riafferma quanto appena detto ad una scala più vasta:

1. l'impronta ecologica⁶ del Piemonte è di 22.237.640 gha (global hectares), pari a 5,28 gha pro-capite. La sua biocapacità (cioè il suo terreno ecologico utile in ettari globali) è di solo 4.607.018 gha e pertanto il suo deficit ecologico ammonta a 17.630.622 gha, pari a un dato di 4,18 gha pro-capite.

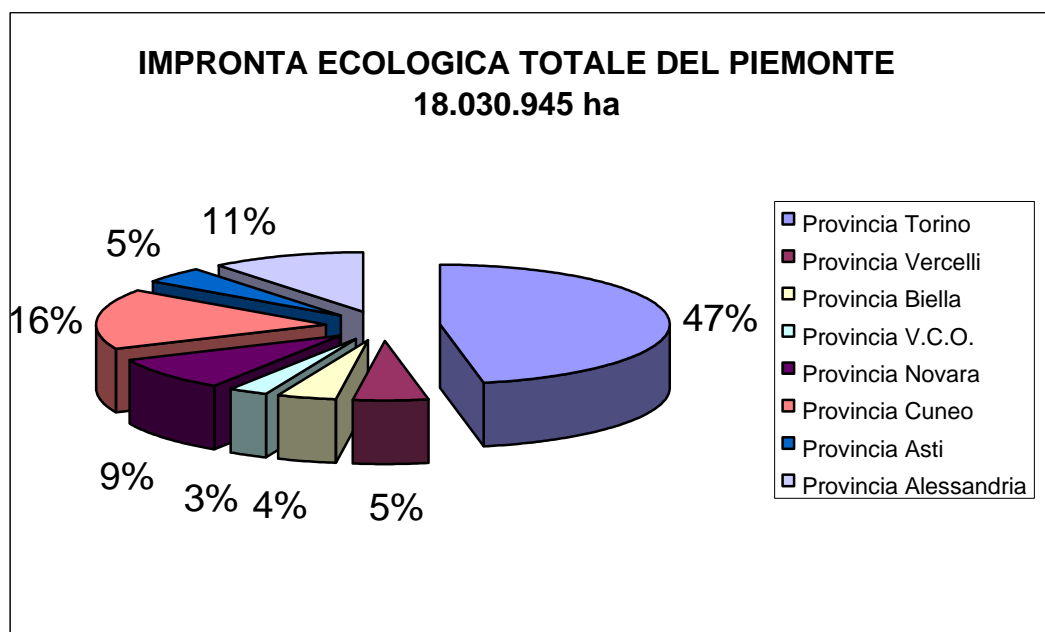
2. La provincia di Torino pesa circa il 47% dell'impronta totale del Piemonte (Bagliani M., Ferlaino F., Procopio S., 2002) ed è stimabile in circa 4 milioni di gha, ovvero poco meno dell'intera biocapacità regionale.

3. Ciò significa che una città grande quanto Torino avrebbe bisogno dell'intera biocapacità della regione di appartenenza per essere sostenibile. Niente rispetto a Tokyo che necessita del doppio dell'area del Giappone o a Londra che necessita del doppio dell'area bioproductiva della Gran Bretagna, quanto l'intera Spagna⁷.

⁶ Le modalità di calcolo dell'Impronta ecologica sono state di recente modificate dal Global Footprint Network e possono quindi esistere differenze, seppure non significative, tra i calcoli dell'IRES svolti prima del 2007 e quelli successivi.

⁷ I dati dell'impronta ecologica di alcune città sono disponibili in <http://www.gdrc.org/uem/footprints/index.html>.

Fig.9 - Impronta ecologica delle province piemontesi (1999, misurata in gha)



Fonte: IRES, 2002

Questa enorme dissipazione energetica (e la relativa trasformazione materiale e funzionale) è il costo da pagare al benessere e alla complessità strutturale (organizzativa e decisionale) di una grande città/metropoli. Sebbene siano possibili enormi risparmi attraverso una più elevata produttività energetica e materiale, come è suggerito esemplarmente dal Wuppertal Institut (von Weizsacker et al, 1998; Kuhndt, 2005), la morfologia territoriale urbana necessita comunque di una forte dissipazione energetica, attraverso cui mantenere gli attuali livelli di complessità funzionale⁸.

11. Il costo ambientale relativo delle città: *decoupling* territoriale ed *Environmental Urban Curve*

Ci si chiede: la città in quanto struttura dissipativa è solo una complessa combinazione di processi metabolici ordinati oppure gioca un ruolo morfogenetico che muove verso nuovi stati di equilibrio ambientale? La domanda ammette solo delle parziali risposte: esistono cioè alcuni segnali che sembrano indicare un tragitto nuovo entro cui strutturare un percorso di equilibrio ambientale possibile. Alla scala globale occorre ancora analizzare il terzo fattore della *I-PAT-Equation*, ovvero l'impatto generato per una unità di consumo di PIL prodotto.

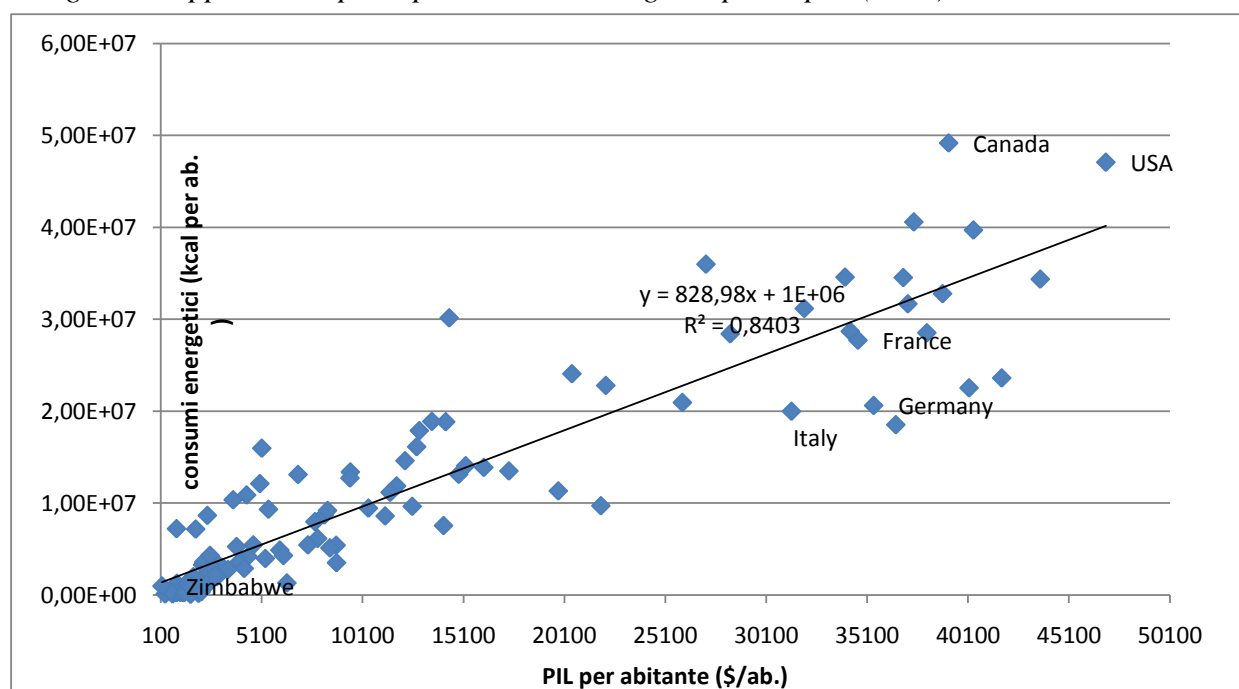
Per considerare l'impatto usiamo una "*proxi*" significativa, il consumo energetico definito dalla somma dei consumi petroliferi, di gas e elettrici standardizzati⁹.

⁸ La complessità funzionale è un concetto difficile da definire ma molto semplice da capire. In estrema sintesi può essere intesa come la possibilità fornita ad ogni persona di avere un ruolo sociale e dei fini verso cui muovere, pertanto di essere integrato, di essere un attore nel sistema sociale (Parsons, 1951). Il sistema si complessifica quando è in grado di assorbire entro tale processo l'incremento della sua popolazione (i suoi elementi); tenderà invece a semplificarsi quando una parte crescente di popolazione non è integrabile nel sistema sociale.

⁹ I consumi sono stati standardizzati in chilocalorie ($1 \text{ cal}_{th} = 4,186 \text{ J}$). L'assunto dell'indicatore è che l'impatto generato da una caloria termica sia grossomodo simile nelle diverse modalità energetiche (gas, petrolio, elettricità). L'assunto è corroborato dal fatto che 1 mc di gas (che è meno impattante del petrolio) equivale a circa 9500 kcal, contro le 11.000 kcal di un litro di petrolio. Inoltre per quanto concerne l'energia elettrica e senza entrare nel merito della sostenibilità della produzione di energia nucleare, solo il 17 % di elettricità è prodotto nel mondo da tale fonte contro il 39% prodotta dal carbone e circa il 20% da idroelettrico e rinnovabili.

E' interessante evidenziare come il consumo energetico¹⁰ sia fortemente correlato (linearmente) con il PIL ($r\text{-quadro}=0,84$) e ciò sembrerebbe vanificare l'ipotesi della *Environmental Kuznets Curve* a livello globale.

Fig. 10– Rapporto PIL procapite-consumi energetici pro capite (2009)



Fonte: Elaborazione IRES su dati CIA, 2009; WbM, 2009

E' anche importante osservare la distribuzione dei diversi paesi che vede una forte concentrazione verso il basso (quelli poveri, dove si ammassa la grande parte di essi) e verso l'alto (i paesi avanzati) mentre i valori intermedi appaiono più rarefatti. Emerge cioè un processo di crescita tendenzialmente dicotomico che corrobora le numerose analisi dello sviluppo a scala internazionale¹¹.

Per quanto concerne invece l'impatto generato il dibattito, lo abbiamo visto, è aperto.

Se si correla il consumo energetico per unità di PIL con l'urbanizzazione, l'intercetta polinomiale evidenzia una relazione complessa, tendente verso una forma di U rovesciata (una parabola, fig. 11). La lettura di questa relazione sembra suggerire che la città svolga un doppio ruolo: al crescere dell'urbanizzazione si avrebbe un aumento dell'impatto generato ma oltre il 60% di popolazione urbanizzata esso tenderebbe a diminuire, fino a raggiungere intensità decisamente minori.

L'energivorità andrebbe quindi correlata a due diverse processualità: la città agirebbe in un primo tempo come acceleratore dell'impatto, generando cioè "crescita"¹² e, in una seconda fase, quella dei sistemi territoriali maturi, quando l'urbanizzazione ha superato una certa soglia (oltre il 60% della popolazione urbanizzata) genererebbe "sviluppo", ovvero implementerebbe il benessere

¹⁰ Non sono stati considerati gli Emirati Arabi che hanno un consumo energetico per abitante decisamente anomalo rispetto al resto degli altri paesi.

¹¹ Ci riferiamo sia alle analisi relative al *take-off* economico dei paesi (Rostow, 1978) che a quelle relative allo sviluppo duale e allo scambio ineguale (Emmanuel, 1972).

¹² Per crescita si intende l'implementazione del benessere quantitativo economico a scapito dell'ambiente (Tiezzi, Marchettini, 1999)

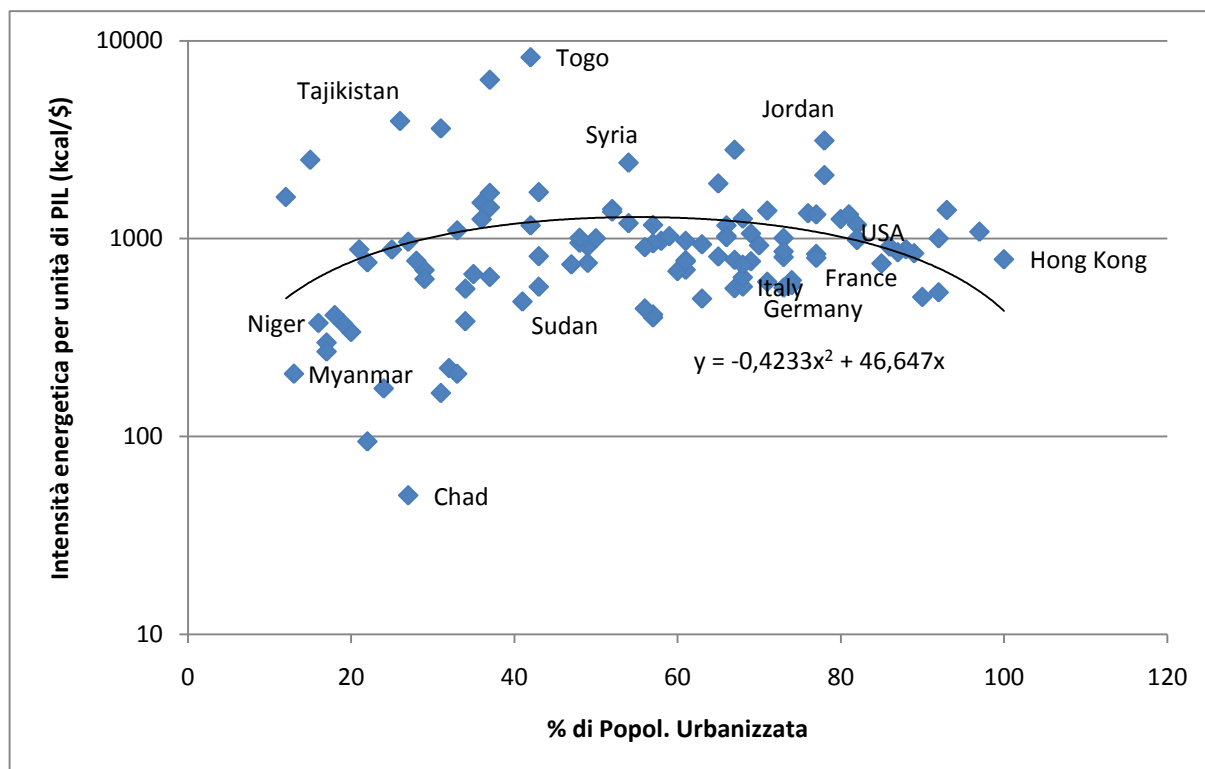
riducendo gli impatti (in termini relativi, per persona). Si avrebbe cioè una forma particolare di ‘*delinking* territoriale’, un disaccoppiamento della crescita urbana dall’impatto generato¹³.

Tale processo in effetti non è una canonica *Environmental Kuznets Curve*, in quanto non è definita da una diminuzione del carico ambientale in ragione dell’aumento del PIL (che abbiamo visto crescere proporzionalmente nell’analisi *cross-country*) quanto in virtù di una forma di organizzazione particolare della società, di tipo urbano. La causa di questo andamento non dipenderebbe dalle tecnologie usate (come abbiamo visto i consumi energetici crescono con la ricchezza) quanto dall’innescarsi di economie di scala che intervengono quando la concentrazione sociale diviene alta e supera determinate soglie (60% - 70% dell’urbanizzazione). E’ interessante osservare alcune relazioni:

1. l’intercetta polinomiale di secondo grado è a forma di U rovesciata;
2. oltre ai paesi ai paesi sviluppati (USA, Germania, Francia, UK, ecc.) o quelli più efficienti (Olanda, Svezia, ecc.) compaiono nella zona di testa anche paesi con un più basso reddito ma con forti indici percentuali di popolazione urbanizzata in via di sviluppo (Venezuela, Argentina, Cuba, Brasile, Giordania) o dei paesi dell’est europeo (Repubblica Ceca, Romania Bulgaria) e, infine, città stato come Hong Kong;
3. non si avverte una tendenza dicotomica nella relazione quanto una distribuzione piuttosto diffusa dei paesi.

Questo fatti possono essere interpretati come un particolare stato di ‘*delinking* territoriale’(Ferlandino e Lami, p.91) generato dalla organizzazione urbana.

Fig.11 - Relazione tra l’Impatto generato da una unità di PIL prodotto e la % di popol. urbana (2009)



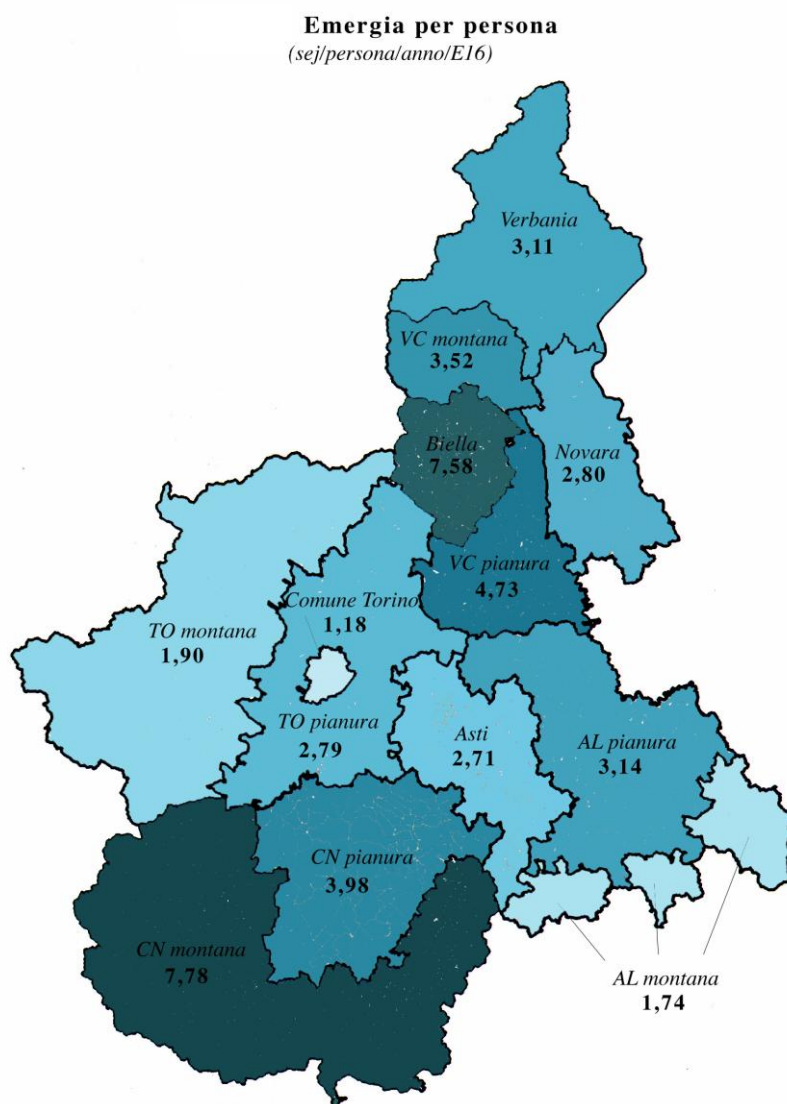
Fonte: Elaborazione IRES su dati CIA, 2009; WbM, 2009

¹³ Tutto questo non esonera chiaramente nessuno dal muovere verso città sostenibili ed *ecocities*, secondo la terminologia di Richard Register (1987).

Alla scala locale i termini del dibattito appaiono convergere con questo risultato ed evidenziano il ruolo che nei sistemi maturi gioca l'organizzazione urbana e metropolitana.

Il Piemonte è in questo senso un caso esemplare. L'energia per persona, ovvero l'energia incorporata e importata in un anno dalla città di Torino (misurata in joule-solari) era, secondo i dati IRES (anno 1998), la metà di quella regionale ed inferiore a quella nazionale (fig. 12). Lo stesso risultato si è ottenuto valutando con l'impronta ecologica per persona della provincia di Torino. Sempre allo stesso anno, essa risultava inferiore a quella regionale e minore delle altre province con l'eccezione del Verbano-Cusio-Ossola (la più bassa in assoluto tra le province del Piemonte).

Fig. 12 – Energia pro-capite in Piemonte



Fonte: IRES, 2001

Sono risultati passibili di generalizzazione? Sembrerebbe di sì: Liverpool aveva al 2001 una EF (*Ecological Footprint*) di 4.15 gha/ab., contro una media della Gran Bretagna di 4.9 gha/ab. (Barret e Scott, 2001); Berlino aveva, al 2000, una impronta ecologica di 4,06 gha/abit. contro i 4,7 gha/abit. della Germania (Pacholsky, 2000) e in Scozia, dove è stata fatta un'analisi molto accurata,

ben cinque città sulle sei studiate hanno delle impronte minori alla media nazionale¹⁴ (Chambers, Griffiths, Lewis, Jenkin, 2004)¹⁵.

Esiste quindi un differenziale tra le nazioni a scarsa urbanizzazione e quelle fortemente urbanizzate, che colloca le seconde entro processi più virtuosi di produttività energetica e materiale, dettati molto probabilmente dalla più efficiente organizzazione territoriale e dal migliore utilizzo delle economie di scala generate. In altri termini la forma urbana non è certamente indifferente e appare chiaro che la dispersione genera forti esternalità negative e costi collettivi incomparabilmente più alti (Camagni, Gibelli, Rigamonti, 2002) nonché una impronta ecologica per abitante (Høyer, Golden, 2003) decisamente maggiore.

12. Scenari territoriali e ambientali: reticoli e reti versus meso-reti

Un nuovo equilibrio ecologico è possibile senza diminuire la complessità economico-sociale che informa le società avanzate? Senza cioè ridurre entro la sola sfera locale l'intera attività produttiva e sociale? Può essere. I dati della contabilità ambientale delle economie occidentali mostrano che la grande esigenza, irrevocabile e urgente, è l'uscita dalle fonti energetiche fossili del modello di crescita. Ciò è richiesto sia per ridurre drasticamente l'impronta dei consumi e della produzione che per ricondurre entro soglie sostenibili le emissioni di CO₂, la causa più importante dei cambiamenti climatici e dei processi trasformativi più disastrosi¹⁶. Su tale fronte esistono proposte e un dibattito ricco e articolato ma anche ritardi e scarsa consapevolezza, che possono dimostrarsi fatali nella ricerca di nuovi equilibri. Ciò premesso ritorniamo al focus della nostra riflessione.

a. Nel 2009, per la prima volta nella storia dell'umanità, la popolazione urbana ha superato quella rurale. La morfologia urbana appare quindi il punto di arrivo di un percorso epigenetico che tende a strutturare e complessificare il mondo, il territorio intero. La necessità di questa epigenesi risiede, come abbiamo provato a dimostrare, nel fatto che la complessità funzionale e sociale poggia sulle città quali sistemi dissipativi, ovvero sistemi ordinati lontani dall'equilibrio termodinamico e ad alta 'organizzazione funzionale interna'. Sono cioè per loro stessa definizione sistemi energivori. La complessità è l'ordine, in un processo di ulteriore crescita della popolazione mondiale, non richiedono meno energia (come molti sembrano credere) ma ulteriore energia. L'urgenza del superamento della dipendenza dalle fonti fossili è pertanto corroborata.

b. In questo processo l'organizzazione morfologica della popolazione gioca un ruolo centrale. Tale organizzazione trasforma il metabolismo dei processi sociali catabolizzandone le forme riproduttive attraverso il crollo del tasso di fertilità e l'emergere di comportamenti riproduttivi tendenti a ridurre il fattore P della *I-PAT Equation*.

c. Lo stesso spazio sociale si sta modificando generando nei paesi in via di sviluppo forze centripete verso i nodi urbani, in quanto luoghi ordinati e complessi in grado di generare maggiore benessere, una speranza di vita più alta, una grande crescita dei consumi. Nello stesso tempo forme di risparmio, di ottimizzazione, di un uso parsimonioso delle risorse sembrano dominare centro.

¹⁴ Edinburg 5.12 gha/ab., Dundee 5.04, Inverness 5.00, Glasgow 4.91, Angus 4.78, contro una EF (ecological footprint) di 5,35 gha/ab. per la Scozia. Solo Aberdeen 5.37 ha una impronta superiore alla media nazionale. Altre stime per Londra danno una EF uguale alla media nazionale, qualora si tolga la quota dovuta ai turisti.

¹⁵ Questi valori sono tanto più significativi se si considera che i calcoli dell'impronta ecologica si basano più sui consumi (e sulla quantità di biocapacità necessaria a rigenerarli) che sui flussi produttivi.

¹⁶ In tal senso il bilancio calcolato nello studio (Ferlandino F. e Tiezzi, 2001) riconferma purtroppo la distanza della città di Torino dalla sostenibilità ambientale: il valore complessivo calcolato è (al 1998), di $7,04 \times 10^6$ tonnellate contro una quantità di CO₂ annualmente fissata dalla vegetazione esistente all'interno dell'area comunale pari a $2,43 \times 10^4$ tonnellate, ovvero ben due ordini di grandezza inferiore alla CO₂ equivalente emessa. Occorrerebbe l'intero Piemonte (senza quindi altri comuni e popolazione) per rendere sostenibile la città di Torino mentre per la sostenibilità della intera popolazione piemontese occorrerebbe l'intero capitale naturale disponibile nel nord-Italia.

d. Infine è la stessa intensità energetica a subire processi di trasformazione importanti: dopo una crescita iniziale, necessaria al *take-off* urbano, si assiste, per percentuali più alte di urbanizzazione, a una diminuzione dell'intensità dei consumi energetici. L'ipotesi, su cui ancora indagare e che abbiamo cercato di dimostrare, è che sia la stessa forma urbana nella sua fase di maturità a generare maggiori economie di scala e meccanismi di efficientizzazione dei flussi, che lasciano intravedere l'esistenza di una *Environmental Urban Curve*.

Sono meccanismi di trasformazione che se per un verso escludono il ritorno al "piccolo e bello" (se non come ulteriore *sprawl* e diffusione dell'urbano in forma policentrica) o l'ancoraggio (se non simbolico) a forme locali preindustriali, per altro verso non garantiscono l'affermazione indolore del modello urbano-metropolitano e l'implementazione dei livelli di complessità sociale.

Tuttavia l'urbano, il metropolitano, è lo scenario innovatore, al momento unico, di riferimento del futuro.

L'innovazione è certamente il carattere più pregnante della metropoli moderna e contemporanea, è il luogo generatore del continuo cambiamento ove si rinnovano tradizioni e culture. La metropoli è cioè il "luogo che dà luogo" alle innovazioni, che genera il nuovo: nuove idee, uno stile di vita, di scansione del tempo, di relazione con lo spazio. In senso sociologico: "Qui si riuniscono naturalmente le forze spirituali del tempo". E' nelle metropoli, in quanto centro della moderna civilizzazione, che si producono le nuove idee, i nuovi ideali. E le idee della città moderna "prendono possesso lentamente ma in modo sicuro, dello spirito collettivo, anche delle città più piccole" (Scheffler, 1913). Lo spirito metropolitano si dispiega e invade lo spazio come una macchia mentre nel contempo attrae, attira generando territori vuoti dove la rarefazione demografica non è data solo dalle nascite ma anche dai flussi migratori in uscita crescenti.

Quando il processo di attrazione (e di conseguente "prosciugamento" dei territori di prossimità e poi del rurale delle reti lunghe) è attuato le identità urbane e metropolitane guardano alla campagna e alla montagna, allo spazio agricolo e rurale da cui proviene la gran parte dei suoi abitanti (o un loro prossimo antenato), con rimpianto e idealizzazione. Ancora una volta la differenza con la *metro-polis* appare chiara e antifrastica: mentre la città antica era complementare al suo bacino d'influenza agricolo e rurale (necessario al suo auto-sostentamento), la città e la metropoli moderna come un'ameba cresce e si alimenta prima del suo bacino rurale poi, come un "blob tentacolare" dispiega i suoi assoni attirando nuove "vittime" rendendo ogni immigrato più produttivo ma meno riproduttivo. I flussi si estendono alla scala globale e il nodo urbano complesso è tenuto in vita dagli archi, dagli "assoni", attraverso cui la città scambia materie prime ed energetiche, prodotti, informazioni e idee, ben oltre il suo tradizionale bacino di gravitazione.

Quello che sembra entrare in crisi è il modello di crescita fondato sulla coppia locale/globale, dove il locale è espressione dei reticoli di prossimità e il globale delle reti lunghe che connettono i grandi nodi metropolitani. Forse nuovi scenari sono possibili tra il localismo delle filiere di prossimità (sociali ed economiche) e globalismo delle catene internazionali del valore.

Il glocale non è solo una espressione tendente a superare la dialogia locale/globale: è una forma nuova di relazionalità alla meso scala, dei luoghi, di quegli spazi che si relazionano tra loro attraverso nodi intermedi che non escludono collegamenti veloci pur dispiegando reti di prossimità; è la connessione attraverso meso-reti delle plurime polarità territoriali; è la coesistenza dei "territorio-memoria", da salvaguardare, conservare, idealizzare (per riconoscersi nella propria identità) e la città-nodo; è la sostenibilità di una organizzazione urbana complessa (ad alta intensità energetica) con il rispetto della naturalità locale e dei retaggi storici e territoriali.

Bibliografia

- Bagliani M., Ferlaino F., Martini F. (2005), Contabilità ambientale e impronta ecologica: casi studio del Piemonte, Svizzera e Rhône-Alpes/ Ecological Footprint Environmental Account: study cases of Piedmont, Switzerland and Rhône-Alpes, IRES, *Quaderni d'Europa* 5, Torino
- Bagliani M., Ferlaino F., Procopio S. (2002), L'Impronta Ecologica, in *Rapporto sullo stato dell'ambiente* 2002, Arpa-Piemonte, Torino, pp. 320-324.
- Barret J., Scott A. (2001), *An Ecological Footprint of Liverpool: Developing Sustainable Scenarios. A detailed Examination of Ecological Sustainability*, Stockholm Environment Institute and Sustainable Steps Consultant, Stockholm.
- Bresso M. (1993), Per una economia ecologica, La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Camagni R., Gibelli M.C., Rigamonti P. (2002), *I costi collettivi della città dispersa*, Alinea ed, Firenze.
- Chambers N., Griffiths P., Lewis K., Jenkin N. (2004), *Scotland's Footprint. A resource flow and ecological footprint analysis of Scotland. Report for Viridis*, Best Foot Forward Ltd, Oxford.
- Christaller W. (1932), *Le località centrali della Germania meridionale*, Franco Angeli (trad. 1980), Milano.
- Daly H. E. (1981), *Lo stato stazionario*, Sansoni, Firenze.
- de Vries J. (1984), *European Urbanization 1500-1899*, Harvard University Press. Cambridge (mass.)
- Dematteis G. (2000), Possibilities and limits of local development, in AAVV, *Geographies of Diversity. Italian Perspectives*, Società Geografica Italiana, Roma.
- Dematteis G., (1995) *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, Franco Angeli, Milano.
- Diamond J. (2005), *Collasso*, Ed. Einaudi, Torino.
- Ehrlich P.R. e J. Holdren (1971), The Impact of Population Growth, *Science*, n. 171; p.1212 – 17;
- Emmanuel A. (1972), Lo scambio ineguale. Gli antagonismi nei rapporti economici internazionali, Einaudi, Torino
- Ferlaino F. (2005), *La sostenibilità ambientale del territorio. Teorie e metodi*, Utet Libreria, Torino.
- Ferlaino F. e Tiezzi E. (a cura) (2001), *Analisi emergetica della sostenibilità ambientale della Regione Piemonte e del Comune di Torino*, IRES-Piemonte, Torino.
- Georgescu-Roegen N. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass).
- Høyer K.G. e Golden E. (2003), Household Consumption and Ecological Footprint in Norway –Does Urban Form Matter?, *Journal of Consumer Policy*, n. 26, Kluwer Academic Publishers, pp.327-49.
- Isard W. (1956), Localizzazione e spazio economico, Cislupino (trad.1962), Milano.
- Kuhndt M. (2005), Teoria e pratica del delinking del 'benessere' dall'uso della natura': Material Flow Accounting (MFA), Material Input per Service Unit (MIPS), Resource Efficiency Accounting (REA), in: F.Ferlaino (a cura), *La sostenibilità ambientale del territorio. Teorie e metodi*, Utet Libreria, Torino.
- Latouche S. (2007), La scommessa della decrescita, Feltrinelli, Milano.
- Launhardt W. (1885), Il fondamento matematico dell'economia politica, in: Bagioti T. (a cura) *Marginalisti matematici*, UTET (trad. 1975), Torino.
- Mandelbrot B.B. (1962), Paretian distributions and income maximization, in *Quarterly Journal of Economics*, vol LXXVI, pp. 517-43.
- Maturana H., Varela F. (1985), *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*, Marsilio, Padova.

- Mazzanti M. e Zoboli R. (2005), Waste indicators, Economic Drivers and Environmental Efficiency: Perspectives and Delinking and Empirical Evidence for Europe, *Quaderno deit*, 12/200, Università di Ferrara.
- Meadows D.H. et al. (1974), I limiti dello sviluppo: Rapporto del System Dynamics Group Massachusetts Institute of Technology (MIT) per il progetto del Club di Roma sui dilemmi dell'umanità, Mondadori, Milano, 1974.
- Morowitz H.J. (1979), *Energy Flow in Biology*, Ox Bow Press, Woodbridge.
- Odum H. T. (2005), “ Un’analisi basata su ‘emergy’ ed ‘emdollari’”, in F.Ferlaino (a cura), *La sostenibilità ambientale del territorio. Teorie e metodi*, Utet Libreria, Torino
- OECD (1995), *Monitoring the World Economy 1820-1992*, OECD, Paris.
- OECD (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, OECD Development Centre, Paris.
- OECD (2002), *Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth*, OECD, Paris.
- OECD (2003), *The World Economy: Historical Statistics*, OECD Development Centre, Paris.
- Pacholsky J., (2000), *The Ecological Footprint of Berlin (Germany) for the Year 2000*, thesis, Stirling University (Scotland).
- Parsons T. (1951), *Il sistema sociale*, Edizioni di Comunità, , Milano (trad.1965).
- Perroux F. (1966), (a cura), *L’economia del XX secolo*, Comunità, Milano.
- Prigogine I., Allen P.M., Herman R. (1979) ‘*The Evolution of Complexity and the Laws of Nature. A Contribution to the 3° Generation Report to the Club of Rome: Goals for a Global Society*’, tradotto in italiano in ‘*La Nuova Alleanza. Uomo e natura in una scienza unificata*’, Longanesi, Milano, pp. .
- Prigogine. I. (1979), *La nuova alleanza. Uomo e natura in una scienza unificata*, Longanesi, Milano.
- Rosen, K. T. and Mitchel Resnick (1980), The size distribution of cities: An examination of the pareto law and primacy, *Journal of Urban Economics*, 8(2), pp.165–186.
- Rostow W.W., (1978) *The world economy*, MacMillan, Londra
- Stern D., (2002), “Explaining changes in global sulphur emissions: an econometric decomposition approach”, *Ecological Economics*, 42 (2002), 201-220.
- Thom R. (1980), *Modelli matematici della morfogenesi*, Einaudi (trad.1985), Torino,
- Tiezzi E., Marchettini N. (1999), Che cos’è lo sviluppo sostenibile? Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico, Donzelli, Roma.
- UN (2009), Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2008 Revision*, <http://esa.un.org/unpp>
- Véron J., (2009), La popolazione mondiale e lo sviluppo sostenibile, in Castronovo V (a cura) *Storia dell’economia mondiale*, vol 8, pp. 510-26.
- von Weizsacker E. U., Lovins A. B., Lovins L. H. (1998), *Fattore 4 : come ridurre l'impatto ambientale moltiplicando per quattro l'efficienza della produzione*, Edizioni Ambiente, Milano.