



## **ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE INFRASTRUTTURE STRADALI E LO SVILUPPO SOCIO-ECONOMICO**

### **Pasquale Colonna**

Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari  
v. Re David 200, 70125 Bari  
Tel: +39.080.5963388 - Fax: +39.080.5963329  
E-mail: p.colonna@poliba.it

### **Achille Fonzone**

Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari  
v. Re David 200, 70125 Bari  
Tel: +39.080.5963388 - Fax: +39.080.5963329  
E-mail: a.fonzone@poliba.it

# **ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE INFRASTRUTTURE STRADALI E LO SVILUPPO SOCIO- ECONOMICO**

**PASQUALE COLONNA** – Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari

**ACHILLE FONZONE** – Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari

## **SOMMARIO**

Lo scopo che induce una collettività ad incrementare il proprio patrimonio infrastrutturale è quello di migliorare la qualità della vita e/o variare la geografia del proprio sistema sociale. Si sono trovate relazioni lineari tra l'intero patrimonio infrastrutturale nazionale e il prodotto interno lordo; inoltre è stato osservato che la composizione del patrimonio infrastrutturale cambia all'aumentare del reddito. Ricerche più approfondite sono necessarie per comprendere il collegamento tra le infrastrutture di trasporto e lo sviluppo socio-economico. L'articolo propone un quadro concettuale utile per la lettura del rapporto nel caso di infrastrutture lineari; quindi si presentano i dati riguardanti gli indicatori principali e si analizzano alcune elaborazioni statistiche, in particolare concernenti le strade. I risultati forniscono interessanti suggerimenti e propongono alcune linee guide per la ricerca.

## **ABSTRACT**

The aim of a community in increasing its infrastructure stock is to improve the quality of life and/or to change the geography of its social system. Linear relationships between whole infrastructural stock and GDP have been found; moreover it has been observed that the composition of the infrastructural stock changes as the income grows up. Further researches are needed to understand the link between transport facilities and development. The paper proposes a conceptual framework to read the rapport in the case of the linear infrastructures, then data concerning meaningful indicators are presented and some statistical elaborations – in particular about roads – are analysed. The results draw interesting suggests and propose some guidelines for the research.

## **1. INTRODUZIONE**

Lo scopo che induce una collettività ad incrementare lo stock infrastrutturale è quello di migliorare la qualità della vita e/o variare la geografia del proprio sistema sociale – eventualmente modificandone i confini. In particolare, le infrastrutture di trasporto mutano l'accessibilità, omogeneizzando (nel caso delle strade) o polarizzando (il trasporto su rotaia) il territorio; ne consegue che alcuni rapporti sociali ed economici sono incoraggiati – in taluni casi, addirittura permessi – altri collocati in secondo piano. Il trasporto, comunque, è legato agli altri elementi del sistema territoriale da numerose relazioni bidirezionali, a carattere locale e/o globale, che generano la complessità del sistema stesso e, al medesimo tempo, gli conferiscono una certa capacità di auto-organizzazione. Lo sviluppo dell'information technology disgiunge i concetti di accessibilità della conoscenza e mobilità; la globalizzazione dei mercati e dei fattori della produzione, e la transizione verso la produzione di beni e servizi ad alto contenuto di informazione modificano l'importanza, assoluta e relativa, delle infrastrutture di trasporto.

Le conclusioni del World Development Report “Infrastructure and development” [1] sembrano avvalorare l’idea di uno sviluppo regionale a stadi, almeno nel campo delle infrastrutture; il lavoro della World Bank, infatti, accanto ad una relazione lineare – con pendenza pressoché unitaria – tra il capitale infrastrutturale totale e il PIL (che misura la produzione totale di beni e servizi finali all’interno del territorio nazionale di un dato Paese, senza tenere in conto la distinzione tra titoli nazionali e stranieri), registra il cambiamento della composizione dello stock infrastrutturale al crescere del reddito, ricalcando puntualmente l’approccio stadiale di Hoover e Fisher [2]: per i Paesi a basso reddito, sembrano essere importanti le infrastrutture di base (per l’acqua potabile e l’irrigazione) e, in grado minore, il trasporto; in quelli a reddito medio, in cui la domanda di acqua è praticamente del tutto soddisfatta e l’agricoltura riduce la propria importanza nel complesso dell’economia, un rilievo maggiore è assunto dal trasporto; l’energia e le telecomunicazioni, invece, diventano preponderanti nei Paesi ricchi. Un contributo miliare alla comprensione dei fattori che influenzano la dotazione infrastrutturale è fornito da un lavoro di Canning [3], che, analizzando i dati relativi a 152 Paesi, dal 1950 al 1995, trova che le infrastrutture non di trasporto crescono uno a uno con la popolazione, ma più che proporzionalmente col PIL pro capite, mentre quelle di trasporto aumentano meno che proporzionalmente con la popolazione e dipendono dal reddito solo dopo che si è superata una certa soglia. Sul lato della domanda di mobilità, appare suggestivo il lavoro di Schafer e Victor [4]: la ricerca prende le mosse da alcuni noti studi comportamentali (vedi, ad esempio, [5]) che dimostrano la costanza – indipendentemente da condizioni storiche, geografiche ed economiche – del tempo medio giornaliero (Time Travel Budget – TTB, pari a circa 1,1 ore/giorno) e della percentuale del PIL pro capite (Travel Money Budget – TMB, pari, in condizioni di motorizzazione diffusa, pari mediamente a circa il 12%) riservati da ciascun uomo agli spostamenti. Lo studio registra una proporzionalità diretta – anche in questo caso con pendenza unitaria – tra il PIL/cap e la mobilità (pkm), anche se con differenze accentuate nei valori assoluti tra aree regionali con diverse condizioni di sviluppo. L’incremento di domanda di mobilità al crescere del reddito può essere soddisfatto solo ricorrendo a mezzi di trasporto più veloci; gli scenari regionali costruiti sviluppando tali premesse non sono uniformi, tuttavia si può concludere che per una mobilità pari a 5.000-7.000 pkm/cap prevale il trasporto a bassa velocità, a 10.000 pkm/cap è imperante l’automobile, oltre questa soglia aumenta l’utilizzo di mezzi più veloci, ma l’automobile rimane ugualmente una modalità essenziale di spostamento, come attesta la relativa quota di TTB. Le conclusioni di Schafer e Victor suggeriscono, come chiave interpretativa delle differenze tra le regioni, l’eredità infrastrutturale, in parte determinata dalla densità di popolazione, dalle politiche e dai gusti.

Il nostro lavoro si propone di suggerire uno schema di interpretazione della dotazione nazionale di infrastrutture lineari di trasporto, presenta i dati relativi ad indicatori significativi ed analizza i risultati di alcune elaborazioni statistiche – in particolare riguardanti le strade – ricavandone interessanti indicazioni; infine vengono suggerite alcune possibili linee di ricerca.

## **2. LA DOTAZIONE INFRASTRUTTURALE NAZIONALE: FATTORI ED INDICATORI**

### **2.1. Il quadro concettuale**

Un'avveduta pianificazione delle infrastrutture di trasporto presuppone la possibilità di prefigurare le conseguenze di una variazione dell'offerta infrastrutturale, data la situazione iniziale; la questione sembrerebbe ovvia, ma, in realtà, è spesso trascurata nella pratica, anche a causa della complessità delle considerazioni richieste. Come esemplificato dal citato lavoro di Schafer e Victor [4], interessanti indicazioni possono essere dedotte assumendo che lo spostamento sia un bisogno originario dell'uomo, derivando direttamente dalla sua natura sociale; tale assunzione suggerisce alla ricerca sulle dinamiche del sistema trasportistico di concentrare l'attenzione su

- la presenza di persone;
- l'esistenza di distanze da superare;
- il bisogno e la possibilità di muoversi.

Ciò raccomanda di confrontare i dati relativi all'infrastruttura almeno con quelli concernenti la popolazione, la geografia e l'economia, che nel seguito saranno genericamente indicati come fattori territoriali.

Si noti che, trattando di problemi di sviluppo, quindi di situazioni molto complesse, è necessario ricorrere all'uso di indicatori, ossia di parametri indicanti non appena una grandezza fisica, ma una dimensione del problema analizzato; pertanto, l'utilità degli indicatori scelti deve essere valutata non per l'accuratezza della misura di una certa grandezza all'interno di un fenomeno, ma per la capacità di mostrare le linee evolutive di una certa situazione, anche a scapito della precisione o del rigore. In generale, gli indicatori devono essere scelti in modo da rispettare alcuni requisiti:

- la rilevanza, ossia l'essere caratteristici di un processo interessante da conoscere;
- l'affidabilità, ossia l'attitudine a rispecchiare la situazione reale;
- la tempestività, ossia la capacità di fornire indicazioni in tempo utile per l'intervento;
- il loro insieme, infine, deve essere esaustivo, ossia descrivere tutti i fattori rilevanti per l'evento studiato.

Poiché il nostro obiettivo principale è la comprensione delle dinamiche in atto, diventa preponderante l'esattività, mentre si può prestare meno attenzione alla tempestività; determinate è, invece, la disponibilità di un congruo numero di dati [6].

Trattandosi di fatti caratterizzabili da una pletora di elementi, il primo passo è la scelta delle dimensioni ritenute fondamentali e degli indicatori atti a rappresentarle; le decisioni al riguardo chiaramente non sono univoche, e il relativo valore dipende dal contributo alla pratica che il modello dimostra di poter offrire. Nel seguito, si presenta un possibile insieme di indicatori, dedotti dal quadro concettuale ora esposto; si delinea così uno schema interpretativo, la cui applicabilità e conseguente valutazione dipendono dalla disponibilità dei dati e dalla soluzione di alcuni problemi teorici, di volta in volta evidenziati; in particolare, si osserva sin d'ora che, poiché le infrastrutture si sviluppano al servizio della mobilità generatasi come risposta al bisogno di movimento dell'uomo, un'analisi compiuta dovrebbe studiare anche i dati relativi alla mobilità stessa, al momento non disponibili. La grave insufficienza delle conoscenze, tuttavia, come si vedrà, non impedisce di dedurre indicazioni interessanti, pur mantenendo implicita la variabile mobilità.

## **2.2. Gli elementi dello schema interpretativo**

### **2.2.1. Fattori ed indicatori infrastrutturali**

In questa relazione ci occuperemo prevalentemente delle infrastrutture lineari – strade, ferrovie, vie d'acqua interne e condotte – la cui completa definizione richiederebbe la conoscenza di almeno tre parametri:

- l'estensione chilometrica;
- la capacità possibile;
- lo stato di manutenzione.

L'estensione chilometrica rappresenta un dato di immediata lettura, abbastanza conosciuto e facile da trattare, perché è possibile sommare tra loro anche i valori relativi a strutture fisicamente diverse, quali autostrade, strade, ferrovie e condotte. Le informazioni così ottenute, però, sono piuttosto incomplete, perché non in grado di rappresentare efficacemente la mobilità effettivamente soddisfacibile; sarebbero necessarie, perciò, indicazioni sulla capacità, per tenere in conto la qualità delle strutture analizzate. In questo caso, nascerebbe il problema di ragguagliare il traffico stradale, ferroviario e fluviale con la portata delle condotte. La conoscenza dello stato di manutenzione è necessaria per tenere in conto i cambiamenti, indotti dall'utilizzo, rispetto alla capacità di progetto; poiché lo stato di manutenzione è funzione del numero e della frequenza degli interventi, sono queste le grandezze da monitorare e da combinare per avere un indice significativo. In realtà, le informazioni sulla mobilità di cui è stato possibile disporre sono poche e tutte di tipo qualitativo; pertanto i risultati ottenuti sono da considerarsi plausibili linee interpretative sino al momento in cui sarà possibile convalidarle tramite i dati sulla qualità delle infrastrutture.

### **2.2.2. Fattori ed indicatori territoriali**

#### *a) La popolazione*

La popolazione dovrebbe essere rappresentata tramite:

- la consistenza numerica;
- il livello delle relazioni.

L'infrastruttura di trasporto dovrebbe permettere spostamenti le cui caratteristiche (numero ed, entro certi limiti, lunghezza) sono funzione non solo della consistenza numerica della popolazione (numero complessivo di abitanti), ma anche della complessità delle relazioni: è ragionevole attendersi che il crescere dell'esigenza di rapporti sociali – corrispondente a differenti modelli culturali – si traduca fisicamente in un maggiore sviluppo delle infrastrutture di trasporto. Per tenere conto di questo aspetto si può considerare l'incidenza della tecnologia e della cultura, valutate convenzionalmente tramite la numerosità delle linee telefoniche e la diffusione dei diversi gradi di scolarizzazione.

#### *b) La geografia*

I fattori geografici rilevanti dovrebbero descrivere:

- la superficie servita, possibilmente “corretta”;
- la struttura territoriale.

L'introduzione del parametro “superficie corretta” è necessaria per tenere in conto l'esistenza di aree non antropizzate, in cui la presenza dell'uomo e delle sue attività è così ridotta da rendere pressoché inutile la presenza di infrastrutture di trasporto. L'implementazione del concetto è subordinata all'individuazione di grandezze che misurino l'antropizzazione di una regione e dei relativi valori soglia; il primo dei due problemi potrebbe essere risolto incrociando i dati relativi alla densità abitativa (persone/kmq) con quelli del consumo energetico annuo per unità di area (tep annue medie/kmq): infatti, l'informazione sulle localizzazioni abitative fornite dalla prima

grandezza, non considerando le localizzazioni produttive, ha bisogno di essere integrata con qualcosa che, in generale, indichi la presenza umana sul territorio. Attualmente, tuttavia, i dati necessari non sono disponibili e, perciò, si è costretti, in prima approssimazione, a far riferimento alla superficie totale. Bisogna inoltre considerare l'informazione sulla struttura territoriale poiché sembra ragionevole aspettarsi che modelli insediativi di tipo urbano abbiano esigenze differenti da quelle di tipo rurale e che insediamenti concentrati generino una domanda diversa da quelli diffusi. Per verificare la correttezza di questa ipotesi, possono impiegarsi i dati relativi alla percentuale di popolazione urbana e di popolazione residente nelle grandi città.

*c) L'economia*

Infine, un'utile caratterizzazione dell'economia dovrebbe essere in grado di cogliere:

- il livello produttivo raggiunto;
- la struttura del sistema produttivo;
- l'equità distributiva.

Essendo il trasporto un servizio strumentale, va indagata la relazione tra la dotazione infrastrutturale e il livello della produzione (misurata dal PIL), ma anche con il tipo di sistema produttivo, poiché economie avanzate con settori produttivi ed aree geografiche fortemente interdipendenti dovrebbero implicare un maggior numero di spostamenti; in prima approssimazione, la struttura dell'economia può essere rappresentata dall'incidenza dell'agricoltura, del commercio con i Paesi dell'OECD (l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) e degli investimenti, pubblici e privati. L'opportunità di considerare l'equità distributiva deriva dalla riflessione che, a parità di reddito medio, una minore disuguaglianza tra le diverse fasce sociali dovrebbe generare un maggior numero di spostamenti (ci sono più persone che possono viaggiare), anche se di lunghezza minore; purtroppo, non sono accessibili indicatori per la misura diretta dell'equità, ragion per cui si rinvia il relativo studio ad ulteriori ricerche.

### **3. I DATI UTILIZZATI**

Il database analizzato raccoglie dati trasportistici e territoriali di 212 Nazioni, quasi tutti concernenti l'anno 1995, scelto come riferimento perché ad esso sono relativi i dati disponibili per le infrastrutture di trasporto. Fanno eccezione i dati sui veicoli, per i quali sono state reperite notizie solo per l'anno 1996; è ragionevole tuttavia ritenere che in un anno non ci siano state variazioni tali da inficiare i risultati ottenuti dall'analisi. Di seguito si riportano i dati disponibili, raggruppati per fonte; le sigle in corsivo sono le abbreviazioni usate nel seguito:

*Bureau of Transportation Statistics [7]*

- ferrovie (lunghezza totale in km);
- strade (lunghezza totale in km);
- canali navigabili interni (lunghezza totale in km);
- condotte (lunghezza totale in km);
- aeroporti (numero totale).

*The World Bank [8]*

- PIL a parità di potere d'acquisto (*GDP<sub>ppp</sub>*). È il prodotto interno lordo trasformato in dollari internazionali utilizzando i saggi di parità di potere d'acquisto. Un dollaro internazionale ha lo stesso potere d'acquisto rispetto al PIL di un dollaro USA negli Stati Uniti.);
- PIL reale pro capite (*GDP<sub>pc</sub>* – prezzi internazionali, anno base 1985);

- Agricoltura, valore aggiunto (*Ava* – il valore aggiunto dell'agricoltura misura la produzione del settore agricolo; misurato come frazione del PIL);
- Popolazione (*P*);
- Popolazione urbana (*U* – misurata come frazione della popolazione totale);
- Scambi con i Paesi dell'OECD (*TwO* – gli scambi sono la somma dell'esportazione e dell'importazione di beni e servizi; misurati come frazione del PIL);
- Investimento pubblico (*PuI* – % del PIL);
- Investimento privato (*PrI* – % del PIL);
- Sovvenzioni governative per "Trasporto & Comunicazione" (*T&CGF* – % del PIL);
- Iscrizioni alla scuola di primo grado (*SEP* – il rapporto lordo di iscrizione è il rapporto delle iscrizioni totali – senza tener conto dell'età – rispetto alla popolazione appartenente al gruppo di età che ufficialmente corrisponde al livello di educazione considerato. L'educazione di primo grado fornisce ai bambini gli strumenti di base per leggere, scrivere e far di conto, insieme ad una conoscenza elementare di alcune discipline quali la storia, la geografia, le scienze naturali, le scienze sociali, l'arte e la musica);
- Iscrizioni alla scuola di secondo grado (*SES* – l'educazione di secondo livello completa l'istruzione di base iniziata nella scuola di primo grado, e cerca di porre le basi per l'apprendimento costante e per lo sviluppo umano, offrendo una formazione più personalizzata ed orientata a fornire competenze particolari tramite insegnanti specializzati);
- Iscrizioni alla scuola di terzo grado (*SET* – l'educazione di terzo grado, più o meno caratterizzata da un livello di ricerca avanzato, normalmente richiede, come requisito minimo di ammissione, il completamento dell'educazione di secondo livello);
- Linee telefoniche principali ogni mille abitanti (*TM* – le linee telefoniche principali sono le linee che connettono l'apparecchiatura dell'utente alla rete telefonica pubblica);
- Livello di reddito (secondo la classificazione della World Bank del reddito nazionale lordo pro capite 2000: basso al di sotto di 756\$; medio-basso tra 756 e 2.995\$; medio-alto tra 2.996 e 9.265\$; alto oltre i 9.265\$)

*The World Bank [9]*

- Popolazione residente nelle città maggiori (*PiLC* – % della popolazione urbana in città con più di 750.000 abitanti, ottenuta per interpolazione lineare tra i valori del 1980 e del 2000)

*USA Central Intelligence Agency [10]*

- Superficie nazionale (*A* – in km quadrati)

*Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit [11]*

- Veicoli passeggeri;
- Veicoli commerciali;
- Veicoli su due ruote.

#### **4. ANALISI DI CORRELAZIONE**

Si è già evidenziato come la risposta ad una variazione dell'offerta infrastrutturale dipenda dalle condizioni iniziali del sistema, ossia dal grado di sviluppo della Nazione considerata. Nel seguito, si è scelto di utilizzare come indicatore di tale sviluppo il

livello di reddito secondo la classificazione della World Bank. Sono stati calcolati sia i coefficienti di correlazione relativi a ciascun gruppo di Nazioni sia quelli a livello mondiale. Si è posta attenzione a confrontare grandezze tra loro omogenee: i risultati relativi a quelle globali sono riportati nelle tab. dalla 2 alla 6; nelle tab. 7 e 8, sono state variamente paragonate i valori pro capite di grandezze territoriali (TM, SA e GDPpc), della dotazione di strade e del numero di veicoli. Peraltro, gli alti coefficienti di correlazione che si trovano tra le varie infrastrutture di trasporto (par. 4.1), permettono di generalizzare i risultati ottenuti per le sole strade.

Per rendere più omogeneo il campione analizzato nell'analisi di correlazione, sono state considerate solamente le nazioni per le quali la serie dei dati relativi alle infrastrutture è completa; si è ottenuto così un gruppo di 73 Paesi, di cui 20 a reddito alto (tutti appartenenti all'OECD), 15 a reddito medio-alto, 21 a reddito medio-basso, 17 a reddito basso.

#### 4.1. Le correlazioni interne del sistema infrastrutturale

Gli alti coefficienti di correlazione – intorno allo 0,900 – registrati in quasi tutti i raffronti (vedi, ad esempio, i valori in nero nella tab. 1) mostrano che la dotazioni trasportistiche crescono in maniera sostanzialmente omogenea in tutti i gruppi di Nazioni ed anche a livello mondiale; fanno eccezione i corsi d'acqua interni, la cui presenza è legata imprescindibilmente alle caratteristiche fisiche del territorio, chiaramente indipendenti dal sistema socio-economico. Già in questa prima fase, si evidenzia il comportamento anomalo dei Paesi a reddito medio-alto (valori in rosso nella tab. 1), poi sempre confermato nel resto dell'analisi.

Nella tabella seguente si riportano i coefficienti di correlazione che legano tra loro i diversi tipi di infrastrutture a livello mondiale:

	<b>ferrovie</b>	<b>strade</b>	<b>corsi d'acqua interni</b>	<b>condotte</b>	<b>aeroporti</b>
<b>ferrovie</b>	1,000				
<b>strade</b>	0,881 <b>0,636</b>	1,000			
<b>corsi d'acqua interni</b>	0,618 <b>0,565</b>	0,423 <b>0,947</b>	1,000		
<b>condotte</b>	0,912 <b>0,519</b>	0,878 <b>0,105</b>	0,393 <b>0,047</b>	1,000	
<b>aeroporti</b>	0,837 <b>0,761</b>	0,901 <b>0,828</b>	0,356 <b>0,845</b>	0,943 <b>0,529</b>	1,000

**Tabella 1 - Coefficienti di correlazione tra i diversi tipi di infrastruttura (a livello mondiale, in nero; delle Nazioni a reddito medio-alto, in rosso)**

#### 4.2. Le correlazioni esterne del sistema infrastrutturale

##### 4.2.1. La popolazione

Per ciascun gruppo si calcolano forti correlazioni positive con P, mentre i valori diminuiscono quando si passa a considerare l'insieme "mondo" (tab. 2-6); ciò, probabilmente, a significare che le infrastrutture sono legate in maniera decisiva alla

consistenza numerica della popolazione ma, al variare del livello di sviluppo, varia la dotazione pro capite. La P ha correlazione maggiori con le infrastrutture lineari per il trasporto passeggeri, mentre meno rilevanti sono i rapporti con le condotte – legate più che altro al tipo di materiale da trasportare – e con gli aeroporti – legati alla qualità del trasporto richiesto (servono per spostamenti rapidi e collegamenti internazionali).

Le correlazioni con *Telefoni* (pari al numero totale di linee telefoniche, ossia  $\text{Telefoni} = TM * (P/1000)$ ) sono caratterizzate da elevati coefficienti positivi; ciò sembrerebbe confermare che il fenomeno trasporto va considerato come espressione del più generale bisogno di comunicazione, all'interno del quale i rapporti di tipo tradizionale (tramite spostamento di persone e/o di cose) e quelli tramite telecomunicazione si sviluppano contestualmente.

Interessante il rapporto con la scolarizzazione: si notano significativi valori positivi – in genere, superiori a 0,500 – con SES nei Paesi a reddito basso, con SES e SET in quelli a reddito medio-basso, con SET nei Paesi dell'OECD. Ciò potrebbe essere spiegato ipotizzando a) che ciascun livello di reddito sia caratterizzato da un tipo di scolarizzazione, il cui grado cresce col reddito stesso; b) che il bisogno di comunicazione cresca col diffondersi di tale grado di scolarizzazione. Al solito i Paesi a reddito medio-alto forniscono un'informazione, l'alta correlazione con SEP, fuori tendenza e di difficile interpretazione.

#### **4.2.2. La geografia**

Dall'analisi di correlazione, il rapporto tra l'estensione superficiale di una Nazione e la sua dotazione trasportistica appare particolarmente stretto per i Paesi di reddito medio; i valori minori registrati negli altri due gruppi sono da ascrivere a situazioni opposte: nel caso dei Paesi poveri, ci sono situazioni in cui la dotazione non è ancora sufficientemente sviluppata rispetto alla superficie servita (soprattutto nel caso degli aeroporti), mentre tra gli Stati ricchi si hanno casi di densità territoriale della rete più alta dello standard.

I due indicatori relativi alla struttura territoriale – U e PiC – forniscono valori assoluti di correlazione in genere piuttosto bassi; il fatto che i valori assoluti di PiC (che ha sempre segno negativo) siano un po' più alti potrebbe indicare che non è l'urbanizzazione in quanto tale ad influire sulla dotazione infrastrutturale, ma la metropolizzazione che, concentrando attività e residenze, richiede minori collegamenti.

In ogni caso i bassi valori dei coefficienti di correlazione degli indicatori geografici potrebbero essere connessi alla necessità di dati sulla superficie corretta, che purtroppo non è stato possibile rintracciare.

#### **4.2.3. L'economia**

GDPppp, misura del volume globale dell'economia di una Nazione, è fortemente correlato all'infrastruttura di trasporto in tutte le situazioni di sviluppo ed in particolare nel caso dei Paesi dell'OECD; sembra essere dunque questo il fattore economico determinante l'offerta infrastrutturale.

La conclusione sembrerebbe essere sostenuta dalla circostanza che tutti gli indicatori che in qualche modo esprimono la struttura dell'economia – Ava, TwO, PuI, PrI (anche se questi ultimi permettono soltanto considerazioni di validità limitata, essendo scarsamente significativo il campione per il quale si conoscono i dati), tutti espressi in percentuali del PIL – hanno bassi coefficienti di correlazione, mentre, al contrario, se si

verifica per i volumi complessivi di ciascun settore (ad esempio,  $Ava\ TOT = Ava * GDP_{ppp} / 100$ ), si trovano valori positivi significativamente alti.

Tra dotazione infrastrutturale e percentuale di stanziamenti pubblici (T&CGF) nel settore dei trasporti e della comunicazione la correlazione è di tipo negativo, come è da attendersi considerando che l'analisi è di tipo cross-country e perciò i Paesi con una dotazione avanzata si preoccupano di meno delle infrastrutture; allo stesso tempo ciò sembrerebbe indicare che solo poche risorse sono dedicate alla manutenzione. Interessante è che, quando si va ad analizzare  $T\&CGF\ TOT$  (al solito,  $T\&CGF\ TOT = T\&CGF * GDP_{ppp} / 100$ ), si trovano sì coefficienti positivi, ma di valore assoluto insignificante, tranne che nel caso dei Paesi OECD, per i quali si hanno coefficienti maggiori di 0,850; ciò potrebbe essere interpretabile come segno del fatto che solo nei Paesi sviluppati le infrastrutture sono parte di un sistema socio-economico tale che una spesa pubblica maggiore trova riscontro in un servizio maggiore, mentre negli altri casi si hanno situazioni istituzionali e finanziarie tali che tra investimenti ed infrastrutture non c'è una corrispondenza certa [12].

Nella tabelle seguenti sono raccolti i coefficienti di correlazione tra le varie infrastrutture e gli altri indicatori nazionali per ciascun livello di reddito e a livello mondiale; sono stati evidenziati i valori più elevati (superiori a 0,500). È bene sottolineare che bassi coefficienti a livello mondiale non significano necessariamente che tra le grandezze non c'è correlazione, ma può indicare anche l'esistenza di soglie, ossia che al crescere del livello di sviluppo, pur persistendo una relazione di tipo lineare, i rapporti cambiano generando una notevole dispersione quando si guarda il quadro globale.

		numero di dati	ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aerporti	rete (somma delle infrastrutture)
POPOLAZIONE	<b>P</b>	73	0.400	0.404	0.663	0.160	0.153	0.398
	<b>Telefoni</b>	72	0,841	0,913	0,387	0,879	0,848	0,919
	<b>SEP</b>	59	0,118	0,118	0,264	0,046	0,090	0,116
	<b>SES</b>	51	0,179	0,158	-0,050	0,119	0,070	0,154
	<b>SET</b>	68	0,407	0,349	-0,037	0,391	0,318	0,355
GEOGRAFIA	<b>A</b>	73	0.789	0.554	0.808	0.563	0.517	0.584
	<b>U</b>	72	0,190	0,148	-0,065	0,179	0,176	0,151
	<b>PiLC</b>	65	-0,403	-0,361	-0,381	-0,277	-0,233	-0,365
ECONOMIA	<b>GDP<sub>ppp</sub></b>	68	0.815	0.909	0.472	0.815	0.806	0.912
	<b>Ava</b>	62	-0,185	-0,173	0,022	-0,165	-0,164	-0,173
	<b>TwO</b>	67	-0,251	-0,272	-0,244	-0,151	-0,203	-0,268
	<b>PuI</b>	27	0,269	0,117	0,455	-0,021	-0,343	0,138
	<b>PrI</b>	27	0,051	0,057	0,157	-0,084	-0,127	0,060
	<b>T&amp;CGF</b>	40	-0,416	-0,372	-0,278	-0,264	-0,259	-0,366
	<b>Ava TOT</b>	62	0,364	0,359	0,670	0,121	0,121	0,354
	<b>TwO TOT</b>	67	0,707	0,710	0,484	0,675	0,603	0,720
	<b>PuI TOT</b>	27	0,704	0,436	0,907	0,217	-0,070	0,478
	<b>PrI TOT</b>	27	0,787	0,592	0,906	0,273	0,079	0,629
	<b>T&amp;CGF TOT</b>	40	0,839	0,828	0,712	0,894	0,833	0,839

**Tabella 2 - Coefficienti di correlazione tra dotazione infrastrutturale e altri indicatori territoriali a livello mondiale**

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastrutt
POPOLAZIONE	<b>P</b>	0,986	0,883	0,824	0,898	0,392	0,909
	<b>Telefoni</b>	0,878	0,652	0,960	0,940	0,264	0,695
	<b>SEP</b>	0,315	0,258	0,404	0,353	0,129	0,275
	<b>SES</b>	0,578	0,478	0,617	0,603	0,208	0,503
	<b>SET</b>	0,137	0,140	0,113	0,194	0,285	0,143
GEOGRAFIA	<b>A</b>	0,842	0,619	0,932	0,911	0,369	0,662
	<b>U</b>	-0,161	-0,174	-0,179	0,116	0,002	-0,178
	<b>PiLC</b>	-0,648	-0,588	-0,558	-0,654	-0,289	-0,606
ECONOMIA	<b>GDPpnn</b>	0,921	0,726	0,936	0,951	0,328	0,765
	<b>Ava</b>	-0,141	-0,099	-0,085	-0,197	-0,166	-0,104
	<b>TwO</b>	-0,265	-0,270	-0,140	-0,158	0,177	-0,271
	<b>PuI</b>	0,423	0,098	0,758	0,648	-0,277	0,150
	<b>PrI</b>	0,430	0,286	0,558	0,642	0,700	0,318
	<b>T&amp;CGF</b>	-0,534	-0,535	-0,608	-0,178	-0,508	-0,538
	<b>Ava TOT</b>	0,969	0,817	0,882	0,924	0,334	0,850
	<b>TwO TOT</b>	0,787	0,522	0,985	0,951	0,266	0,572
	<b>PuI TOT</b>	0,754	0,408	0,989	0,972	-0,041	0,469
	<b>PrI TOT</b>	0,839	0,540	0,970	0,998	0,596	0,145
<b>T&amp;CGF TOT</b>	0,135	0,089	0,746	0,706	0,862	0,098	

**Tabella 3 - Coefficienti di correlazione tra dotazione infrastrutturale e altri indicatori territoriali, Paesi a basso reddito**

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastruttur
POPOLAZIONE	<b>P</b>	0,800	0,787	0,787	0,794	0,632	0,808
	<b>Telefoni</b>	0,967	0,914	0,928	0,951	0,797	0,948
	<b>SEP</b>	-0,222	0,060	0,352	-0,127	0,103	0,060
	<b>SES</b>	0,400	0,369	0,057	0,242	0,373	-0,112
	<b>SET</b>	0,468	0,432	0,419	0,420	0,411	0,444
GEOGRAFIA	<b>A</b>	0,983	0,871	0,991	0,993	0,815	0,930
	<b>U</b>	0,299	0,293	0,305	0,304	0,402	0,303
	<b>PiLC</b>	-0,451	-0,574	-0,390	-0,433	-0,478	-0,540
ECONOMIA	<b>GDPpnn</b>	0,756	0,736	0,775	0,768	0,630	0,763
	<b>Ava</b>	-0,251	-0,221	-0,281	-0,235	-0,292	-0,236
	<b>TwO</b>	-0,257	-0,238	-0,264	-0,236	-0,423	-0,248
	<b>PuI</b>	0,707	0,449	0,051	0,731	0,477	0,119
	<b>PrI</b>	-0,080	0,078	-0,043	-0,095	-0,435	0,068
	<b>T&amp;CGF</b>	0,082	0,008	0,759	-0,145	0,586	0,022
	<b>Ava TOT</b>	0,340	0,421	0,341	0,371	0,278	0,409
	<b>TwO TOT</b>	0,475	0,496	0,499	0,487	0,340	0,504
	<b>PuI TOT</b>	0,259	0,192	0,071	0,480	-0,108	0,210
	<b>PrI TOT</b>	0,079	0,069	0,057	0,095	-0,220	0,074

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastruttur
	<b>T&amp;CGF TOT</b>	0.258	0.130	0.239	0.162	-0.106	0.141

**Tabella 4 - Coefficienti di correlazione tra dotazione infrastrutturale e altri indicatori territoriali, Paesi a reddito medio-basso**

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastruttur
<b>POPOLAZIONE</b>	<b>P</b>	0.710	0.892	0.814	0.433	0.878	0.904
	<b>Telefoni</b>	0,479	0,509	0,411	0,184	0,430	0,515
	<b>SEP</b>	0,714	0,579	0,583	0,523	0,791	0,604
	<b>SES</b>	0,091	0,163	-0,479	-0,336	-0,371	0,094
	<b>SET</b>	-0,121	-0,414	-0,365	-0,279	-0,341	-0,416
<b>GEOGRAFIA</b>	<b>A</b>	0.638	0.922	0.945	0.231	0.923	0.928
	<b>U</b>	0,336	0,195	0,217	0,261	0,366	0,209
	<b>PiLC</b>	-0,278	-0,409	-0,380	-0,137	-0,237	-0,413
<b>ECONOMIA</b>	<b>GDP<sub>ppp</sub></b>	0.686	0.775	0.718	0.493	0.846	0.791
	<b>Ava</b>	-0,191	0,039	-0,011	-0,392	0,019	-0,197
	<b>TwO</b>	-0,599	-0,465	-0,380	-0,180	-0,442	-0,476
	<b>PuI</b>	-0,353	-0,232	-0,186	-0,316	-0,499	-0,246
	<b>PrI</b>	-0,415	-0,169	-0,077	-0,313	-0,164	-0,184
	<b>T&amp;CGF</b>	-0,669	-0,602	-0,331	-0,479	-0,532	-0,642
	<b>Ava TOT</b>	0,598	0,837	0,760	0,224	0,744	0,841
	<b>TwO TOT</b>	0,295	0,096	0,037	0,746	0,359	0,123
	<b>PuI TOT</b>	0,176	0,406	0,354	0,017	0,238	0,403
	<b>PrI TOT</b>	0,384	0,629	0,687	0,213	0,646	0,635
<b>T&amp;CGF TOT</b>	0,176	0,194	0,081	0,284	0,231	0,217	

**Tabella 5 - Coefficienti di correlazione tra dotazione infrastrutturale e altri indicatori territoriali, Paesi a reddito medio-alto**

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastruttur
<b>POPOLAZIONE</b>	<b>P</b>	0.881	0.921	0.834	0.875	0.861	0.919
	<b>Telefoni</b>	0,921	0,956	0,882	0,923	0,913	0,956
	<b>SEP</b>	-0,020	0,004	0,011	-0,043	-0,040	-0,001
	<b>SES</b>	-0,320	-0,315	-0,199	-0,347	-0,295	-0,318
	<b>SET</b>	0,603	0,484	0,499	0,509	0,492	0,503
<b>GEOGRAFIA</b>	<b>A</b>	0.778	0.657	0.599	0.655	0.639	0.663
	<b>U</b>	0,085	0,069	0,102	0,059	0,069	0,034
	<b>PiLC</b>	-0,370	-0,328	-0,368	-0,350	-0,297	-0,333
<b>ECONOMIA</b>	<b>GDP<sub>ppp</sub></b>	0.913	0.951	0.871	0.915	0.90	0.950
	<b>Ava</b>	-0,253	-0,240	-0,238	-0,228	-0,189	-0,240
	<b>TwO</b>	-0,398	-0,498	-0,392	-0,352	-0,375	-0,484
	<b>PuI</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

		ferrovie	strade	corsi d'acqua interni	condotte	aeropori	rete (somma delle infrastruttur
	<b>PrI</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	<b>T&amp;CGF</b>	-0,582	-0,531	-0,463	-0,470	-0,466	-0,528
	<b>Ava TOT</b>	0,912	0,934	0,834	0,874	0,878	0,931
	<b>Two TOT</b>	0,852	0,825	0,797	0,844	0,781	0,831
	<b>PuI TOT</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	<b>PrI TOT</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	<b>T&amp;CGF TOT</b>	0,878	0,885	0,884	0,923	0,875	0,890

**Tabella 6 - Coefficienti di correlazione tra dotazione infrastrutturale e altri indicatori territoriali, Paesi a reddito alto**

#### 4.2.4. Gli indicatori pro capite

L'esame delle tab. 7 e 8 porta alle seguenti considerazioni:

a) tra TM e strade pro capite, i coefficienti relativi ai diversi livelli di sviluppo sono piuttosto bassi, mentre, a livello aggregato, si ottiene un valore pari a 0,608. La spiegazione più ragionevole sembra l'ipotesi che, su scala temporale, le due grandezze crescano proporzionalmente, ma quando – come nel nostro caso – si considerano dati coevi, la relazione non appare evidente perché differenti milieux generano situazioni diverse e quindi una dispersione dei dati. Ci si propone di effettuare una verifica in tal senso appena in possesso delle serie storiche dei dati statistici.

b) GDPpc, che misura l'efficienza produttiva di un'economia, ha coefficienti di correlazione con le strade per persona apprezzabilmente più bassi di quelli che GDPppp ha con la dotazione totale, con segni negativi per i Paesi di reddito medio. Da ciò sembra possibile dedurre due suggerimenti: per un verso si ha un'altra conferma che il carattere dominante è quanto si produce e non come è prodotto, dall'altro che i Paesi a reddito medio attraversano una fase di transizione, probabilmente legata alla terziarizzazione, per questo gli incrementi di produttività avvengono senza bisogno di variare la dotazione infrastrutturale.

In ogni caso è evidente che:

c) la dotazione infrastrutturale stradale pro capite è in qualche modo correlata a GDPpc (come si può evincere dal coefficiente di correlazione dei dati aggregati – pari a 0,616 – e dal confronto con le fig. 2 e 3);

d) nell'ambito di ciascun gruppo di livello di reddito, la dotazione stradale pro capite dipende dalla superficie specifica ( $SA=A/P$ ; cfr. fig. 3) e, in misura minore, dalla tecnologia (tab. 7);

e) in ogni situazione di reddito, GDPpc è connesso molto più a TM e al numero di veicoli pro capite che non alle strade per persona. Conseguente che, probabilmente, nella scala di priorità dell'utilizzazione del reddito, la tecnologia precede l'infrastruttura. Anche in questo caso, la disponibilità di serie storiche consentirebbe di verificare definitivamente l'ipotesi.

<i>STRADE PRO CAPITE</i>	mondo	reddito basso	reddito medio-basso	reddito medio-alto	alto reddito, OECD
<b>TM, Diffusione tecnologica - POPOLAZIONE</b>	0,608	0,228	0,342	0,067	0,146
<b>SA – GEOGRAFIA</b>	0,455	0,719	0,670	0,114	0,791
<b>GDPpc - ECONOMIA</b>	0,616	0,057	-0,138	-0,128	0,398
<b>Veicoli pro capite</b>	0,590	0,247	0,299	0,118	0,106

**Tabella 7 – Coefficienti di correlazione tra dotazione di infrastruttura stradale e altri indicatori territoriali – valori pro capite**

<i>GDPpc</i>	mondo	reddito basso	reddito medio-basso	reddito medio-alto	alto reddito, OECD
<b>strade pro capite</b>	0,616	0,057	-0,138	-0,128	0,398
<b>TM</b>	0,948	0,636	0,393	0,364	0,649
<b>veicoli pro capite</b>	0,922	0,535	0,515	0,159	0,444

**Tabella 8 – Coefficienti di correlazione con il GDPpc**

## 5. LA SITUAZIONE DELLE STRADE

### 5.1. La sensibilità del sistema stradale

Si è provato ad interpretare la dotazione stradale totale di ciascuna nazione tramite diverse regressioni; in prima approssimazione è sembrato corretto utilizzare un modello di tipo moltiplicativo, riconducibile ad una regressione lineare tra i logaritmi dei rispettivi indicatori; tra l'altro, tale scelta permette una facile leggibilità, poiché i coefficienti così calcolati sono proprio le elasticità. In sostanza, la relazione è del tipo

$$y = k \cdot \prod_{j=1}^n IT_j^{a_j}$$

dove  $y$  è la grandezza da spiegare (la lunghezza, totale o pro capite, della rete stradale in km),  $IT_j$  il generico indicatore territoriale considerato influente,  $a_j$  la relativa elasticità; queste ultime possono essere valutate globalmente (mondo) o per gruppi di Paesi appartenenti allo stesso livello di reddito. I risultati sono stati molto variabili, come è intuibile data la complessità del problema e lo stadio iniziale delle ricerche.

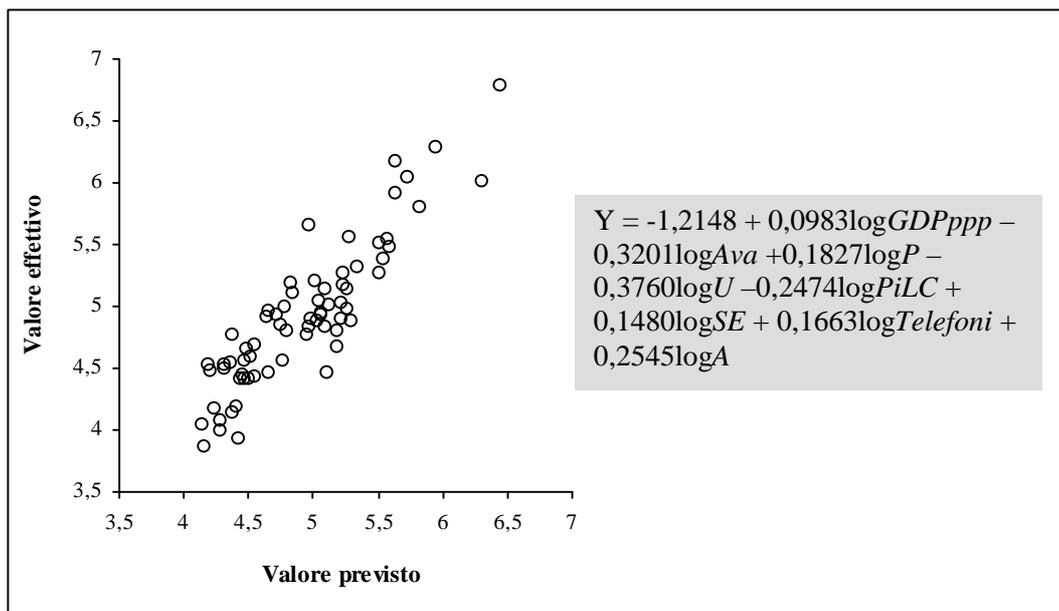
#### 5.1.1. La dotazione stradale totale

Alcune delle più rilevanti regressioni calcolate per la dotazione totale di strade sono riportate in tab. 10. I valori di  $R^2$  e di  $R^2_{agg}$  – quest'ultimo utile per paragonare l'efficacia dell'interpretazione di modelli di regressione con diverso numero di parametri – denotano che il modello scelto è abbastanza esplicativo in tutte le situazioni, eccetto quella dei paesi a reddito medio-basso; si veda per esempio la differenza tra valori previsti ed effettivi relativa alla situazione mondiale, riportato in fig. 1. L'indicazione più attendibile che si trae è di carattere qualitativo: in generale, le

elasticità assumono valori assoluti bassi per i paesi a basso reddito, massimi per quelli a reddito medio alto, per poi tornare a diminuire per i paesi ricchi; ciò, insieme alla variabilità del segno dei coefficienti che lo stesso indicatore assume nelle diverse regressioni, dimostra che il sistema stradale ha una sensibilità alle condizioni esterne molto variabile con lo sviluppo economico del Paese. Lo strano risultato (elevato valore assoluto, segno negativo) che si ha per il GDPppp dei Paesi a reddito medio-alto – che, peraltro, si è già detto mostrare andamenti differenti dalle Nazioni con livelli differenti di sviluppo – si può interpretare immaginando in tali situazioni un cambiamento delle caratteristiche produttive, per questo la crescita dell’economia è legata alla terziarizzazione e perciò procede senza bisogno di nuove infrastrutture. Ulteriori ricerche sono in ogni caso indispensabili, e per individuare con più precisione i fattori rilevanti nelle diverse situazioni e per interpretare i coefficienti calcolati.

<i><b>DOTAZIONE STRADALE TOTALE</b></i>	<b>alto reddito, OECD</b>	<b>reddito medio-alto</b>	<b>reddito medio- basso</b>	<b>reddito basso</b>	<b>mondo</b>
<b>Intercetta</b>	-11,3961	2,4942	0,5302	-1,2685	1,2148
<b>Log GDPppp</b>	1,2997	-1,0485	0,5656	-0,1343	0,0983
<b>Log Ava</b>	0,1955	-1,4495	0,4171	-0,2783	-0,3201
<b>Log P</b>	0,4063	1,4863	-0,4218	1,0445	0,1827
<b>Log U</b>	0,8338	1,1178	-0,3114	0,1914	-0,3760
<b>Log PiLC</b>	0,5308	-1,0261	-0,6895	-0,0083	-0,2474
<b>Log SE</b>	0,8178	3,0629	0,9244	0,2769	0,1480
<b>Log Telefoni</b>	-0,8609	-0,0998	0,0437	-0,1280	0,1663
<b>Log A</b>	0,1978	0,6471	0,0917	0,0290	0,2545
<b>N</b>	17	13	20	19	69
<b>R<sup>2</sup></b>	0,94	0,93	0,72	0,91	0,80
<b>R<sup>2</sup><sub>agg</sub></b>	0,89	0,79	0,51	0,84	0,78

**Tabella 10 - Regressione relativa alla dotazione totale di strade**



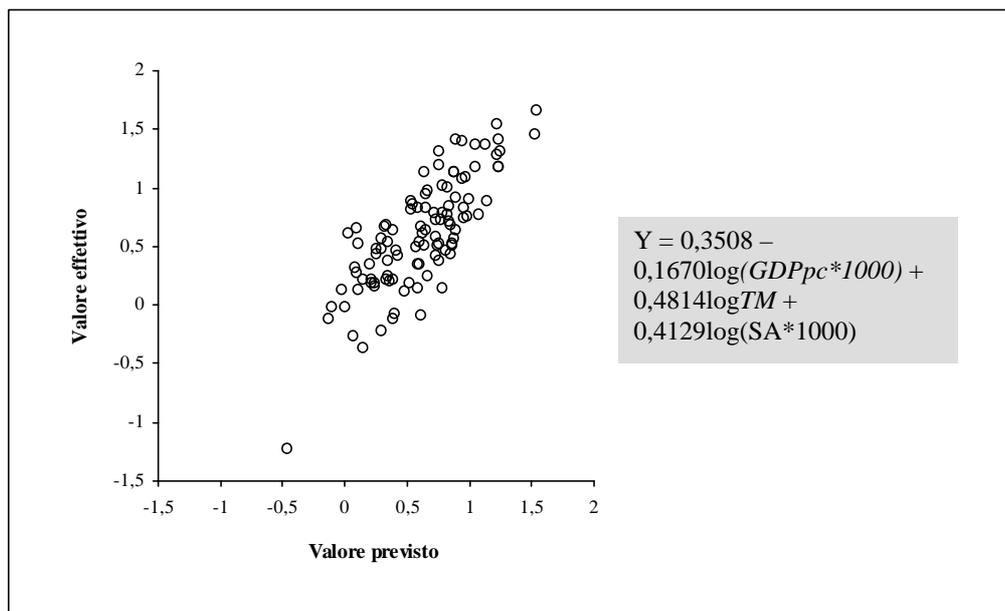
**Figura 1 – La regressione calcolata per la dotazione totale di strade, relativamente alla situazione mondiale**

### 5.1.2. La dotazione stradale pro capite

Per la dotazione pro capite, si è scelto un modello di regressione notevolmente semplificato, che utilizza come variabili interpretative i soli tre indicatori (GDPpc, TM, SA) espressi in termini pro capite.  $R^2$  e  $R^2_{agg}$  – insieme con i coefficienti, in tab. 11 – mostrano che l'utilizzo di questi tre fattori non riesce a rappresentare le dinamiche in gioco, soprattutto per i Paesi a reddito medio-alto. In questo caso quindi, anche le considerazioni qualitative perdono di significato e si segnala l'esigenza di individuare altri indicatori – omogeneizzabili rispetto alla popolazione – con cui rappresentare le grandezze descritte nel par. 2. Per completezza, in fig. 2 si visualizza la regressione ottenuta per i dati aggregati a livello mondiale. Si segnala che le analoghe regressioni, calcolate con gli stessi indicatori riferiti però all'intera popolazione di ciascuna Nazione, dà luogo a coefficienti  $R^2$  e  $R^2_{agg}$  più significativi.

<i><b>DOTAZIONE STRADALE PRO CAPITE</b></i>	<b>alto reddito, OECD</b>	<b>reddito medio-alto</b>	<b>reddito medio- basso</b>	<b>reddito basso</b>	<b>mondo</b>
<b>Intercetta</b>	-2,4084	3,2173	4,1062	1,7809	0,3508
<b>Log (GDPpc*1000)</b>	0,5105	-0,4989	-0,7625	-0,4291	-0,1670
<b>Log TM</b>	-0,1640	0,2732	0,5409	0,4061	0,4814
<b>Log (SA*1000)</b>	0,2918	0,1914	0,3229	0,5396	0,4139
<b>N</b>	20	12	27	38	106
<b><math>R^2</math></b>	0,64	0,30	0,39	0,63	0,63
<b><math>R^2_{agg}</math></b>	0,57	0,03	0,31	0,59	0,62

**Tabella 11 – Regressione relativa alla dotazione pro capite di strade**



**Figura 2 - La regressione calcolata per la dotazione pro capite di strade, relativamente alla situazione mondiale**

## 5.2. L'evoluzione delle opportunità

La valutazione dell'efficacia e dell'efficienza del sistema dei trasporti di una Nazione richiede la conoscenza delle dinamiche che presiedono a) alla possibilità di movimento disponibili, b) a quanto tali disponibilità siano sfruttate. La fattibilità degli spostamenti richiede l'esistenza e di "opportunità infrastrutturali" e di "opportunità veicolari"; è ragionevole ipotizzare che tali opportunità si influenzino reciprocamente, pur con rapporti differenti a differenti livelli di sviluppo.

Nel seguito si è analizzato lo status quo del sottosistema stradale. L'alta correlazione che lega infrastruttura stradale e popolazione suggerisce di rendere paragonabili i dati sulle dotazioni viarie dividendoli per la popolazione totale; si ottiene così un indicatore di opportunità infrastrutturale – "m di strada pro capite" – significativo e facile da leggere. Analogamente, si è adoperato l'indicatore "veicoli pro capite" – ottenuto dividendo il numero totale di veicoli (veicoli passeggeri, veicoli commerciali, veicoli su due ruote) in uso nel 1996 per la popolazione – per valutare l'andamento delle opportunità veicolari. Al momento, invece, non è stato possibile reperire dati adeguati sulla mobilità, che è la misura più immediata di quanto siano sfruttate le varie opportunità; si noti, tuttavia, che l'indicatore "veicoli per persona", seppur in maniera piuttosto rozza, può fornire anche alcune indicazioni sulla mobilità, se si considera il possesso di un veicolo in qualche modo rappresentativo della domanda di mobilità degli utenti. I dati trasportistici sono stati paragonati con gli altri due fattori territoriali, geografia ed economia, rappresentate – per omogeneità, anche in questo caso, tramite valori pro capite – da A/P e GDPppp/P.

Trattandosi di rintracciare relazioni qualitative, tese più che altro ad individuare le dinamiche, il mezzo di indagine più idoneo è sembrato quello grafico. I grafici più significativi ottenuti sono riportati tutti insieme dopo il commento.

Le fig. 3 e 4 presentano il cambiamento della dotazione stradale per persona al variare delle condizioni economiche (GDPppp/P); nella fig. 4, inoltre, sono rappresentate anche le condizioni geografiche, poiché l'area dei cerchi è proporzionale

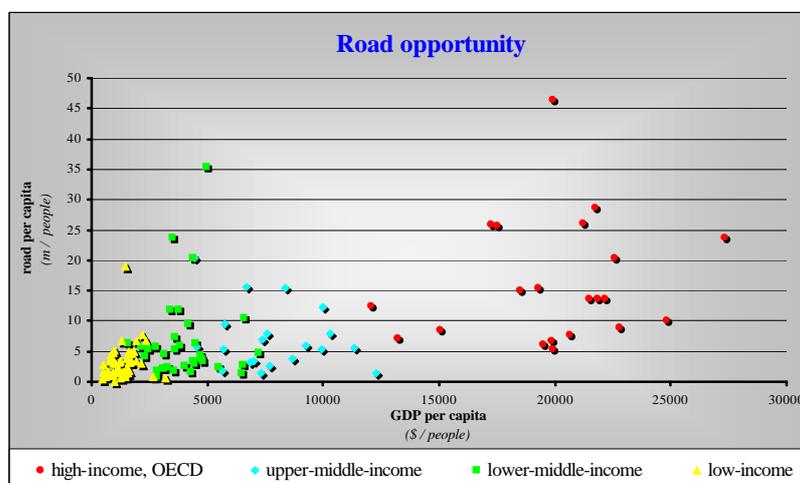
alla superficie specifiche dei Paesi le cui condizioni stradali ed economiche sono individuate dal centro del cerchio stesso. Nella fig. 3 si può notare una tendenza alla proporzionalità tra strade e livello della produzione, anche se con una certa dispersione; nella 4 si riscontra che, a parità di livello di reddito, i punti più alti sono tendenzialmente quelli con una maggiore superficie specifica e che tale propensione diventa più incidente al crescere del livello di reddito; il trend è dimostrato inequivocabilmente dalla figura 5, ove sono riportati anche i coefficienti di adattamento che – insieme ai coefficienti angolari – sottolineano ancora una volta il carattere non ben definito dei Paesi a reddito medio-alto. In definitiva, sembra di poter concludere che le opportunità infrastrutturali sono inizialmente dipendenti principalmente dalle condizioni economiche ma, col procedere dello sviluppo, diventa sempre più importante la geografia e, quindi, il tentativo di servire tutto il territorio.

Biunivoca sembra invece la relazione tra opportunità veicolari e reddito, come si evince dalle fig. 6 e 7: nella 6 infatti si distingue chiaramente la proporzionalità diretta tra veicoli e PIL pro capite, mentre dalla 7 si può dedurre che la geografia in questo caso non ha molta influenza, non potendosi rintracciare alcuna regolarità nella disposizione dei cerchi.

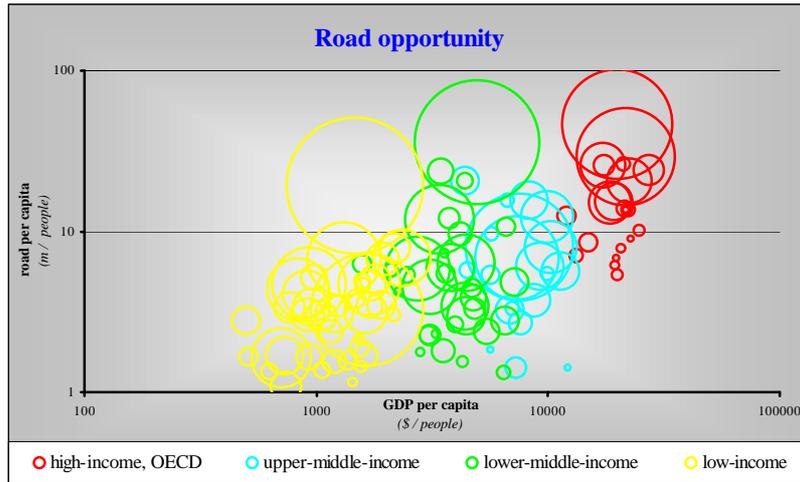
La fig. 8 sembrerebbe evidenziare che, tra i Paesi appartenenti allo stesso livello di reddito, le opportunità veicolari sono scarsamente influenzate da quelle infrastrutturali, mentre grande influenza ha il livello di reddito stesso; a nostro avviso, però, le serie storiche dei dati relativi alle singole Nazioni potrebbero anche mettere in evidenza che, invece, opportunità veicolari ed infrastrutturali sono interdipendenti, ma secondo relazioni quantitative differenti.

Infine, la fig. 9 – in cui nuovamente i cerchi rappresentano la superficie specifica – ci permette di trarre alcune indicazioni interessanti:

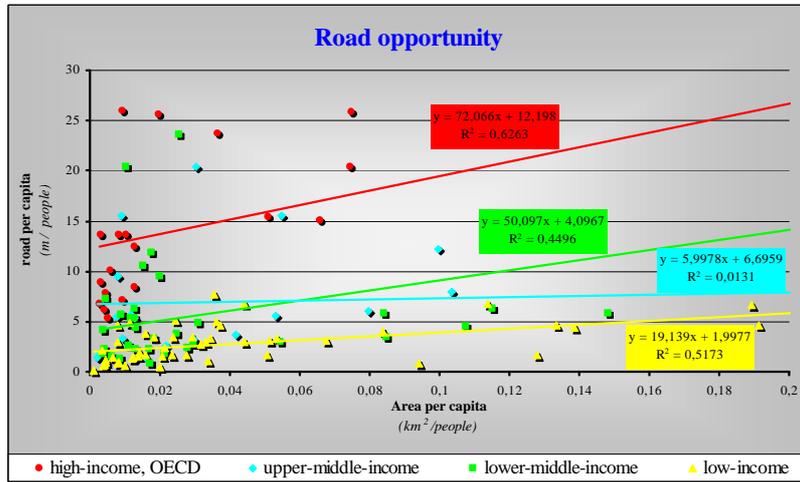
- non ci sono grossissime variazioni del rapporto opportunità veicolari/opportunità infrastrutturali (domanda/offerta di strade) al crescere del GDPppp pro capite;
- l'intervallo di variazione del rapporto è 0-40 veicoli/km nei Paesi a reddito basso e medio-basso, 20-80 in quelli a reddito medio-alto ed alto;
- tutti i Paesi con una grande estensione superficiale hanno un rapporto basso, indipendentemente dal reddito, cosa che parrebbe confermare la necessità dell'indicatore A nella definizione del sistema di trasporto.



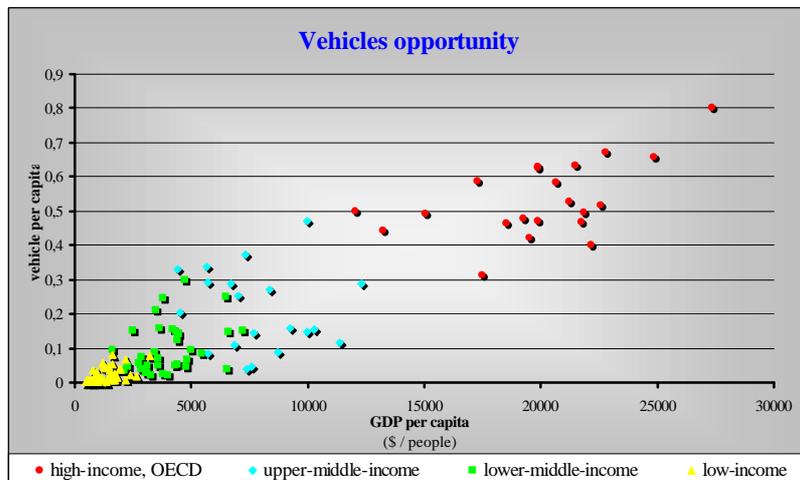
**Figura 3 – Le opportunità stradali al variare dell'economia**



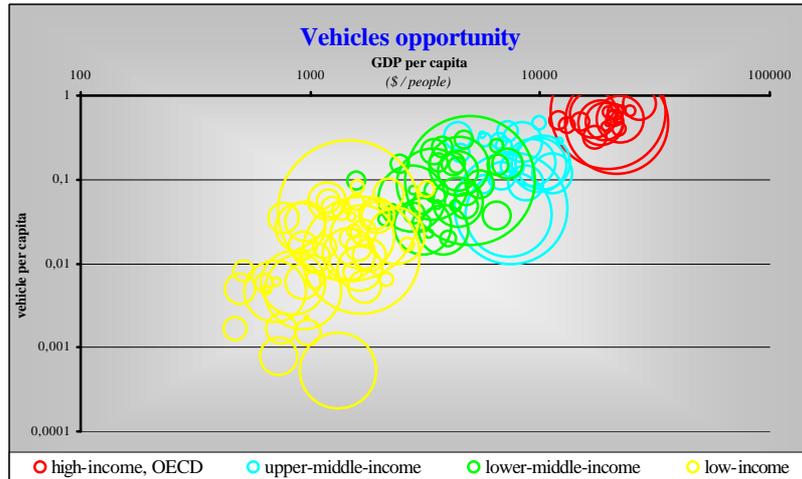
**Figura 4 – Le opportunità stradali al variare dell'economia (con indicazione area specifica)**



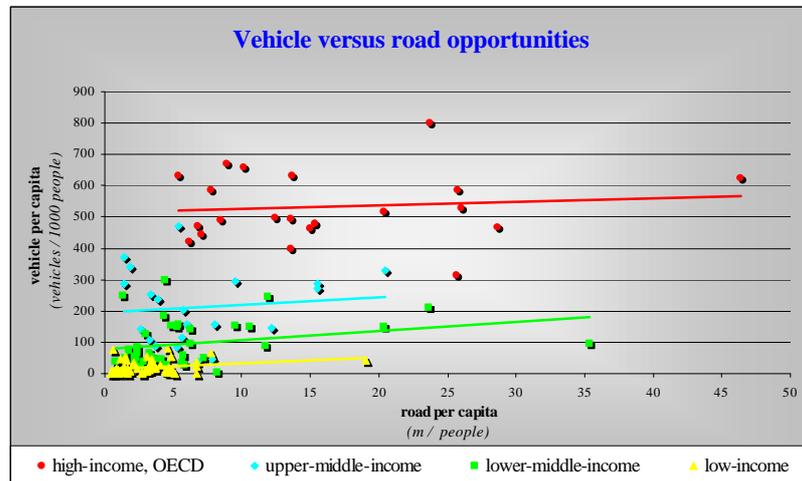
**Figura 5 – Le opportunità stradali al variare della geografia**



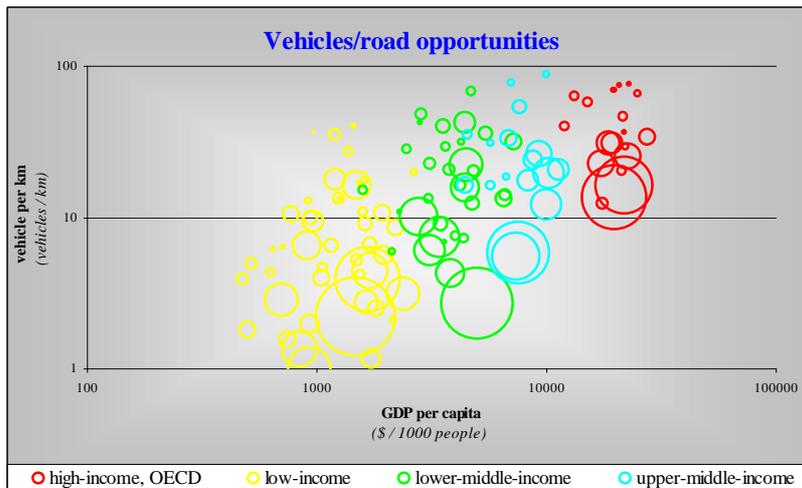
**Figura 6 - Le opportunità veicolari al variare dell'economia**



**Figura 7 - Le opportunità stradali al variare dell'economia (con indicazione dell'area specifica)**



**Figura 8 -Le opportunità stradali al variare di quelle veicolari**



**Figura 9 - Il rapporto tra le opportunità veicolari e quelle infrastrutturali**

## 6. CONCLUSIONI

L'assunzione dell'ipotesi che il movimento sia connaturato all'uomo in quanto espressione della sua natura sociale ha permesso di definire, in maniera abbastanza semplice, un'ottica di lettura dei fenomeni connessi all'infrastruttura di trasporto, molto utile in questa fase – tutto sommato ancora abbastanza iniziale – della ricerca, il cui obiettivo è principalmente quello di individuare fattori e dinamiche. Con i dati a disposizione – come previsto – non è stato possibile costruire un insieme di indicatori del tutto esaustivo, poiché non si è riusciti a rintracciare dati sulla mobilità e sulla capacità, necessari per valutare l'uso effettivo, il valore e la qualità del sistema infrastrutturale. Malgrado ciò, gli indicatori disponibili hanno permesso di cogliere alcune significative dinamiche alla base dell'offerta infrastrutturale. Decisiva si è rivelata l'ipotesi di differenziare l'indagine per livelli di sviluppo. A tal fine, abbastanza produttivo è stato misurare il grado di sviluppo col livello di reddito secondo la classificazione della World Bank; per ciascun gruppo di Nazioni si ricavano indicazioni differenti e il cui insieme è ragionevole e consistente; fanno eccezione, in generale, i Paesi a reddito medio-alto per i quali servono ulteriori indagini.

Si è trovato che, all'interno di ciascun livello di sviluppo, il sistema infrastrutturale si evolve in maniera omogenea; nel seguito delle ricerche sarà interessante approfondire se i gruppi sono caratterizzati da organizzazioni differenti del sistema trasportistico. Ciascun gruppo ha mostrato correlazioni alte con la popolazione totale, la scolarizzazione, l'infrastruttura per le telecomunicazioni e il volume globale della produzione (GDPppp), a confermare la scelta dei fattori territoriali "popolazione" ed economia derivata dall'idea della connaturalità del trasporto all'uomo; più articolati i rapporti tra infrastruttura ed area: correlazioni molto alte si registrano nei Paesi a reddito medio, mentre i Paesi poveri mostrano molte situazioni di rete non adeguata e nei Paesi ricchi ci sono casi di dotazioni più sviluppate dello standard. Da sottolineare ancora una volta che T&CGF TOT trova alte correlazioni solo nei Paesi dell'OECD, a conferma che l'efficacia e l'efficienza degli investimenti trasportistici dipende dal clima istituzionale e finanziario.

Il risultato più interessante rintracciato dall'analisi di regressione è che la sensibilità della dotazione stradale, riferita allo stato del più generale sistema socio-economico, è diversa ai diversi gradi di sviluppo, indicazione utile che mette in guardia da una facile trasmutazione di modelli tra situazioni spesso molto differenti.

Interpretando le dotazioni in termini di opportunità utilizzabili per gli spostamenti, si è trovato che le opportunità infrastrutturali ai bassi livelli di sviluppo sono correlate soprattutto con la produzione, mentre al crescere del livello stesso diventa sempre più decisiva la superficie specifica; ciò potrebbe indicare che se inizialmente l'infrastruttura ha un ruolo di promozione economica, con l'aumentare del grado di sviluppo diventa sempre più importante come condizione per garantire libertà di movimento alle persone e connessione al territorio. Le opportunità veicolari – che rappresentano, pur in maniera approssimativa, la domanda di infrastruttura – sono, invece, legate con una relazione molto più regolare al livello economico pro capite.

Tali conclusioni permettono di tracciare alcune linee evolutive della ricerca sulle relazioni tra infrastruttura di trasporto e sviluppo socio-economico:

- innanzi tutto, è fondamentale rintracciare gli indicatori necessari a rappresentare distintamente la situazione della mobilità e recuperare i relativi dati, così da

rendere esplicita l'influenza dell'elemento all'interno delle dinamiche esaminate; altrettanto basilare è raccogliere informazioni sulla qualità infrastrutturale;

- la decisione di analizzare il quadro delle relazioni distinguendo tra i diversi livelli di sviluppo potrebbe rivelarsi più fruttuosa se si utilizzassero indicatori più specifici che non il semplice livello di reddito secondo la World Bank; tra l'altro, così facendo, potrebbero trarsi utili interpretazioni del comportamento anomalo dei Paesi a reddito medio-alto;
- stimolanti sviluppi fa sperare l'approfondimento dell'influenza del clima politico-istituzionale e finanziario sugli investimenti nel campo dei trasporti;
- promettente, sul piano modellistico, è anche la visione delle infrastrutture come capacitazione [13] indispensabile non solo allo sviluppo economico, ma alla promozione delle libertà umane;
- infine, è da segnalare che per una comprensione più puntuale delle interazioni tra sviluppo socio-economico e infrastruttura di trasporto bisogna allargare la ricerca, indagando non solo le relazioni cross-country ma anche le serie storiche. L'incrocio dei risultati dovrebbe permettere di capire quali sono i fattori determinanti l'evoluzione situazione per situazione e quindi potrebbe contribuire a pianificare uno sviluppo equilibrato dei vari sistemi nazionali.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] The World Bank, 1994, *Infrastructure for development, World Development Report 1994*. Oxford University Press, NY.
- [2] Hoover E.M., Fisher J., 1949, *Problems in the study of economic growth*. National Bureau of Economic Research, New York.
- [3] Canning D., 1998, *A Database of World Infrastructure Stocks, 1950-1995*. The World Bank Development Research Group, Public Economics Division and Transport, Water, and Urban Development Department.
- [4] Schafer A., Victor D.G., 2000, The future mobility of the world population. *Transportation Research Part A*, n. 34, pp. 171-205.
- [5] Zahavi Y., Talvitie A., 1980. Regularities in travel time and money expenditures. *Transportation Research Record*, 750, pp. 13-19.
- [6] Colonna P., Fonzone A., 2000, *Relations between transport/network data and national/regional indicators. Integration of statistical data and proposal of first correlations*. PIARC International Committee C4 "Interurban Roads and Integrated Transport", group WG1 "Multimodal Organization and Global Impacts of the Transport System" Meeting, Havana – Cuba, November 2000.
- [7] Bureau of Transportation Statistics USA, 1997, *Worldwide Transportation Directory 1997*. <http://www.bts.gov/itt/tsar>
- [8] The World Bank, 2001, *Global Development Network Growth Database*. <http://www.worldbank.org/research/growth/GDNdata.htm>

- [9] The World Bank, 2001, *World Development Indicators 2001*.  
<http://www.worldbank.org/data/wdi2001/index.htm>.
- [10] USA Central Intelligence Agency, 2000, *The World Factbook 2000*.  
<http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/index.html>
- [11] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1999, *Fuel Prices and Taxation*. GTZ OE 44, Environment, Water, Energy and Transport, Eschborn, Germany. <http://www.zietlow.com/gtz/fuel.pdf>.
- [12] Banister D., Berechman Y., 2001, Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*, vol. 9 (3), pp. 209-218.
- [13] Sen A., 1999, *Development as Freedom*. Alfred A. Knopf, New York.