

Economia delle reti e delle infrastrutture – a.a. 2020-2021

Il corso combina il concetto di rete e infrastrutture. Parleremo molto di infrastrutture, per concentrarci infine sulle reti. Ci occuperemo del “momento infrastrutturale” sotto vari punti di vista.

Prima cercheremo di capire come si è concepito nel settore infrastrutturale e che relazione sussiste con la crescita economica. È un argomento storico ma comunque molto attuale, basti vedere al possibile uso dei fondi del recovery fund nel miglioramento infrastrutturale. In generale le infrastrutture (di trasporto) rappresentano una precondizione per lo sviluppo economico, facendo esse parte del capitale fisso sociale. Il primo modo in cui le approcciamo indaga la relazione tra investimenti in infrastrutture e crescita economica. L'approccio degli economisti al riguardo si è evoluto. Se in termini macro investire in infrastrutture genera crescita economica si dice una cosa vera, entrando nel dettaglio si nota che non tutte le infrastrutture sono utili allo stesso modo. Serve quindi porre cautele e investigare tale aspetto. In certi casi è utile vedere come si distribuiscono gli effetti netti positivi, migliorando le condizioni di un luogo ma peggiorando quelle di un altro.

Un'infrastruttura concepita per apportare miglioramenti in una regione può generare un effetto esattamente opposto, anche se in termini macro l'investimento genera un'utilità positiva che nello spazio si distribuisce in un modo non sperato. Poi ci si focalizza sulle infrastrutture dal punto di vista di un economista dei trasporti, parlando di costi e processi di valutazione (analisi costi-benefici e analisi multi-criteriali). Il punto è come arrivare alla valutazione, fase in cui si annida l'incertezza e la possibilità di errore. È un tema complesso. Si ragiona sul futuro e già ciò rende la valutazione più incerta perché lo scenario può cambiare (si fa in genere riferimento a un arco temporale molto ampio di 15-20 anni). Nelle ultime lezioni parleremo di reti, che si associano alle infrastrutture. Paradossalmente, le reti nei trasporti esistono da tempo (rete ferroviaria), anche se sono state analizzate sotto altri punti di vista (costi comuni, produzioni a costi congiunti...). Non era emersa la sua capacità di comportarsi come rete. Le economie di minimo quanto misto evidenziano la capacità di generare effetti positivi che un'infrastruttura può avere a seconda del contesto in cui si inserisce. Se si pensa al tipo di rete che le collega, si può vedere una prima definizione di economia di rete (un'economia che diversamente da quelle di scala nasce dalla curva di domanda e non da quella dell'offerta, sono dette economie dal lato della domanda). Un'economia di rete (chiamata anche esternalità di rete o economia di scala dal lato della domanda) è l'effetto descritto in economia che un utente aggiuntivo di un bene o servizio ha sul valore di quel prodotto rispetto ad altri. Quando è presente un effetto di rete, il valore di un prodotto/servizio aumenta in base al numero di altri utenti. Classico esempio è il telefono, dove un maggior numero di utenti aumenta il valore di ciascuno. Un'esternalità positiva si crea quando un telefono viene acquistato senza che il suo proprietario intenda creare valore per gli altri utenti, ma lo fa indipendentemente. I social network funzionano allo stesso modo, siti come Twitter e Facebook aumentano il proprio valore per ogni membro che si iscrive

Modulo 1: Infrastrutture e capitale fisso sociale

Le infrastrutture di trasporto sono parte del capitale fisso sociale (o collettivo), in cui si includono tutti i servizi di base senza cui le attività produttive primarie, secondarie e terziarie non possono funzionare (ordine pubblico, istruzione, trasporti, comunicazioni, rifornimenti energetici). Le infrastrutture ne sono una componente essenziale per sviluppare la società. Altri le vedono come una spina dorsale per crescita e sviluppo. Sono un fattore di localizzazione per le attività produttive. Generano esternalità positive e si caratterizzano per le “*indivisibilità*”. Le infrastrutture di trasporto rendono più vicini tra loro gli agenti economici: permettono di definire le relazioni economico-sociali tra territori e agenti economici connessi da esse. La creazione e il loro miglioramento modifica quindi tali rapporti. Si hanno 4 punti da considerare:

- migliorando l'accessibilità territoriale e le condizioni di mobilità attraverso il miglioramento delle infrastrutture si arriva a una maggiore integrazione economica, convergenza di una serie di performance economiche dei territori connessi da quelle infrastrutture;
- modificano il mercato del lavoro riducendo la disoccupazione (a certe condizioni, non è automatico) se il miglioramento infrastrutturale riguarda aree caratterizzate da tale problema;
- le imprese possono ridurre i costi di approvvigionamento e distributivi sfruttando una rete infrastrutturale di buona qualità, garantendo maggiore efficienza;
- è necessario concentrare nel tempo e nello spazio gli investimenti in modo da generare nel sistema economico degli choc per avere un effetto consistente sulla crescita economica.

Altro aspetto è che gli investimenti in infrastrutture alterano i costi di trasporto e dunque i flussi di traffico e la distribuzione spaziale delle attività produttive. Inoltre, la crescita della domanda di trasporto è correlata alla crescita del PIL, anche se la quota di investimenti nei trasporti nel tempo si è contratta. Aumentando il benessere nel sistema economico aumenta la domanda di trasporto, anche se aumentano pure le esternalità negative e da alcuni anni (in UE soprattutto) una serie di politiche cerca di sostenere la crescita del PIL evitando un incremento della domanda di trasporto. Trattando il sistema dei trasporti abbiamo 3 strumenti: gli investimenti in infrastrutture, gli interventi per regolare i mercati e i meccanismi di definizione di prezzi e tariffe. I primi modificano l'infrastrutturazione fisica del sistema (come un nuovo terminal portuale o una nuova corsia autostradale). Il sistema di regolazione può intervenire sulla tecnologia che modifica la dotazione fisica infrastrutturale, o ancora si interviene sulla produzione di servizi di trasporto. Gli effetti di tali interventi sono:

1. modifica del costo generalizzato del trasporto, in termini monetari e non monetari;
2. variazione nell'accessibilità;
3. variazione delle esternalità, come una riduzione di quelle negative quali le emissioni in atmosfera grazie allo sviluppo tecnologico.

Gli impatti sono un aumento del trade, osservato in tempi abbastanza rapidi e di breve periodo perché se diventa più conveniente importare un bene da un altro luogo il cui trasporto è più conveniente, questo si vede subito. Nel medio-lungo l'impatto sarà sulle scelte localizzative degli agenti economici (imprese/famiglie). Le scelte in tal senso sono molto ponderate e quindi non si osserva immediatamente. Infine, si modificano i modi d'uso delle varie infrastrutture.

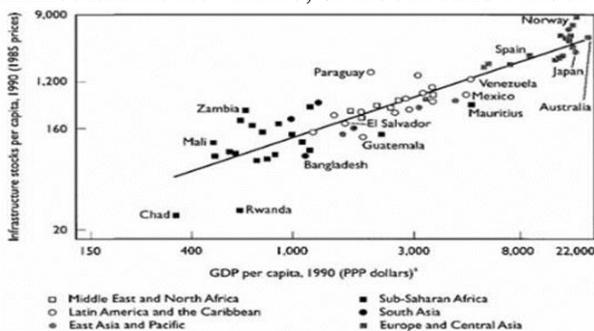


Figure 1.1 Links Between GDP and infrastructure stock per capita, 1990. Source: World Bank 1994

Il risultato finale sarà una crescita economica del sistema, una maggiore inclusione e sostenibilità quanto meno del sistema dei trasporti.

Consideriamo il grafico, ricordando la relazione tra PIL e domanda di trasporto. Si riporta il PIL pro capite per diversi paesi sviluppati e in via di sviluppo e il livello di investimento pro capite in infrastrutture. La linea rappresenta una regressione, e sembra individuare una legge empirica per cui

aumentando lo stock pro capite di capitale investito in infrastrutture si registra un incremento del PIL pro capite. Paesi con alti livelli di PIL pro capite come Norvegia e Giappone hanno anche elevati livelli di investimenti infrastrutturali pro capite, mentre l'opposto si ha considerando paesi quali Chad e Bangladesh. Il legame tra crescita economica e crescita della domanda di trasporto va letto con attenzione, perché il sistema dei trasporti non è neutrale rispetto allo sviluppo. Non impatta allo stesso modo su tutti i soggetti e territori interessati dall'intervento, perché può generare anche notevoli disparità tra centro e periferia, categorie sociali e stati. In particolare, il processo di convergenza spaziale non agisce ugualmente in tutte le direzioni. Se si connettono meglio due regioni, l'impatto

non ha conseguenze identiche tra i 2 territori. Esempi sono la rete ferroviaria delle colonie, che hanno visto uno sviluppo rapido, anche se spesso essa serviva i porti di tali colonie per collegarli alle aree più produttive o alla rete ferroviaria in USA e Canada (la transpacifico in sostanza ha comportato il genocidio degli Indiani), o le connessioni AV in Italia che però rischiano di rendere relativamente più distanti le località intermedie che non fruiscono al massimo dei benefici dell'AV.

Alcuni dati: gli investimenti in infrastrutture di trasporto tra 2001 e 2018, in termini di investimenti fissi lordi, arrivano a circa 36mld€ (29mld€ nel 2001), mentre i contributi agli investimenti tendono a ridursi (16mld nel 2001 contro 13,8 mld nel 2018). Considerando invece gli investimenti fissi lordi del pubblico, il settore dei trasporti (mezzi di trasporto) rappresenta in media meno del 10% del totale. Distinguiamo poi tra uscite correnti (odierne nella produzione del servizio) e uscite in c/capitale (investimenti) tra 2013 e 2016. Gran parte delle uscite correnti si concentra sulla strada, mentre negli investimenti si ha maggior equilibrio per la crescente attenzione alle ferrovie. Nel 2013, nel 2014 e in parte del 2016 le uscite in c/capitale per gli impianti fissi sono maggiori di quelle per il trasporto su strada. Circa le infrastrutture in Europa, guardiamo in primis la lunghezza della rete ferroviaria. È molto sviluppata in Germania, Francia, Italia, Polonia, UK, ma dipende dall'estensione del paese. È meno sviluppata in paesi come Bulgaria e Slovenia. Circa le autostrade, Germania, Spagna e Francia hanno una rete sviluppata e l'Italia segue con distacco, con gli altri paesi ben più distanti a parte l'UK. Gli indici di dotazione infrastrutturale danno informazioni sulla dotazione di infrastrutture presenti in un certo territorio, calcolati annualmente rapportando l'estensione della rete alla popolazione presente. Circa la dotazione infrastrutturale in termini di autostrade e ferrovie, i relativi indici identificano le province con la maggiore dotazione. Ciò è importante perché serve a capire come costruire un'informazione: in tal caso l'indice è dato da "lunghezza della rete/popolazione o dimensione del territorio servito". Misurano l'offerta di infrastrutture in un certo territorio, ma per confrontare assumono che la domanda si distribuisca equamente tra i territori considerati. Se fosse così si potrebbe dire che le province liguri non scontino criticità consistenti. Il punto critico è che non tengono conto della domanda: in Liguria si concentrano 3 porti importanti a livello nazionale, con una domanda di trasporto chiaramente più alta rispetto ad altrove. Guardando solo l'offerta l'analisi rischia di fornire info errate o fuorvianti.

Considerando infine la ripartizione del traffico merci (mln di ton-km) in Italia, i dati arrivano dal Conto Nazionale dei Trasporti. In totale il volume di traffico prodotto tra 2005 e 2016 si è flessato da 237k a 179k (in leggera ripresa dal 2015). In particolare, nell'autotrasporto il traffico su tratte >50km scende molto, così come anche il trasporto ferroviario è decresciuto senza riuscire a sottrarre quote di domanda al trasporto stradale. È cresciuta in misura notevole invece la navigazione marittima di cabotaggio, oggetto di vari interventi di incentivazione delle autostrade del mare.

Modulo 2: approccio macro alle infrastrutture di trasporto (I)

Storicamente molti studi sulla produttività si sono concentrati sull'impatto delle decisioni nel settore privato in merito a volumi di produzione e occupazione, contribuendo a far crescere la produttività. Negli ultimi decenni l'interesse allo studio dell'impatto degli investimenti in infrastrutture sulla produttività ha conosciuto maggiore interesse, a seguito di almeno 3 fattori:

- declino della produttività dal 1973, in particolare negli USA;
- ruolo degli investimenti in c/capitale in infrastrutture per stimolare la crescita economica;
- il tema è connesso alla definizione di strategie di crescita per paesi in via di sviluppo.

Tali studi usano le funzioni di produzione o di costo. Una **funzione di produzione** nota ha equazione

$$Y=F(A,K,L,KT)$$

dove Y è il PIL, K il capitale privato, L il fattore lavoro, A il livello di tecnologia presente nel sistema economico, mentre KT è il capitale investito nel settore dei trasporti. Il settore dei trasporti entra come se fosse un normale input privato, combinandosi con gli altri. Alcuni autori considerano in alternativa $Y=F(A,K,L)$, dove però $A=BKT^y$, dove B rappresenta gli altri fattori che possono spiegare la tecnologia come il capitale umano, capitale in ricerca e sviluppo, istituzioni. In questo secondo modo si concepisce il trasporto non come input privato, ma piuttosto come una sorta di esternalità che tutte le imprese presentano in un certo territorio e possono utilizzare, rientrando nel capitale fisso sociale. Si comporta come bene pubblico/quasi pubblico.

Con la **funzione di costo** si guarda invece a quella relazione economica tra costo di produzione di un certo ammontare di output dato il prezzo degli input e una serie di variabili tecniche come il capitale infrastrutturale. È una relazione comportamentale (non lo è la funzione di produzione), perché dipende dall'assunzione che le imprese cercano di minimizzare i costi di produzione dati i prezzi dei fattori capitale, lavoro e tecnologia. Matematicamente si ha un problema di ottimizzazione:

$$\min W \cdot X \text{ con } X=L, K \text{ e } Y=F(A, K, L, KT)$$

dove X sono gli input privati (capitale e lavoro) selezionati per produrre l'output al minimo costo e W i relativi prezzi dati. Assumendo una forma funzionale di tipo Cobb-Douglas, si può derivare una relazione tra costi, prezzi degli input, volume di output e investimenti nel settore di trasporti, immaginando per questi ultimi una disponibilità a costo 0 per le imprese. In modo alternativo, si può includere KT nella componente tecnologica A , come prima.

Utilizzare la funzione di produzione è diverso da utilizzare quella di costo perché comporta l'ottenimento dell'elasticità dell'output rispetto alla variazione del capitale investito in infrastrutture (si guarda come cambia Y rispetto a una variazione del capitale investito in infrastrutture), mentre nell'altro caso si ottiene l'elasticità del costo rispetto alle variazioni del capitale investito in infrastrutture. In particolare, con la funzione di costo possiamo trovare una stima del valore ombra delle infrastrutture di trasporto: se il capitale investito in infrastrutture è misurato in termini monetari, possiamo usare le informazioni sull'elasticità rispetto al capitale investito in infrastrutture, sullo stock di capitale investito in infrastrutture di trasporto e in merito ai costi di produzione per ottenere la riduzione nei costi privati associata a un incremento di 1\$ nel capitale investito in infrastrutture di trasporto. Ottenuto tale *valore ombra*, lo si può confrontare col costo per l'utente, in modo da confrontare il beneficio marginale del capitale investito in infrastrutture di trasporto col suo costo marginale. Se *valore ombra delle infrastrutture di trasporto=costo per l'utente*, allora la fornitura di infrastrutture di trasporto è ottimale dal punto di vista sociale.

Ma cosa sono le funzioni Cobb-Douglas? Immaginiamo una semplice funzione di produzione $Y=F(K,L)$ riscritta come $AK^\alpha * L^\beta$. Imponendo $\alpha+\beta=1$, la funzione presenta alcune proprietà:

- omogeneità di grado $\alpha+\beta=1$ con rendimenti di scala costanti perché $\alpha+\beta=1$;
- presenta isoquanti strettamente convessi verso l'origine degli assi;
- prodotti marginali degli input sempre decrescenti;
- elasticità di sostituzione fra input pari a 1.

Considerando le infrastrutture come investimento si può dire che anche questo tipo di investimento comporta una crescita economica nel lungo termine. Se quindi si accetta questo dato di fatto, come suggerito da oltre 50 anni da Rosenstein-Rodan e Hirschman, significa che questo tipo di investimenti incide sul lungo periodo attraverso le decisioni di lungo termine degli agenti economici, in particolare in termini di localizzazione. Inoltre, i trasporti contribuiscono all'economia, aumentandosi lo stock di capitale presente nel sistema ponendo le condizioni di crescita economica.

Riassumendo, espandere un'infrastruttura di trasporto aumenta lo stock di capitale investito in infrastrutture, favorendo un aumento del PIL pro-capite e una crescita economica del sistema.

La teoria della crescita neoclassica (Solow e Swann), assumendo il concetto di rendimenti marginali decrescenti, conclude invece che gli investimenti in infrastrutture di trasporto tenderanno ad avere impatti via via minori nel tempo. La crescita di lungo termine del PIL pro-capite dipenderà quindi dalla produttività totale dei fattori, che riflette il progresso tecnologico (inizialmente esogeno nella prima versione del modello di Solow, con la tecnologia disponibile ovunque e alle stesse condizioni). Gli effetti dell'investimento nel sistema dei trasporti sono sul PIL pro-capite piuttosto che sul tasso di crescita dell'economia. Ciò contrasta in parte con la realtà empirica (non si hanno prove che nel tempo questi divari di crescita si siano colmati), anzi per certi versi gli ultimi anni hanno mostrato una tendenza opposta. Dipende anche dall'assunzione della tecnologia nel modello.

Infatti, i modelli di crescita endogena come quelli di Lucas e Romer mostrano che la legge dei ritorni marginali decrescenti può posporre perché la crescita economica può subire l'impatto positivo degli investimenti nel lungo termine, permettendo quindi alle diverse economie, attraverso caratteristiche endogene, di crescere a tassi differenti e mantenere inalterati i gap di crescita. La tecnologia è endogena nel modello, generando la capacità del territorio di autosostenere la propria crescita.

Il modello di Dixit e Stiglitz considera endogena la tecnologia in un contesto di equilibrio dinamico, basandosi su un modello competitivo monopolistico, immaginando che le imprese operino conseguendo rendimenti crescenti di scala (differenza notevole rispetto ai primi modelli, dove ci si riferisce a rendimenti costanti di scala e si pensa a mercati di concorrenza perfetta, poco realistici).

Un mercato in concorrenza perfetta vede tanti soggetti lato produzione, tanti prodotti differenziati, assenza di barriere all'ingresso senza sostenimento di sunk costs. L'equilibrio generato nel lungo periodo non genera profitti tanto nel monopolio quanto nella concorrenza perfetta, ma diversamente nel primo caso il prezzo è più alto di come sarebbe in un mercato competitivo (quindi la quantità scambiata è più bassa).

Modulo 3: approccio macro alle infrastrutture di trasporto (II)

Il contributo alla teoria dato dalla “**nuova geografia economica**” è sostanziale, perché riflette su come le infrastrutture e i servizi di trasporto, incidendo sulle localizzazioni, impattano sulla crescita economica. Siamo in un contesto di teoria della crescita endogena, dove si ritiene che siano le caratteristiche tipiche del sistema economico a determinarne il percorso di crescita.

Si ritiene che lo sviluppo dato da investimenti aggiuntivi in infrastrutture di trasporto impatti sulla crescita della produttività dei fattori attraverso 3 elementi:

1. economie di scala nelle funzioni di produzione;
2. formazione di economie di agglomerazione (di imprese/attività produttive, di famiglie, di attività produttive e famiglie) e quindi di cluster nello spazio;
3. effetti che stimolano le imprese a produrre innovazione.

La **produttività** è l'efficienza con cui si usano le risorse economiche, misurata dal rapporto tra output realizzato in un certo periodo di tempo rispetto all'input usato nel processo produttivo. Può scriversi come Y/X_i , e una crescita della produttività implica che il livello di output prodotto nel sistema economico cresca più rapidamente dell'utilizzo degli input, contribuendo alla crescita economica. La **produttività del lavoro** è invece il valore di output prodotto per unità di lavoro utilizzata. Di recente, si è enfatizzata la total factor productivity (TFP), indice che fa riferimento a tutti gli input produttivi in modo da catturare anche eventuali effetti di sostituzione che si innescano nei processi produttivi. La crescita della TFP riflette il progresso tecnologico, l'uso di diversi quantitativi di risorse e la possibilità di sfruttare economie di scala e rendimenti crescenti di scala.

Le funzioni di produzione possono usarsi per stimare il contributo che il settore dei trasporti e altre forme di capitale pubblico apportano alla produzione privata, assunto che infrastrutture e capitale pubblico siano disponibili a tutte le imprese di quel territorio, entrando nella funzione di produzione

di quelle imprese come fattore addizionale ai fattori privati della produzione. Dal punto di vista formale si avrà la funzione di produzione

$$Y = f(\bar{X}; PK)$$

con Y il valore aggregato dell'output del sistema economico, \bar{X} il vettore dei fattori privati della produzione (capitale, lavoro e in certi casi energia e materiali), e PK il vettore di capitale pubblico che comprende tutti gli investimenti del relativo capitale (infrastrutture, reti idriche, fognarie...). Da tale funzione si deriva l'elasticità dell'output rispetto al capitale investito in infrastrutture:

$$e_{PK} = (\Delta Y/Y)/(\Delta PK/PK)$$

Si può quindi capire l'effetto in termini di volume di output di un incremento unitario nel capitale pubblico investito in infrastrutture. I modelli macroeconomici usati in letteratura sono stati applicati a questa relazione. Il primo lavoro fu svolto da Koichi Mera (1973), seguito da altri svolti in USA, Giappone, Francia, Italia. In tempi recenti uno stesso tipo di impianto è stato applicato ai paesi meno sviluppati per verificare la coerenza dei risultati e per trovare strade per accelerarne lo sviluppo. Questi modelli evidenziano un impatto positivo degli investimenti pubblici anche nelle infrastrutture di trasporto sulla crescita economica. Ciò che distingue tali studi non è tanto il segno della relazione (che esiste ed è positiva), quanto la dimensione dell'impatto. Lo studio di Koichi Mera, che include infrastrutture di trasporto e di comunicazione, si basa su una funzione di produzione applicata all'economia giapponese (distinta in 8 regioni). Lo studio considera il periodo 1954-1963 (anni di forte ricostruzione economica e notevoli investimenti) e l'analisi econometrica individua un'elasticità di questo tipo di investimento di 0,35 nel settore manifatturiero e 0,40 nel terziario. Significa che avere incrementato dell'1% l'investimento in stock infrastrutturale ha portato in quel periodo a un incremento dello 0,35% nel manifatturiero e 0,40% nel terziario. Poi ci sono stati altri studi come quello di Ratner (1983), con dati riferibili agli USA sul periodo 1949-1973, utilizzando una funzione di tipo Cobb-Douglas. Anch'esso trova una relazione positiva tra investimenti in capitale pubblico di tipo non militare e crescita economica, con un'elasticità tra 0,05 e 0,06, valori più contenuti del contesto giapponese, confermandosi quindi come sia la dimensione dell'impatto positivo l'aspetto differente tra gli studi. Da esso risulta un impatto positivo del capitale pubblico sulla crescita economica, ma gran parte di essa dipende dalle scelte del settore privato. Guardando infatti il contributo dei fattori lavoro e capitale e ricordando che queste elasticità devono essere pari a 1, il lavoro contribuiva per circa 0,72, il capitale 0,22 e il restante era il capitale fisso sociale.

Il modello di Aschauer è stato pubblicato nel 1989 e si basa su una funzione di produzione Cobb-Douglas. Il risultato mostra l'elasticità dell'output ottenuto rispetto al capitale fisso sociale investito in spese non militari a 0,39, mentre la parte core del capitale sociale (infrastrutture non solo di trasporto) risulta 0,24. Il contributo di capitale e lavoro privato risulta da questo studio piuttosto contenuto. L'anno seguente un lavoro simile di A. Munnell usa dati diversi e una serie storica più lunga ma ha risultati simili e un'elasticità tra 0,3 e 0,4. L'esito di questi due studi separati porta l'attenzione al fatto che il contributo del capitale sociale alla crescita sia più importante che in passato e minore il ruolo delle decisioni private. Questi due studi considerano un periodo storico abbastanza importante, quello dagli anni '70 in poi con la caduta della produttività a causa delle crisi petrolifere. Mettono in luce che buona parte di questa caduta è dipesa da un insufficiente investimento in capitale sociale, ma questo risultato non era né pacifico né atteso, oltre a essere stato in parte criticato. L'aspetto interessante è che comunque riprendono studi che investigano la relazione tra investimenti in infrastrutture e crescita economica, per capire se i risultati siano effettivamente veri o se raffinando i dati disponibili e con serie storiche più lunghe si ottengano risultati più attendibili.

Tradizionalmente la teoria economica suggerisce che le infrastrutture hanno un impatto positivo sulla produttività delle imprese grazie a una riduzione del costo generalizzato del trasporto, comportando minori costi di produzione e maggiore specializzazione delle attività produttive (favorendo un incremento degli scambi), con più competizione nel mercato che porta a selezionare le imprese più efficienti. Altri effetti positivi derivano dall'ampliamento dei mercati per le imprese che vi restano, una migliore divisione del lavoro, un migliore accesso agli input e più possibilità di sfruttare economie di scala. Va anche detto che esistono studi che criticano l'esistenza di un impatto significativo di tali investimenti in infrastrutture pubbliche.

Altro aspetto interessante riguarda il *contributo di tali investimenti al processo di convergenza regionale*, chiedendosi se portino maggiore equilibrio nello sviluppo economico dei territori o se al contrario creino squilibri. Questi aspetti sono trattati dall'approccio noto come *Nuova geografia economica*, proposta da Krugman e poi da altri, per capire se le variazioni nell'accessibilità e attrattività dei territori innescate da nuove infrastrutture o da miglioramenti nelle esistenti possono avere effetti positivi o negativi sulla distribuzione geografica degli agenti economici e delle loro attività. Uno dei risultati mostra come la **concentrazione spaziale delle attività economiche** sia alimentata dalla presenza di asimmetrie di mercato e asimmetrie nei costi di produzione, in presenza di cui si hanno cluster e concentrazioni spaziali. Molto spesso questi investimenti sono realizzati per evitare fenomeni di concentrazione, oltre al fatto che la concentrazione è favorita dove vi è più facile possibilità di scambio di prodotti e fattori produttivi tra località, così come è promossa da maggiore differenziazione delle imprese in termini di prodotti (detta orizzontale) e una minore differenziazione rispetto alla qualità e produttività del bene/servizio e del processo produttivo (in senso verticale). Quando le economie di agglomerazione iniziano a esistere la dimensione del mercato e le asimmetrie nei costi di produzione diventano elementi endogeni nel sistema economico, e non solo determinano le scelte localizzative degli agenti economici ma sono determinate da esse. Tali asimmetrie dipendono in parte dall'esistenza stessa delle infrastrutture di trasporto, modificando il costo generalizzato del trasporto e impattando a lungo termine sulle scelte localizzative.

Possono aversi situazioni in cui un miglioramento delle infrastrutture favorisca invece una **più equa distribuzione delle attività economiche nello spazio**, se il prezzo dei beni non commerciabili (costo di case, affitti e spazi) è maggiore nelle aree meno sviluppate, o se il miglioramento infrastrutturale favorisce pendolarismo su distanze più lunghe o ancora se favorisce la trasmissione di conoscenze tra le regioni collegate. Con tale passaggio di conoscenze possono aversi anche economie di agglomerazione in grado di ridurre l'asimmetria nei costi di produzione, portando a una migliore distribuzione delle attività economiche nello spazio. Tali investimenti possono esacerbare anche le disparità geografiche, soprattutto se si considerano una regione meno sviluppata e altre più sviluppate/ricche, a meno che i prezzi dei beni non commerciabili non siano molto maggiori nella regione più sviluppata. L'effetto è che la regione più sviluppata attingerà attività economiche e forza lavoro dalla meno sviluppata. Di conseguenza è possibile che lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto, migliorando l'accessibilità delle regioni più deboli, possa dare accesso alle attività economiche e input di mercato lì presenti e rendere più semplice per le imprese delle regioni più avanzate sostituirsi alle regioni più povere, mettendo in pericolo le prospettive di sviluppo e industrializzazione di aree già deboli. Questi modelli della nuova geografia economica evidenziano come la relazione tra concentrazione geografica e costi di trasporto sia non lineare: quando i costi di trasporto sono molto alti o molto bassi le attività economiche tendono a disperdersi, mentre si tende alla concentrazione se essi sono su un livello intermedio. Quando infatti il prezzo dei beni non commerciabili aumenta per effetto dell'agglomerazione la dispersione delle attività economiche può aversi se il costo di trasporto è minore di quello dello spostamento del pendolare. Inoltre, se i costi di trasporto e comunicazione sono abbastanza bassi le imprese possono avere convenienza a

rilocalizzarsi a lungo termine in aree periferiche per abbassare i costi di trasporto. Guardando in particolare alla componente nodale delle reti di trasporto, si introduce l'impatto dei porti e il ruolo che essi hanno nella crescita economica delle regioni che li ospita, derivante dall'elemento di attrazione di attività non solo legate ai servizi portuali ma anche al porto quale elemento di rottura di carico e cambio di modalità di trasporto come possibile fattore localizzativo di attività produttive e famiglie, e dunque la possibilità di vantaggi comparati dati da economie di agglomerazione a causa del vantaggio competitivo che la localizzazione in regioni marittimo-portuali può comportare. La prima indagine al riguardo risale al 1996 col modello di Fujita e Mori, che evidenzia il ruolo positivo delle attività portuali sulla crescita economica delle regioni marittime.

Consideriamo infine il *concetto di social savings*, cioè il costo da sostenersi in assenza di questi interventi nella rete infrastrutturale. Questo approccio non molto diffuso fu proposto per misurare l'importanza di un investimento nella rete ferroviaria rispetto all'economia di un paese. È una valutazione ex post, dopo che l'investimento è fatto. Si determina il costo da sopportare in 1 anno in termini di % PIL per sopperire alla mancanza dell'investimento che invece si è fatto. Questo metodo è stato criticato per non considerare effetti indiretti di tali investimenti e per l'assunto per cui i mercati siano assimilabili alla concorrenza perfetta.

Modulo 4: l'analisi input-output

Questo strumento si basa su alcuni presupposti logici:

- ogni impresa, appartenente a qualunque settore produttivo, ottiene l'output combinando tra loro input provenienti da altri settori produttivi o dalle famiglie (da queste è il lavoro).
- le vendite di ogni settore produttivo si rivolgono ad altri settori o alle famiglie nel caso di beni/servizi finali, e tali transazioni sono descrivibili in una **matrice delle transazioni** (o **tavola delle interdipendenze settoriali**), da cui si otterrà la matrice input-output.

BRANCHE	agricoltura	industria	trasporti	servizi	Totale impieghi intermedi	Consumi	Investimenti fissi lordi	Variazione delle scorte	Esportazioni	Totale impieghi finali	Totale impieghi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 agricoltura	4.471	20.700	32	1.519	26.722	14.337	-65	393	1.538	16.203	42.925
2 industria	6.625	276.441	16.379	72.796	372.241	169.472	139.347	1.125	103.649	413.593	785.834
3 trasporti	440	21.631	15.372	18.399	55.841	28.118	2.448	0	11.897	42.463	98.304
4 servizi	2.149	67.189	13.652	170.265	253.256	412.290	19.608	2	19.207	451.106	704.362
Salari e stipendi	7.081	82.233	20.934	145.074	255.321						
Valore aggiunto al costo dei fattori	26.049	229.799	53.507	398.478	707.834						
Produzione effettiva al costo dei fattori	39.735	615.760	98.943	661.457	1.415.894						
Produzione distribuita DU	35.913	666.139	94.460	689.757	1.486.269						
Importazioni CIF	6.576	114.884	3.821	14.312	139.592						
I/A su importazioni	33	2.921	24	293							
Risorse a prezzi Départ-usine	42.925	785.834	98.304	704.362	1.631.426						

Essa registra i valori dei flussi di prodotti da ciascun settore a ciascun altro, incluso l'operatore "famiglie". Si tratta di inserire in una tavola tutte le relazioni economiche tra i vari soggetti che

compongono il sistema in un dato momento (in genere 1 anno). È composta da 3 elementi:

1. la **matrice quadrata in rosso**, riportante sulle righe e colonne gli stessi settori produttivi e i valori degli scambi intermedi richiesti da un settore a un altro;
2. la **matrice in verde** descrive, ad esempio considerando il settore agricolo, come si sviluppa e determina il valore della produzione per settore, cioè l'output finale;
3. la **parte destra della matrice descrive l'utilizzo dell'output delle industrie in cui è scomposta l'economia**. Può usarsi per soddisfare domanda di consumi, come investimento, può far variare le scorte o soddisfare una domanda di consumi esterni, cioè esportazioni.

L'ultima colonna a destra (totale impieghi) è la somma tra impieghi intermedi e impieghi finali, cioè dell'output prodotto da ogni impresa usato in parte per alimentare altre attività produttive e in parte per soddisfare una domanda finale. Questi valori devono coincidere con quelli riportati nell'ultima riga in basso della tavola delle transazioni, descrivendo il fatto che tutti gli input sono utilizzati e contribuiscono a determinare l'output.

Queste tavole permettono di capire quanto una singola attività/settore economico sia integrato col resto dell'economia, a quali altri settori chieda fattori della produzione e a chi fornisca il proprio output. Indica dunque le transazioni tra i diversi settori produttivi dell'economia nazionale.

Si costruisce a partire dai dati delle singole aziende per definire poi il ruolo di ogni settore produttivo. Nella tavola delle transazioni si hanno anche informazioni di contabilità nazionale, come il valore aggiunto dell'economia, le imposte, le importazioni, i consumi totali, gli investimenti e le esportazioni. Quando si hanno tali informazioni nella tavola delle transazioni, si possono avere a livello non solo di aggregato nazionale ma si può anche capire quale sia il contributo di ogni settore a tali voci della contabilità nazionale per ulteriori elaborazioni.

Con questa matrice e la contabilità nazionale si ha una fotografia dei rapporti tra i soggetti dell'economia. Questa informazione non basta per le elaborazioni successive (stime e analisi di impatto). Serve passare a una regola generale di come si sostanziano quei rapporti generalizzando la matrice. La matrice I-O cerca di riprodurre le relazioni tra le industrie presenti in un'economia.

$$\begin{cases} X_1 &= X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1i} + \dots + X_{1n} & + Y_1 \\ X_2 &= X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2i} + \dots + X_{2n} & + Y_2 \\ X_i &= X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{ii} + \dots + X_{in} & + Y_i \\ X_n &= X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{ni} + \dots + X_{nn} & + Y_n \end{cases}$$

Leggendo la tavola delle transazioni orizzontalmente si ha un sistema di equazioni, dove il primo membro è l'output di un settore mentre *il secondo membro rappresenta la porzione di output che quel settore destina a tutti gli altri (da 1 a n) e che è usata da questi*

come input produttivo, più l'elemento Y che è la parte di output dell'industria n usata a scopi finali.

Il sistema è indeterminato perché n° incognite $>$ n° equazioni e dunque pare non risolvibile.

La soluzione è stata proposta da Leontief. Consideriamo costante e fisso il rapporto input/output, cioè riscriviamo questo rapporto tra l'input che il settore "i" prende dal settore "j" e l'output di j, e lo consideriamo costante. Quindi avremo il **coefficiente** $a_{ij} = X_{ij} / X_j$.

Si può riscrivere il sistema di equazioni rendendolo determinato.

$$\begin{cases} X_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1i}X_i + \dots + a_{1n}X_n & + Y_1 \\ X_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2i}X_i + \dots + a_{2n}X_n & + Y_2 \\ X_i &= a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ii}X_i + \dots + a_{in}X_n & + Y_i \\ X_n &= a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{ni}X_i + \dots + a_{nn}X_n & + Y_n \end{cases}$$

Al primo membro si ha il valore totale della produzione di ogni settore come prima, mentre *al secondo il valore della produzione dei vari settori* più la domanda per beni finali. Il sistema di equazioni ha tante equazioni quante incognite, e quindi se le equazioni sono tra loro

indipendenti il sistema è determinato e ammette soluzioni. **Mantenere costante il rapporto input-output significa immaginare che il rapporto o contributo in termini di input per unità di output sia sempre lo stesso.** La tavola delle transazioni parla di valori monetari, ma Leontief ragionava in termini di quantità e volumi, non di valore della produzione. Il sistema di equazioni può essere scritto sinteticamente come $\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{Y}$. I diversi settori dell'economia devono produrre un volume di output X per soddisfare i bisogni in termini di input di tutti i settori (AX) e la domanda finale (Y).

Per risolvere il sistema di equazioni rispetto a X ci si chiede cosa deve realizzare un settore economico per soddisfare un determinato volume di domanda finale.

Se Y si modifica in un certo modo, come deve rispondere il sistema produttivo? O se la produzione raggiunge certi livelli, quanta parte di essa soddisfa la domanda finale? Si fanno analisi di impatto.

Le matrici input-output nascono nell'ambito delle economie pianificate, perché volendo fare a meno del mercato occorreva uno strumento che lo sostituisse e indicasse, dati certi obiettivi, quale dovesse essere la produzione per soddisfarli. Oggi si usa piuttosto come strumento di analisi di impatto.

La matrice A è una matrice quadrata (siamo partiti dalla matrice quadrata vista nella tavola delle transazioni, considerando uno stesso numero di settori sia in riga sia in colonna), e rappresenta la matrice dei coefficienti di Leontief. Serve risolvere l'equazione $\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{Y}$, da cui $\mathbf{X} = \mathbf{Y} * (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$.

X è uguale a Y moltiplicato per l'inversa della differenza tra la matrice identità (che ha solo 1 sulla diagonale principale e 0 altrove) e la matrice A.

► Si consideri la seguente matrice A (4x4):

0,170	0,037	0,001	0,001
0,195	0,449	0,211	0,122
0,008	0,033	0,103	0,017
0,014	0,049	0,065	0,195

► La corrispondente matrice I-A risulta:

0,830	-0,037	-0,001	-0,001
-0,195	0,551	-0,211	-0,122
-0,008	-0,033	0,897	-0,017
-0,014	-0,049	-0,065	0,805

► La matrice (I-A)⁻¹, detta inversa di Leontief, è pari a:

1,226	0,086	0,022	0,015
0,457	1,902	0,468	0,298
0,029	0,073	1,134	0,034
0,052	0,123	0,120	1,264
1,764	2,184	1,745	1,611

► La somma per colonna degli elementi della matrice inversa fornisce il moltiplicatore del settore, cioè come risponde il settore ad una variazione unitaria della domanda

La quinta riga evidenziata, rappresentante la somma per colonna degli elementi della matrice inversa, è il **moltiplicatore dei diversi settori in cui si ha scomposto il sistema economico**. Indica come quel settore risponde a una variazione unitaria della domanda. Se la domanda finale di quel settore aumenta di 1, la produzione di quel settore aumenta ad esempio di 1,764. L'informazione derivante è che ogni settore della produzione deve produrre più di quello che è l'incremento della produzione stessa. La ragione è che quando si produce di più per soddisfare la domanda finale, aumenta la richiesta di input agli altri settori che per soddisfarla aumenteranno anch'essi la domanda di input e alcuni di questi la chiederanno anche all'industria la cui domanda finale sta aumentando di 1. Per garantire che quel settore risponda all'incremento di domanda la produzione deve aumentare più di quanto aumenti la domanda. La matrice inversa di Leontief può scomporsi come:

$$(I-A)^{-1} \approx (I+A+A^2+A^3+\dots+A^n)$$

dove (1+A) è detto impatto diretto e (A²+A³+...+Aⁿ) impatto indiretto di una variazione unitaria della domanda finale, la cui somma è la quinta riga della slide sopra.

Ora si ha uno strumento che consente di capire cosa accade al sistema economico a seguito di una variazione della domanda. Le info che deriviamo riguardano i volumi di output, ma si può aggiungere un'informazione usando una matrice simile per il fattore lavoro.

Si parte dalla costruzione di un vettore L che esprime l'intensità di lavoro per unità di produzione, quindi la quantità di lavoro necessaria a ottenere un'unità di prodotto nei diversi settori.

Si diagonalizza poi quel vettore per ottenere la matrice dei fabbisogni diretti e indiretti di occupazione moltiplicando il vettore diagonalizzato L per la matrice A.

$${}_L A = \bar{L} \cdot A$$

Si ottiene quindi il generico elemento ${}_L A_{ij}$ che misura il livello di occupazione nel settore i necessario per far fronte a una domanda unitaria fatta al settore j. In questo modo si hanno 2 strumenti per capire non solo gli effetti sulla produzione ma anche quelli sul lavoro richiesti dalle diverse industrie.

Leontief basa il proprio ragionamento sulla costanza dei coefficienti fisici, mentre l'espressione nel

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} = \frac{p_i x_{ij}}{p_j x_j} = \frac{p_i}{p_j} \tilde{a}_{ij}$$

riquadro considera i valori. Ma le due ipotesi coincidono se i prezzi restano costanti. Si può quindi assumere che le matrici I-O consentano di stimare l'effetto sull'economia di una variazione nella domanda finale di un settore, e forniscono

un'idea del processo di moltiplicazione "keynesiano": l'effetto totale sull'output è il moltiplicatore settoriale dell'output per il settore di cui si ipotizza l'aumento di domanda. Sono pertanto importanti per la previsione e la politica economica.

Per calcolare gli effetti di un investimento usando la notazione delle analisi I-O, l'analisi di impatto di un incremento della domanda finale deriva da $\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y$.

Nel caso di un investimento tale da modificare sia la domanda finale sia le tecniche utilizzate si ha:

$$\Delta X = (I - A^*)^{-1} Y^* - (I - A)^{-1} Y$$

Usando l'ipotesi di Leontief, immaginiamo che le tecniche utilizzate dalle imprese non cambino nel tempo, ma è possibile che investimenti significativi modifichino per alcuni o tutti i settori le tecniche e i mix di fattori produttivi. ΔX è la differenza tra il prodotto del vecchio vettore della domanda finale e la vecchia matrice inversa di Leontief sottratto al prodotto tra nuovo vettore della domanda finale e la nuova matrice di Leontief che tiene conto dei cambiamenti delle tecniche e quindi dei rapporti