

ISSN 2282-6599

# RIVISTA DI ECONOMIA E POLITICA DEI TRASPORTI

---

---

Anno 2021  
Numero 2

# R.E.P.O.T



**SIET**

---

Rivista Scientifica della Società  
Italiana di Economia dei Trasporti e della  
Logistica

# LOGISTICA E TRANSIZIONE ECOLOGICA. UNA PROSPETTIVA SOCIO-TECNICA

**Cécile Sillig<sup>1\*</sup>**

**Gerardo Marletto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Economia/ Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica e I trasporti -  
Università di Genova

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali/ Centro di Ricerche Economiche Nord  
Sud – Università di Sassari

La logistica fa parte dei settori che presentano il maggior ritardo nell'adozione di pratiche e tecnologie verdi. Gli attuali impegni nazionali e internazionali lasciano prospettare un'ulteriore crescita del suo impatto climalterante da qui al 2050.

Il presente contributo si propone di analizzare le dinamiche che hanno frenato l'implementazione di pratiche sostenibili, e di riflettere sulle traiettorie in cui potrebbe incanalarsi la transizione ecologica. A tale scopo, viene assunto l'approccio dell'analisi socio-tecnica della transizione, che inquadra mercati e tecnologie nel loro contesto socio-politico secondo una logica co-evolutiva.

La ricerca si basa su un caso studio a scala globale che considera congiuntamente evoluzione, dinamiche e prospettive future della logistica e della globalizzazione. L'analisi evidenzia come la convergenza di vedute rispetto alla funzione strumentale della logistica ai fini della crescita economica abbia favorito l'inerzia innovativa. L'adesione al pensiero liberoscambista, oltre a favorire la crescita dei traffici, ha determinato una situazione di competizione territoriale che sostiene pratiche non sostenibili. È probabile che in futuro la transizione ecologica faccia perno prevalentemente sull'innovazione tecnologica e/o che derivi da una regionalizzazione delle filiere produttive. In entrambi i casi, le caratteristiche socio-tecniche della logistica lasciano prospettare risultati insufficienti.

**Parole Chiave:** Logistica, Globalizzazione, Transizione ecologica, Analisi socio-tecnica, Scenari

---

\* sillig@economia.unige.it

## 1 Introduzione

Come evidenziato dal Sesto Rapporto dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022), per limitare il riscaldamento globale a 1,5 °C o 2,0 °C, è necessario attuare azioni massicce e immediate in tutti i settori dell'economia. In un quadro genericamente negativo, i trasporti e la logistica sono identificati come uno dei settori più critici, con la maggior parte degli scenari al 2050 (Axen et al., 2020; SLOCAT, 2021) che predicono una crescita delle emissioni di Gas ad Effetto Serra (GES) piuttosto che una loro riduzione<sup>1</sup>. In effetti, gli impegni nazionali e internazionali per la transizione ecologica nella logistica appaiono decisamente sottodimensionati, alla luce dell'elevata dipendenza del settore dai combustibili fossili e della prevista crescita dei traffici.

Tra i motivi che hanno portato alla situazione attuale e che prefigurano scenari futuri negativi, ci sono vincoli e lock-in di natura socio-politica. Per riflettere ed agire sulla transizione ecologica nella logistica e quindi opportuno, a nostro avviso, superare il focus tecnico-economico tipico dell'economia dei trasporti di matrice neoclassica. Ci si propone quindi, in questo contributo, di affrontare la questione attraverso il prisma dell'analisi socio-tecnica della transizione (Geels, 2005). Esso fornisce un approccio analitico dinamico, che inquadra mercati e tecnologie nel loro contesto socio-politico secondo una logica coevolutiva, caratterizzata dalla molteplicità dei possibili sentieri di sviluppo.

Attraverso un caso studio dedicato all'evoluzione e alle tendenze recenti della logistica a scala globale, la ricerca presentata in questo articolo si propone di rispondere alle seguenti Research Questions: 1) Cosa spiega il ritardo del settore logistico nell'implementazione di pratiche sostenibili? 2) Quali orientamenti di politica possono promuovere una riduzione dell'impatto climalterante della logistica? Si specifica che, per quanto l'impatto ambientale della logistica abbia molteplici sfaccettature – dal consumo di risorse ai danni alla biodiversità, passando per l'inquinamento atmosferico e acqueo – il presente contributo si concentra sulla questione del riscaldamento globale, ossia sulla quantità di CO<sub>2</sub> emessa dal settore.

L'articolo è organizzato come segue. Il paragrafo 2 delinea sinteticamente lo stato dell'arte con riferimento all'impatto climalterante del trasporto merci e alle principali politiche e innovazioni pensate per promuovere la transizione ecologica nel settore. Il paragrafo 3, dedicato alla metodologia, fornisce i concetti essenziali per inquadrare l'analisi socio-tecnica e descrive i metodi di indagine del caso studio. Il paragrafo 4 è dedicato al caso studio. Vengono descritte le caratteristiche essenziali in termini di struttura, attori e visioni del settore logistico, quindi si procede con l'analisi delle tensioni e dinamiche più recenti e delle questioni più rilevanti con riferimento alla transizione ecologica. Nel paragrafo 5 si delinano gli orientamenti che potrebbero sostenere la transizione ecologica – dato il quadro socio-tecnico attuale – e si discutono punti di forza e vincoli degli stessi. Il paragrafo 6 presenta le conclusioni.

## 2 Stato dell'arte

### 2.1 L'impatto climalterante del trasporto merci

A livello globale, il trasporto merci copre il 40% delle emissioni di GES del trasporto e poco meno dell'8% delle emissioni totali (tutti i settori) (SLOCAT, 2021). All'interno del comparto del trasporto merci, le emissioni sono però inegualmente distribuite tra le diverse modalità di trasporto. La parte del leone è coperta dal trasporto stradale, che copre il 75% dei GES ascrivibili al trasporto merci (a fronte del 23% delle tonnellate-km; tonn-km), mentre il trasporto marittimo rappresenta il 12,5% delle emissioni di GES (68,5% delle tonn-km), quello aereo il 10% (e solo lo 0,5% delle tonn-km) e quello ferroviario il 2,5% (8% delle tonn-km) (IEA, 2020; SLOCAT, 2021). Per quanto questi dati evidenzino come il trasporto stradale rappresenti una priorità nelle strategie di transizione ecologica, l'IPCC ricorda con insistenza la necessità di agire su tutte le leve disponibili, compreso lo split modale, che sta peggiorando.

---

<sup>1</sup> A titolo di esempio, l'obiettivo della UE per i trasporti nel loro complesso è quello di una riduzione del 90% delle emissioni di GES nel 2050, rispetto al 1990 (Commissione Europea, 2020).

In particolare, sul periodo 2000-2019 si osserva una crescita delle emissioni di GES di circa il 40% per tutte le modalità di trasporto merci, tranne quella ferroviaria (- 2%). Inoltre, per quanto si siano fatti importanti sforzi in termini di investimenti nel comparto ferroviario (circa 145 miliardi € nel 2019 rispetto ai 45 miliardi € del 2000 per i paesi OCDE), l'impegno maggiore riguarda sempre il comparto stradale (circa 690 miliardi € nel 2019 e 210 miliardi € nel 2000) (SLOCAT, 2021).

Un altro dato importante riguarda la diversa ripartizione geografica delle emissioni legate al trasporto e i relativi trend di crescita. Per il comparto nel suo insieme (incluso quindi il trasporto passeggeri) la quota più elevata nel 2019 era attribuibile all'Asia, con circa 2,5 Gt di CO<sub>2</sub> e una crescita delle stesse del 117% su 20 anni, seguita dal Nord America (2 Gt; + 5%), Europa (1,2 Gt; +7%); America Latina (0,6 Gt; + 39%), Africa (0,3 Gt, +105%) e Oceania (0,1 Gt; + 32%). Alle emissioni domestiche, vanno aggiunte circa 0,7 Gt (+ 37%) ascrivibili al trasporto marittimo internazionale e 0,6 Gt (+ 77%) al trasporto aereo internazionale (SLOCAT, 2021).

I trend di crescita sopra descritti sono chiaramente drammatici. I vari scenari evolutivi presenti in letteratura (ad esempio Axen et al., 2020; SLOCAT, 2021) indicano globalmente la prosecuzione dei trend di crescita sia in termini di t-km che di GES (per quanto in maniera variabile a seconda della modalità e dell'area geografica). A titolo di esempio, a fronte di obiettivi dell'IMO (International Maritime Organization) di riduzione delle emissioni per il trasporto marittimo del 40% nel 2030 e 50% nel 2050, Climate Action Tracker 2020 stima la crescita delle emissioni di GES per il periodo 2020-2050 tra il 40% e il 70% (SLOCAT, 2021).

La crescita esponenziale delle t-km negli ultimi decenni è correlata alla crescita economica<sup>2</sup>. Tuttavia, è stata anche esasperata dalla globalizzazione dell'economia, dalla polverizzazione dei processi produttivi e da pratiche logistiche ad alta intensità di trasporto (WTO, 2021). Il forte impatto climalterante dei trasporti, anche con riferimento alle prospettive future, è dato poi dalla sua fortissima dipendenza dal petrolio, nonché dal peso delle modalità di trasporto più inquinanti, in particolare l'autotrasporto e il trasporto aereo.

## **2.2 Linee di intervento per la logistica verde**

Rispetto ad altri settori, incluso il trasporto passeggeri, la logistica e il trasporto merci sono particolarmente in ritardo nell'adozione di pratiche verdi. È inoltre utile ricordare che molte delle misure esistenti, all'origine, sono state motivate principalmente dalla riduzione della congestione e dell'inquinamento atmosferico locale e regionale. In alcuni casi queste portano benefici anche per la riduzione dei GES che risulta una preoccupazione molto più recente.

Con riferimento alla politica domestica della UE - tendenzialmente più sviluppata di quella di molte altre aree del mondo - le linee di intervento che hanno per ora ricevuto la maggior attenzione sono:

- promozione dell'intermodalità, in particolare con riferimento ad investimenti a favore del ferro e dello Short Sea Shipping;
- tetti alle emissioni dei nuovi veicoli in commercio;
- logistica urbana, con utilizzo di veicoli a basso livello di emissioni;

Le misure verdi adottate nel trasporto aereo (che è cresciuto a dismisura negli ultimi decenni) e marittimo sono ancor più limitate. Nel trasporto marittimo si punta prevalentemente allo slow steaming e al cold ironing, a cui si aggiungono poche sperimentazioni su combustibili alternativi (Enel X e Legambiente, 2021)<sup>3</sup>. Il trasporto aereo interno alla UE è incluso nel sistema di scambio delle emissioni dal 2012<sup>4</sup>, mentre le innovazioni tecnologiche sono marginali.

---

2 Se è vero che il rapporto crescita trasporto/crescita PIL cala in diversi paesi, la correlazione rimane comunque positiva. Inoltre, i cali osservati sono connessi all'evoluzione della struttura industriale nazionale (Chen e Bhatt, 2019) mentre, con riferimento al riscaldamento climatico, è rilevante l'andamento a livello globale.

3 I vantaggi di combustibili alternativi, quali idrogeno o ammoniaco, dipendono però da come essi vengono prodotti.

4 Quello internazionale è regolato dall'ICAO (cfr. § 4.3).

Non è possibile in questa sede soffermarci su tutte le tecnologie in via di sperimentazione, per cui ci accontenteremo di evidenziare le principali linee d'intervento possibili. Adottando la tassonomia della Road Map proposta dall'Alliance for logistics innovation through collaboration in Europe (Punte et al., 2019), si possono individuare cinque principali linee di intervento:

- i) gestione della crescita nella domanda di trasporto;
- ii) ottimizzazione del trasporto intermodale;
- iii) condivisione e massimizzazione dell'uso dei mezzi e infrastrutture;
- iv) efficienza energetica di mezzi e infrastrutture;
- v) utilizzo di fonti energetiche a basso impatto ambientale.

Come già detto, per cercare di raggiungere gli obiettivi di riduzione di GES, sarebbe necessario fare leva su tutte e cinque le linee d'intervento.

### 3 Metodologia

#### 3.1 L'analisi socio-tecnica della transizione sostenibile

L'analisi socio-tecnica assume quale oggetto di analisi principale le funzioni sociali, ossia quelle funzioni che soddisfano importanti bisogni della società, quali l'alimentazione, l'abitazione, il trasporto, la fornitura di energia. La considerazione di fondo alla base dell'analisi socio-tecnica consiste nell'osservare che "le tecnologie da sole non soddisfano queste funzioni sociali" (Geels, 2005) ma che esse sono il risultato dell'interazione tra l'azione umana e le strutture sociali, che rendono funzionali tali tecnologie. Le funzioni sociali vengono quindi assolte da uno o più sistemi socio-tecnici (Socio-Technical System, STS), ciascuno dei quali è composto da un insieme più o meno stabile di attori, tecnologie, risorse, conoscenze, pratiche sociali, routine economiche, visioni politiche, ecc. Tipicamente, ad una funzione sociale corrisponde un STS dominante - ad esempio nel trasporto terrestre, quello costruito attorno all'automezzo privato, - a cui possono affiancarsi sistemi secondari - ad esempio, l'STS del trasporto pubblico collettivo.

Data l'eterogeneità delle relazioni che strutturano gli STS, la loro analisi ha natura multidimensionale. In particolare, l'analisi degli elementi e relazioni tecno-economici viene combinata a quella di elementi e relazioni socio-politici.

L'analisi socio-tecnica, che si ispira, tra l'altro, all'economia evoluzionista (Geels, 2012), si concentra su questioni dinamiche. Dedicando uno spazio particolare all'analisi retrospettiva o prospettiva dell'affermazione di specifiche innovazioni all'interno degli STS nonché, in un'ottica più ampia, alla transizione degli STS e funzioni sociali (anche in chiave di sostenibilità; Markard et al., 2012). L'evoluzione degli STS è il risultato della co-evoluzione dei vari elementi, relazioni e dimensioni che li coinvolgono. Gli STS sono costantemente destabilizzati da svariate dinamiche quali nuove innovazioni tecnologiche, pressioni della società civile, eventi quali guerre, pandemie o effetti del cambiamento climatico. Da un lato l'evoluzione (stabilizzante o destabilizzante che sia) degli STS è una conseguenza dell'azione umana. Dall'altro le modalità dell'azione e il suo successo/insuccesso sono condizionati dalle strutture che caratterizzano l'STS e la società più in generale (lock-in).

Il quadro è complesso e l'analisi socio-tecnica della transizione non può fornire indicazioni deterministiche. Per contro, l'indagine del peso degli attori, dei fenomeni di path-dependency, dei discorsi politici dominanti, delle coalizioni che si formano attorno a dinamiche o innovazioni emergenti, forniscono informazioni sulle traiettorie più probabili o improbabili, costituendosi quindi come un utile strumento euristico per riflettere ed eventualmente governare la transizione sostenibile. In particolare, tra gli strumenti di analisi prospettica, appare particolarmente utile la tassonomia dei sentieri di transizione sviluppata da Geels e Schot (2007) che esplicita come l'inevitabile riconfigurazione degli STS nel tempo possa spaziare da un'evoluzione delle pratiche senza che vengano sostanzialmente modificati né la rete di attori dominanti, né la tecnologia o il discorso politico di base (scenario "adattamento") ad un'evoluzione che vede la sostituzione degli attori, tecnologie, norme e pratiche dominanti (scenario "takeover").

L'analisi socio-tecnica è stata ampiamente applicata alla funzione sociale della mobilità delle persone, sia con applicazioni dedicate alla comprensione o alla governance di specifiche innovazioni (ad esempio il car-sharing; Truffer, 2003) che con studi rivolti alla transizione sostenibile (Geels, 2012; Marletto, 2014). Le applicazioni nel campo del trasporto merci sono invece rare. Si ricorda tra queste il pionieristico studio di Geels (2002) che applica la Multi Level Perspective (si veda più avanti) alla spiegazione della transizione delle navi dalla propulsione a vela a quella a vapore. Più recentemente, alcuni autori si sono interessati alla transizione ecologica nel settore con riferimento al trasporto stradale (Churchman e Longhurst, 2022), a quello marittimo (Petit et al., 2018; Bergek et al., 2021) e ai porti (Damman e Steen, 2021). Questi studi assumono però, per scala e ambito di indagine, prospettive piuttosto contenute. In particolare, manca una concettualizzazione della logistica quale sistema integrato globale, nonché una riflessione (tranne parzialmente nel contributo di Petit et al., 2018) sulla concettualizzazione della funzione della logistica, da parte della società e degli attori coinvolti.

### **3.2 Indagine della transizione ecologica nella logistica**

Il caso studio presentato nel paragrafo successivo si basa su un'analisi longitudinale della logistica (funzione sociale della gestione e movimentazione delle merci) a scala globale. Benché molte analisi socio-tecniche si riferiscano alla scala nazionale, nel caso della logistica la scala globale appare maggiormente pertinente, quale spazio di azione degli attori dominanti, nonché scala che maggiormente influenza le dinamiche di transazioni, anche a livello locale o nazionale.

L'indagine si è basata su dati secondari provenienti dalla letteratura scientifica e grigia, nonché da siti internet specializzati.

Dal punto di vista operativo, i ricercatori assumono quadri analitici più o meno strutturati. Tra questi, quello che ha avuto la maggior diffusione è senza dubbio la Multi Level Perspective sviluppata da Geels (2002), basata su un'euristica multilivello composta di nicchie, STS e landscape. Il presente contributo non fa riferimento al MLP, perché è vincolante nell'analisi orizzontale delle relazioni intersettoriali, che appaiono invece fondamentali per la comprensione della logistica. La presente indagine utilizza un quadro più flessibile, dove all'interno di una matrice, vengono caratterizzate le diverse dimensioni e tipologie di relazioni tipiche dell'analisi socio-tecnica, per poi individuare quelle pertinenti per interpretare l'evoluzione del settore e spiegare la natura dei meccanismi alla base del ritardo nell'adozione di strategie verdi nel settore.

Per costruire la matrice, si è proceduto in primis all'individuazione di fasi di sviluppo, considerando congiuntamente le evoluzioni nella logistica e nella globalizzazione. Le tre fasi individuate sono le seguenti:

- 1) 1960s-1980s: sviluppo dell'intermodalità e della globalizzazione;
- 2) 1990s-2010s: sviluppo del supply chain management e iperglobalizzazione;
- 3) 2010s-2020s: sviluppo dell'e-commerce e crisi della globalizzazione.

Per ogni fase sono quindi stati caratterizzati i seguenti elementi: attori principali; principali innovazioni e routine tecno-economiche; regolazione; relazioni tra attori/ settori interni ed esterni; discorsi politici. Per ogni fase sono stati annotati gli elementi o relazioni rilevanti con riferimento alla questione ambientale.

Sullo stesso modello si è proceduto all'analisi delle dinamiche emergenti.

Inoltre, per quanto il settore sia caratterizzato dall'egemonia di un unico STS organizzato su scala globale, sono state repertorate le variazioni interne, di tipo merceologiche e geografiche.

## 4 Caso studio: logistica e transizione ecologica

### 4.1 Struttura, attori, e visioni della logistica

Al di fuori dell'ambito militare, il riferimento al concetto di logistica, inteso come superamento del semplice trasporto merci, viene fatto risalire all'incirca agli anni '60 del '900, ossia alla diffusione del container e del trasporto intermodale integrato. La logistica adempie alla funzione sociale della gestione della movimentazione delle merci e, temporalmente, il suo sviluppo coincide con quello della globalizzazione. Ora, per quanto la logistica venga considerata come una domanda derivata, logistica e globalizzazione hanno relazioni coevolutive, ed è perciò fondamentale considerarle in tandem (Petit et al., 2018).

Riportiamo schematicamente di seguito le innovazioni e avvenimenti più rilevanti per lo sviluppo di entrambi negli ultimi '60 anni, affiancandoci innovazioni, accordi e politiche rilevanti per la transizione ecologica.

1960s-1980s: Sviluppo della globalizzazione e della logistica	<ul style="list-style-type: none"> <li>1967 Standard ISO container (TEU)</li> <li>1973 Shock petrolifero</li> <li>1973 Convenzione IMO su prevenzione inquinamento marino (entra in vigore nel 1983)</li> <li>1979 Prima conferenza sul clima</li> <li>1983 Viene coniato il termine <i>supply chain management</i></li> <li>1988 Diffusione globale dei concetti di <i>just-in-time</i> e <i>lean production</i></li> </ul>
1990s-2000s: Supply chain management e iperglobalizzazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>1990 Primo rapporto IPCC sul cambiamento climatico</li> <li>1991 Fine URSS/ Comecon</li> <li>1992 Trattato di Maastricht</li> <li>1995 Creazione WTO</li> <li>1997 Protocollo di Kyoto (entra in vigore nel 2005)</li> <li>2001 Ingresso della Cina nel WTO</li> <li>2004 Prima applicazione di <i>cold ironing</i> (Los Angeles)</li> <li>2005 Adozione del Sistema di Scambio Emissioni nella UE (trasporti esclusi)</li> <li>2006 Primo centro di distribuzione Amazon</li> <li>2007 Crisi finanziaria</li> <li>2007 Ampia adozione <i>slow steaming</i></li> </ul>
2010s-2020s: Sviluppo e-commerce e crisi della globalizzazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013 Inizio della <i>Belt and Road Initiative</i></li> <li>2015 Accordi di Parigi sul clima</li> <li>2016 Accord ICAO su compensazione delle emissioni aeree (entra in vigore nel 2027)</li> <li>2019 Regolamentazione UE su emissioni CO<sub>2</sub> veicoli commerciali pesanti (al 2025)</li> <li>2020 Pandemia di Covid-19</li> <li>2022 Guerra in Ucraina</li> </ul>

Figura 1. Fasi di sviluppo della logistica e della globalizzazione e principale cronologia

A parte forme residuali di trasporto poco integrato che permangono in alcune aree del Sud Globale scarsamente interessate dal fenomeno della globalizzazione (Blaszkiwicz, 2021), il settore è caratterizzato dalla presenza di un unico STS in cui la transizione è strettamente dettata da logiche globali. In effetti, per quanto abbiano rilevanza soggetti nazionali o locali, essi si adeguano in una logica di competizione all'interno del sistema economico globale. Le variazioni nella riproduzione del sistema logistico a livello nazionale si esplicitano prevalentemente nella produzione di sistemi di trasporto intermodali adatti alle specificità geografiche (ad esempio possibilità di sfruttare vie d'acqua interne).

In termini di attori coinvolti, il settore è dominato da operatori logistici globali che si focalizzano su una o più fasi della filiera (compagnie marittime, operatori portuali, fornitori di servizi logistici, ecc.). Con riferimento agli altri attori pertinenti per capire la transizione nella logistica, si può fare una distinzione tra quelli con “competenze dirette” e quelli la cui influenza deriva da quel connubio produzione-logistica-consumo. Nella prima categoria possiamo includere i costruttori di mezzi (in particolare l’industria automobilistica che, assieme a quella petrolifera, ha influenzato storicamente l’orientamento a favore della strada), gli attori finanziari, le istituzioni nazionali quali regolatori del trasporto e fornitori di infrastrutture. In seguito allo sviluppo della Belt and Road Initiative (BRI) un ruolo particolare va assegnato allo Stato cinese, in qualità di fornitore di infrastrutture di portata globale. Nella seconda categoria dobbiamo includere le grandi multinazionali manifatturiere che, attraverso le loro scelte localizzative (delocalizzazione e polverizzazione), impattano le reti di trasporto. Sono poi, assieme ad attori della logistica, gli autori della transizione alla lean production e al just-in-time (Rodrigue, 2020a). Di recente, con lo sviluppo dell’e-commerce, il processo d’integrazione della logistica si è esteso alla distribuzione. A riguardo assume un peso particolare Amazon in quanto, a partire dagli anni 2000, agisce come vero e proprio operatore logistico con la gestione e a volte acquisizione di magazzini, automezzi, aerei e slot navali (Rodrigue, 2020b). Oltre a questi attori privati vanno nuovamente nominate le istituzioni nazionali che regolamentano il commercio internazionale. Inoltre, va ricordato che il sostegno allo sviluppo infrastrutturale da parte di istituzioni nazionali e locali è in grande parte di natura strumentale, ossia dettato dalla competizione territoriale per lo sviluppo economico locale (Flint e Zhu, 2019). Per ultimo va citato il WTO (World Trade Organization) che, nell’agevolare il libero scambio, ha avuto un’influenza enorme sulla geografia della produzione mondiale e sulla crescita del trasporto. La creazione del WTO nel 1995 (e l’adesione della Cina nel 2001) ha inoltre una valenza simbolica in quando pronuncia l’adesione della quasi totalità degli Stati al pensiero liberoscambista.

Un aspetto estremamente rilevante nello spiegare l’evoluzione del settore riguarda la visione che gli attori coinvolti hanno dello stesso e i discorsi politici sottostanti. A differenza che in altri settori, la funzione della logistica è sostenuta da un consenso generalizzato. Attori pubblici e privati sostengono la crescita economica e considerano la rete dei trasporti/ la logistica come funzione strumentale ad essa. È invece cambiata nel tempo la visione circa le strategie per conseguire la crescita economica, con importanti implicazioni quali-quantitative per lo sviluppo della logistica. Sino agli anni ’80 del ’900 circa (prima fase), gli Stati mantenevano un importante ruolo di coordinamento all’interno di economie ancora ampiamente organizzate su scala nazionale (Knox e Agnew, 1996). In quel quadro l’organizzazione delle reti di trasporto era ancora in larga parte dettata dall’obiettivo del bene collettivo a scala nazionale (ad esempio investimenti mirati e collegati alla politica industriale). L’affermazione del pensiero neoliberista (Mudge, 2008), e con esso del pensiero pro-competizione e liberoscambista, ha sostenuto l’accelerazione della globalizzazione (e quindi la quantità di trasporto) ma non solo. Da un lato gli Stati hanno intenzionalmente ridotto la loro capacità di indirizzo (imprese statali e regolazione), dall’altro si è sviluppato un quadro di competizione territoriale per l’attrazione dei flussi di trasporto, in qualità di attività a valore aggiunto di per sé ma anche per sviluppare la propria attrattività quale localizzazione industriale. La capacità di indirizzo data al mercato e la competizione territoriale hanno determinato un incremento smisurato dell’offerta infrastrutturale (con conseguente abbassamento di costi e tempi) e un orientamento verso le modalità di trasporto meno sostenibili.

## **4.2 Tensioni e dinamiche recenti**

Volendosi concentrare sulle tendenze più recenti, il settore è soggetto ad una serie di tensioni, legate da un lato all’evoluzione degli equilibri tra attori della logistica e dall’altro a dinamiche più ampie, di portata generale.

Dopo la fase di supply chain management che ha intensificato l’integrazione tra produzione e logistica, lo sviluppo dell’e-commerce caratterizza un successivo livello di integrazione, in quel caso con il consumo (Rodrigue, 2020a). Tendenzialmente, le strategie di Amazon



(organizzazione dei magazzini, fast shipment) accentuano tendenze già in atto. Si ricorda però che con l'acquisto o la gestione diretta di magazzini e mezzi (Rodrigue, 2020b), si pone come concorrente diretto degli storici operatori del settore. La letteratura di matrice socio-tecnica insiste sulla capacità di soggetti che operano in nicchie emergenti di rovesciare gli incumbents. Qui si ha invece un nuovo entrante con una capacità economica enorme, in grado di destabilizzare rapidamente l'STS. Addirittura, assieme ad altri GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft), sta espandendo la sua influenza, direttamente o indirettamente, su diverse funzioni sociali (agroalimentare, turismo, mobilità urbana) contemporaneamente (Franceschini e Marletto, 2019). Per quanto la questione necessiti di ulteriori indagini, le strategie messe in atto da Amazon sembrano poi andare in senso contrario agli obiettivi di sostenibilità (spinta al iper-consumo, sprawl logistico, fast shipment, uso di droni) (Rodrigue, 2020a; Muñoz-Villamizar et al., 2021).

Un'altra dinamica importante è la strategia espansionista cinese, in cui i trasporti giocano un ruolo di primo piano. La Cina ha penetrato l'STS della logistica dapprima attraverso le sue compagnie marittime e di gestione portuale, molte delle quali a controllo statale, quindi con il finanziamento di mega progetti infrastrutturali all'estero nell'ambito della Belt and Road Initiative. Per quanto influenze e finanziamenti esteri non siano una novità in campo infrastrutturale (si pensi al ruolo di istituzioni quali l'FMI e la Banca Mondiale nell'incoraggiare e indirizzare progetti nei Paesi in Via di Sviluppo) la Cina è l'unico paese al mondo che si posiziona come fornitore di infrastrutture di portata globale. Se il grosso degli investimenti nell'ambito della Belt and Road Initiative si concentra al momento in Asia, l'imprinting dell'iniziativa sulla rete di trasporto globale, ma anche sulla geografia della produzione e sugli equilibri geopolitici globali può essere notevole (Flint e Zhu, 2019). A riguardo si prefigurano sia scenari in cui l'economia rimane organizzata globalmente con una posizione sempre più dominante della Cina, sia la costituzione più o meno strutturata di nuovi blocchi politici e economici, associata a strategie localizzative di nearshoring e/o friendshoring (Kollewe, 2022). L'interesse di alcune filiere per il nearshoring e/o friendshoring è dato anche dall'affermarsi recente e irrompente di eventi di rottura delle catene globali di fornitura, in particolare in seguito alla pandemia di Covid-19 e alla guerra in Ucraina. Un'altra strategia emergente in risposta ai rischi di rotture di approvvigionamento consiste nel ricostruire stock di scorte (just-in-case) (WTO, 2021).

Ci sono poi eventi futuri inevitabili, che avranno senza dubbio un impatto enorme sull'organizzazione del STS, ma che per ora stentano a trovare spazio nel dibattito. In primis gli effetti del cambiamento climatico avranno conseguenze sulla sicurezza e l'affidabilità delle reti di trasporto (danneggiamento delle infrastrutture, malfunzionamento dei mezzi di trasporto). Ma soprattutto, la probabilità di un rapido esaurimento del petrolio è elevata (Curtis, 2009) e ciò implica che è necessaria una rapida transizione ad altre fonti di combustibile. Tale transizione è molto più difficile per i mezzi navali e aerei (soprattutto se si punta ad usare fonti di energia a basso impatto ambientale) per cui la carenza o l'elevato prezzo del petrolio potrebbe impattare in particolar modo il trasporto su lunghe distanze e quindi, nuovamente, l'organizzazione su scala globale della produzione.

### **4.3 Transizione ecologica e logistica**

Tra le più importanti dinamiche recenti nel campo della logistica e dell'economia globale, sono emerse sia tendenze apparentemente nefaste con riferimento all'impatto ambientale (prima su tutte quelle legate alle strategie dell'e-commerce) e altre che potrebbero portare migliorie (nearshoring, rischio di esaurimento del petrolio). Quello che sorprende, come si può anche desumere dalla cronologia riportata in figura 1, è la quasi totale mancanza di innovazioni, decisioni, attori e discorsi politici orientati alla sostenibilità del settore. A livello internazionale, le pochissime misure adottate riguardano la convenzione IMO MARPOL 73/78 sulla prevenzione dell'inquinamento marino e il tetto alle emissioni di zolfo e azoto e,

nel 2016, l'accordo CORSIA dell'ICAO che prevede l'introduzione di crediti di carbonio nell'aviazione internazionale a partire del 2027<sup>5</sup>.

Guardando a livello delle iniziative governative, non esistono accordi di portata globale su trasporti e ambiente, per cui faremo riferimento alla politica europea. L'UE si è impegnata nel sostegno alle modalità di trasporto meno inquinanti ma i risultati sullo split modale sono piuttosto deludenti<sup>6</sup>. Va detto poi che la logistica è caratterizzata dal ritardo o dalla mancata adozione di politiche per la riduzione dei GES applicate ad altri settori. In particolare, i trasporti sono stati esclusi dal sistema di scambio delle quote di emissioni entrato in vigore in Europa nel 2005. Solo nel 2012 è stata estesa la loro applicazione al trasporto aereo interno alla UE (Direttiva 2008/101/EC). Al momento, anche se è sul tavolo delle negoziazioni (Trasporto Europa, 2022), le altre modalità di trasporto ne sono sempre esentate. Un'altra esenzione da ricordare riguarda la richiesta ai costruttori di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> della flotta di veicoli. Mentre è in vigore dal 2009 per automobili e veicoli commerciali leggeri, è stata adottata per i veicoli commerciali pesanti solo nel 2019 (obiettivo di riduzione del 15% nel 2025 e 30% nel 2030; Regulation (EU) 2019/1242). Si deve poi ricordare che negli ultimi decenni il finanziamento da parte della UE di importanti progetti infrastrutturali ha sostenuto la crescita del trasporto nel complesso mentre le politiche di liberalizzazione del trasporto hanno favorito l'impennata del trasporto aereo, particolarmente inquinante.

Gli elementi descritti sin qui permettono di rispondere alla prima Reserach Question, ossia i motivi per cui la logistica ha acquisito un tale ritardo nella transizione sostenibile. L'analisi socio-tecnica permette di mettere in risalto il ruolo degli attori e delle strutture nello sviluppo di determinate traiettorie. A nostro parere il ritardo nello sviluppo di tecnologie e pratiche sostenibili è legato alla mancanza di pressioni esterne sul STS, e alla priorità assoluta che si è data alla funzione di sostegno al libero scambio assoluta dalla logistica.

Una delle giustificazioni in materia di trattamento differenziato della logistica nelle richieste governative di adozione di tecnologie verdi sono i vincoli tecnologici del settore e la sua forte dipendenza dagli idrocarburi. Ora, se oggi la ricerca per una transizione tecnologica nell'insieme delle modalità di trasporto è diventata urgente – se non per limitare il riscaldamento globale almeno per fare fronte all'esaurimento delle scorte di petrolio - va notato che lo shock petrolifero del 1973 avrebbe già dovuto dare un impulso in quel senso. Le compagnie petrolifere e i costruttori di mezzi hanno sicuramente un ruolo nella poca attenzione data sinora alla transizione tecnologica radicale.

Questa scarsa evoluzione delle pratiche da parte degli attori forti dell'STS si può spiegare almeno in parte con il fatto che non sono messi sotto pressione da altri attori. In primis, manca nella logistica un coinvolgimento della società civile e dei movimenti dal basso (New Social Movements e Grassroots Movement). Questi hanno avuto un ruolo importante nella transizione sostenibile in molti settori, attraverso un lavoro di sensibilizzazione e pressioni sui governi (Geels e Penna, 2015) oppure attraverso lo sviluppo di nuove tecnologie. Ad esempio, le energie eoliche e fotovoltaiche, così come l'agricoltura biologica, sono così dette Grassroots Innovations (Hossain, 2016). Ora, se va riconosciuta l'azione dei movimenti dal basso nel frenare o impedire alcuni progetti infrastrutturali (ad esempio il movimento No TAV), la logistica è un settore che desta poco interesse nella cittadinanza. Infatti la Grassroots Innovation nella logistica si limita alla pratica delle filiere corte nell'agroalimentare. È quindi mancata nel settore la loro spinta, diretta o indiretta, all'evoluzione delle pratiche in senso sostenibile.

Neppure i governi si sono posizionati più di tanto per modificare la traiettoria (e la rete degli attori) del STS. A nostro avviso, il sostegno alla crescita economica tramite lo sviluppo dei trasporti non è sufficiente a spiegare quest'orientamento. Infatti, è l'adesione generalizzata al pensiero neoliberista, e quindi l'ampia applicazione di un quadro regolamentare

---

5 Si noti che, a differenza dei sistemi cap and trade, i crediti di carbonio includono misure di compensazione delle proprie emissioni, ad esempio tramite rimboscamenti. Se possono alzare il prezzo del trasporto, non pongono nessun limite alla crescita del trasporto aereo.

6 Tra il 2000 e il 2017 la quota delle t-km in UE (domestiche) coperte dalla strada passa dal 46,5% al 50,1% mentre quella del trasporto aereo interno passa dallo 0,06% al 3,2%. Tutte le altre modalità vedono il loro share modale ridursi (Commissione europea, 2019).

liberoscambista, che ha creato quei lock-in che impediscono agli Stati e alle Aree di libero scambio di applicare sul loro territorio politiche realmente efficaci. Tornando al caso della UE, si osserva infatti come, da un lato, il quadro regolamentare comunitario impedisca a volte di favorire quelle soluzioni più sostenibili (ad esempio dare priorità ai fornitori locali negli appalti pubblici)<sup>7</sup> e, dall'altro, l'incapacità degli Stati ad uscire dalla logica della competizione territoriale. Ne deriva che lo strumento maggiormente usato sia quello degli incentivi, che però sembrano insufficienti, nonché difficilmente calibrabili, data la necessità degli attori locali di costantemente aggiustarsi alle evoluzioni imposte dagli attori globali dominanti.

Infine, va ricordato che le attuali dinamiche della globalizzazione non solo contribuiscono alla crescita delle distanze percorse - non solo per via della lontananza tra luoghi di produzione e consumo, ma anche per via della polverizzazione della produzione che generalmente presenta una maggior intensità di trasporto rispetto alle produzioni clusterizzate - ma aumentano la quantità di trasporto proprio in quelle aree del mondo più indietro rispetto alla transizione ecologica del trasporto.

## 5 Possibili orientamenti della transizione ecologica della logistica

La seconda Research Question della presente ricerca riguarda gli orientamenti che potrebbero caratterizzare la transizione ecologica in futuro. Per ridurre gli effetti climalteranti del trasporto si può agire su tre leve: i) ridurre le emissioni di GES dei mezzi; ii) ridurre le distanze percorse; iii) ridurre la quantità di merci trasportata. Le tre opzioni non sono incompatibili ed è plausibile immaginare scenari in crescendo, dalle sole misure tecnologiche, al loro abbinamento con una riorganizzazione spaziale delle catene di fornitura per arrivare allo scenario – alquanto improbabile – di riduzione dei consumi. Detto questo, dato che l'STS è poco proattivo in materia di innovazione tecnologica, è anche possibile immaginare scenari di regionalizzazione delle catene di fornitura, a tecnologia pressoché invariata (Petit et al., 2019). Per semplicità tratteremo quindi i tre punti separatamente.

Il primo scenario si concentra sull'innovazione tecnologica, attraverso lo sviluppo di mezzi a basso livello di emissioni e di altre misure che permettono di ridurre le emissioni per veicolo-km (ad esempio velocità o routing) o tonn-km (coefficienti di riempimento). Questo orientamento è quello che ha sin ora ricevuto maggior attenzione da parte di politici, ricercatori e operatori. La transizione tecnologica può essere promossa da misure regolamentari (ad esempio limiti alle emissioni dei veicoli) che forniscono un vantaggio competitivo alle imprese che adottano per prime tecnologie verdi. Si ricorda però che le difficoltà della governance internazionale rende difficile intervenire sul traffico internazionale (aereo e marittimo). Inoltre, non va sottovalutato il rebound effect per cui, quando una riduzione delle emissioni comporta, come spesso avviene, anche una riduzione di costo, le distanze percorse aumentano (Binswanger, 2001). Per evitarlo, sarebbe necessario adottare contemporaneamente misure rilevanti di tassazione delle emissioni/carburanti e/o sviluppare schemi di scambio delle emissioni con un tetto massimo (possibilmente decrescente nel tempo). Anche se sin ora si è osservato una forza d'inerzia enorme degli operatori privati, con addirittura strategie organizzative recenti in contro tendenza rispetto agli obiettivi ambientali (ad esempio quelle lanciate da Amazon), la spinta all'evoluzione tecnologica potrebbe venire anche da costruttori di mezzi e fornitori di servizi logistici, per via di una crescita (o volatilità) del costo dei carburanti e/o la presa di coscienza del prossimo esaurimento del petrolio. L'interesse dei privati del settore logistico per la questione ambientale appare però estremamente basso, per cui è fondamentale che le istituzioni orientino la transizione verso tecnologie verdi e non verso altre tecnologie inquinanti (ad esempio Gas Naturale Liquefatto) o socialmente dannose (ad esempio biocarburanti di seconda generazione).

Nel secondo scenario, la riduzione dell'impatto ambientale della logistica è dovuta ad una riorganizzazione delle filiere a scala macroregionale. Più che da logiche ecologiche,

---

<sup>7</sup> Questo punto è stato oggetto di dibattito nella campagna elettorale francese 2022, in cui alcuni partiti hanno proposto la disobbedienza ai trattati UE quando essi vanno in controtendenza rispetto all'urgenza climatica (greenreport.it, 2022).

dinamiche di quel genere potrebbero avvenire come risposta a tensioni geopolitiche (creazione di nuovi blocchi) e per limitare i rischi di rotture di approvvigionamento (filiera organizzata entro uno spazio coeso e stabile). Inoltre, un aumento ingente del prezzo del trasporto (guidato dal costo dei carburanti o dei mezzi) può contribuire alle dinamiche di nearshoring (Curtis, 2009).

Uno scenario di economia organizzata su scala regionale potrebbe portare ad una riduzione rilevante del traffico marittimo e aereo intercontinentale<sup>8</sup>, non ha a priori effetti sul traffico stradale che copre la quota principale delle emissioni di GES. Per massimizzare gli effetti dei riorientamenti localizzativi, sarebbe necessario promuovere la clusterizzazione su scala locale delle nuove industrie e possibilmente associare una pianificazione infrastrutturale a sostegno del trasporto ferroviario e marittimo. La costituzione di blocchi non impedisce affatto il libero scambio al loro interno, per cui una collaborazione interstatale circa localizzazione industriale ed infrastrutturale rimarrebbe, a nostro parere, un obiettivo difficile da raggiungere. Per contro, la coesione all'interno di un blocco, o la presenza di uno Stato dominante in grado di imporre le sue scelte, può facilitare l'adozione sovranazionale di una serie di regolamentazione ambientali a favore delle tecnologie verdi. In definitiva, una maggior regionalizzazione della produzione può portare vantaggi principalmente in termini di riduzione del trasporto aereo e marittimo ed eventualmente nella regolazione verde. Il secondo punto però, dipende molto dall'orientamento dei nuovi blocchi. Se un eventuale blocco guidato dall'UE potrebbe andare in quel senso, la cosa è meno probabile per un blocco guidati ad esempio dagli USA<sup>9</sup>.

Infine, per completezza, va considerato uno scenario in cui è la riduzione dei consumi a determinare la riduzione dell'impatto ambientale della logistica. Tranne che nel caso di fenomeni di recessione economica duratura, questo scenario è assai improbabile, data l'egemonia del pensiero pro-crescita. Al limite, si può ipotizzare che la diffusione della sensibilità ambientale porti a comportamenti più virtuosi di parte dei consumatori - con diffusione di preferenze del tipo filiera corta, day after delivery, marchi con una logistica sostenibile, ecc. - e che ciò costituisca un incentivo al miglioramento in senso ecologico per un certo numero di imprese (Punte et al., 2019).

I tre scenari sono rappresentati schematicamente con l'uso di una mappa socio-tecnica (ST-map; Marletto et al., 2016). Viene evidenziata la variabile principale sulla quale si basa la riduzione dei GES del settore, assieme agli attori principali del STS e la loro scala di azione. Allo scenario "decrescita" sono state applicate le caratteristiche scalari e organizzative tipiche degli orientamenti più radicali (Latouche, 2008). È rappresentato in grigio, per via della bassa probabilità di una sua realizzazione.

---

8 Si ricorda che le tensioni geopolitiche possono anche portare alla creazione di blocchi non concentrati geograficamente. Una situazione del genere può portare dei vantaggi in termini di governance internazionale, ma non di distanze percorse.

9 La situazione è più incerta per un blocco guidato dalla Cina, in quanto – a parte il fatto che sta accelerando la sua transizione ecologica – le sue modalità di governance sono più adatte alla pianificazione macroregionale.

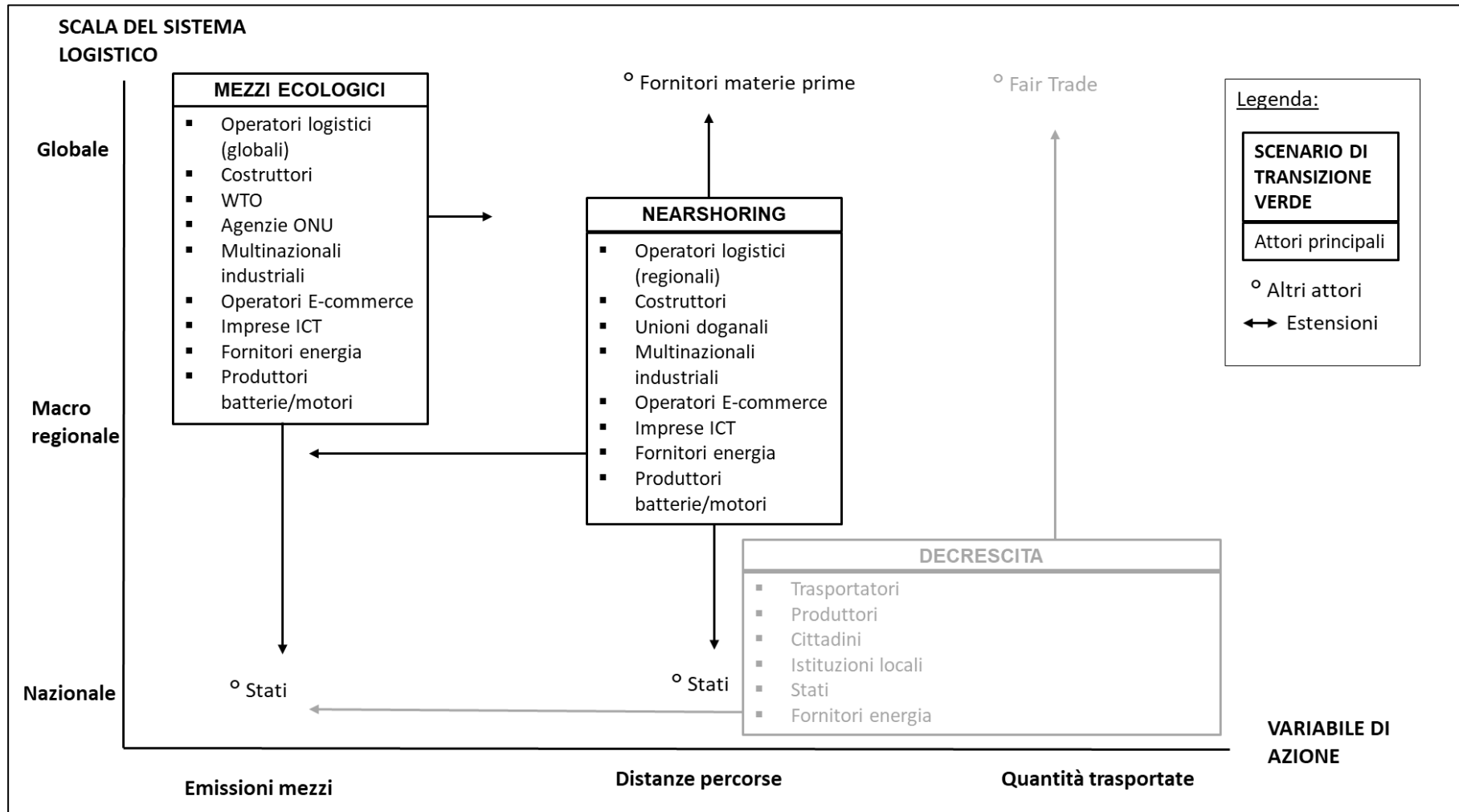


Figura 2. Scenari di transizioni della logistica a seconda della scala e della leva principale di azione

## 6 Conclusioni

Grazie all'utilizzo dell'analisi socio-tecnica, che considera congiuntamente fattori tecnico-economici e socio-politici, il presente articolo fornisce un contributo alla comprensione delle dinamiche che hanno frenato la transizione ecologica nella logistica, nonché una valutazione delle traiettorie future più probabili.

Più specificamente – ed entro i limiti di una visione d'insieme - il caso studio permette di rispondere a due Research Questions: Cosa spiega il ritardo del settore logistico nell'implementazione di pratiche sostenibili? Quali orientamenti di politica possono promuovere una riduzione dell'impatto climalterante della logistica?

Con riferimento alla prima research question, abbiamo evidenziato come la mancanza di pressioni sufficienti sugli attori dominanti del STS della logistica abbia limitato la loro propensione all'innovazione sostenibile. Oltre al disinteresse della società civile per il settore, questa stabilità è sostenuta dalla convergenza di veduta di attori pubblici e privati circa la funzione strumentale della logistica alla crescita economica, abbinata all'ampia adesione al pensiero neoliberista. L'adesione al principio di competizione territoriale ha poi sostenuto una corsa forse eccessiva all'infrastrutturazione. Oltre a ciò, la globalizzazione e la regolamentazione liberoscambista hanno accentuato il ruolo del trasporto internazionale, particolarmente difficile da governare, e portato all'insorgenza di attori con influenza globale che vincolano la capacità di azione (agency) dei soggetti nazionali e locali.

Con riferimento alla seconda research question, ci siamo soffermati sugli orientamenti più probabili dell'evoluzione della logistica. L'orientamento più consensuale e di competenza degli attori del settore, è quello dell'innovazione tecnologica. Purtroppo, i meccanismi osservati in passato lasciano pensare che le innovazioni tecnologiche non saranno sufficienti a ridurre rapidamente e in maniera rilevante le emissioni di GES complessive del settore. Un'altra evoluzione importante per il settore logistico riguarda invece l'eventuale crisi della globalizzazione (WTO, 2021), ossia una dinamica in larga parte (ma non del tutto) esterna al settore. La riorganizzazione dell'economia attorno a blocchi regionali porterebbe ad una riduzione del trasporto marittimo e aereo su lunga distanza e potrebbe facilitare l'adozione di accordi interstatali. Tuttavia, tranne che nella soluzione molto improbabile di superamento (entro i confini dei blocchi regionali) del libero scambio o, addirittura, dell'ideologia della crescita infinita, gli effetti di una riorganizzazione di quel tipo, anche se abbinata ad innovazioni tecnologiche, rischiano di non essere sufficienti a ridurre significativamente le emissioni di GES del settore. In definitiva, il nostro studio fornisce una valutazione piuttosto pessimista circa il futuro della transizione ecologica della logistica.

L'utilizzo dell'analisi socio-tecnica fornisce comunque suggerimenti rilevanti per pensare la transizione e indirizzare gli sforzi di cambiamento. Innanzitutto, fa emergere chiaramente come l'evoluzione della logistica non possa essere concepita che in abbinamento con quella della globalizzazione. Tuttavia, assumere un atteggiamento passivo riguardo alla globalizzazione si è rivelato dannoso, in quanto ha innescato circoli viziosi per cui, all'aumento o al miglioramento dei servizi logistici offerti è corrisposta un'accelerazione della crescita del trasporto e delle dinamiche poco sostenibili associate alla globalizzazione. D'altra parte – come ben dimostrato dalla recente impennata dei noli e dal congestionamento dei porti – gli sviluppi della logistica impattano anche l'economia globale e gli attori che la dominano (ad esempio multinazionali della produzione e della distribuzione). Sono quindi portatori di interesse, molto potenti, che vanno considerati nel pensare le strategie di transizione.

Lo studio ha messo in risalto la questione dell'agency, ossia della capacità (anche percepita) dei diversi attori di modificare le pratiche logistiche e le caratteristiche del STS. Ciò riguarda

le categorie di attori (pubblici o privati, della logistica o della produzione, ecc.) ma anche la loro scala di azione. In effetti abbiamo evidenziato come innovazioni sviluppate da attori di portata globale possano invalidare gli sforzi compiuti da attori nazionali o locali (ad esempio la promozione del ferro in uno scenario di esasperazione del fast shipment). Tuttavia, per quanto limitato, crediamo che esista uno spazio di azione per gli attori locali o nazionali (ad esempio il cold ironing o la promozione del ferro focalizzata su alcuni segmenti di logistica industriale). È però fondamentale valutare adeguatamente quali siano gli ambiti in cui l'azione locale risulterebbe maggiormente protetta dalle dinamiche globali. Questo argomento necessiterebbe di essere ulteriormente indagato, anche con l'ausilio di strumenti dell'analisi socio-tecnica focalizzati sul ruolo delle reti di attori nella governance dell'innovazione (ad esempio, le Arene di Sviluppo; Jørgensen e Sørensen, 1999)

### Riferimenti bibliografici

- Axsen J., Plotz P., Wolinetz M. (2020) "Crafting strong, integrated policy mixes for deep CO2 mitigation in road transport" *Nature Climate change*, 10, pp. 809-818. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0877-y>
- Bergek A., Bjørgum O., Hansen T., Hanson J., Steen M. (2021) "Sustainability transitions in coastal shipping: The role of regime segmentation" *Transportation Research Interdisciplinary perspectives*, 12, 100497. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100497>
- Binswanger M. (2001). "Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect?" *Ecological Economics*, 36, pp. 119-132.
- Blaszkiwicz H. (2021) "Using the flow regimes framework to de-hierarchise the analysis of commercial movements: case studies from the central african copperbelt" *Transactions of the Institute of British geographers*, 46, pp. 612-625. <https://doi.org/10.1111/tran.12439>
- Chen D., Bhatt Y. (2019) "The Impacts of Industrialization on Freight Movement in China" *Discussion Papers ks--2019-dp57*, King Abdullah Petroleum Studies and Research Center. <https://doi.org/10.30573/KS--2019-DP57>
- Churchman P., Longhurst N. (2022) "Where is our delivery? The political and socio-technical roadblocks to decarbonising United Kingdom road freight" *Energy Research & Social Science*, 83, 102330. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102330>
- Climate Action Tracker (CAT) (2020), "International shipping", 25 June, disponibile a: <https://climateactiontracker.org/sectors/shipping>
- Commissione europea (2019) "EU transport in figures: statistical pocketbook 2019", disponibile a: <https://data.europa.eu/doi/10.2832/017172>
- Commissione Europea (2020) "Un traguardo climatico 2030 più ambizioso per l'Europa Investire in un futuro a impatto climatico zero nell'interesse dei cittadini" Bruxelles, 17.9.2020, COM(2020) 562 final, disponibile a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0562&from=EN>
- Curtis F. (2009) "Peak globalization: climate change, oil depletion and global trade", 69, pp. 427-434. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.020>
- Damman S., Steen M. (2021) "A socio-technical perspective on the scope for ports to enable energy transition" *Transportation Research Part D*, 91, 102691. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102691>
- Enel X e Legambiente (2021) "Porti verdi: la rotta per uno sviluppo sostenibile" disponibile a: <https://www.legambiente.it/rapporti/porti-verdi-la-rotta-per-uno-sviluppo-sostenibile/>
- Flint C., Zhu C. (2019) "The geopolitics of connectivity, cooperation, and hegemonic competition: The Belt and Road Initiative" *Geoforum*, 99, pp. 95-101. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.12.008>
- Franceschini S., Marletto G. (2019) "Reorganization of supply chains as a key for the envision of socio-technical transitions. The case of tourism" *Working Paper Crenos*, 2019/3
- Geels F. W. (2002) "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study" *Research Policy*, 31, pp. 1257-1274

- Geels F. W. (2005) *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Edward Elgar, Cheltenham
- Geels, F.W. (2012) "A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies" *Journal of Transport Geography*, 24, pp. 471-482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F.W., Penna, C.C.R. (2015) "Societal problems and industry reorientation: elaborating the dialectic issue LifeCycle (DILC) model and a case study of car safety in the USA (1900–1995)" *Research Policy*, 44, pp. 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.09.006>.
- Geels, F.W., Schot, J. (2007) "Typology of sociotechnical transition pathways" *Research Policy*, 36, pp. 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Greenreport.it (2022) "In Francia sinistra e Verdi insieme, verso la Nouvelle Union Populaire écologique et sociale e le sesta Repubblica" 4 maggio 2022, Greenreport.it, disponibile a <https://greenreport.it/news/economia-ecologica/in-francia-sinistra-e-verdi-insieme-verso-la-nouvelle-union-populaire-ecologique-et-sociale-e-le-sesta-repubblica/>
- Hossain, M. (2016) "Grassroots innovation: a systematic review of two decades of research" *Journal of Cleaner Production*, 137, pp. 973–981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.140>.
- IEA (2020) "Transport sector CO2 emissions by mode in the Sustainable Development Scenario, 2000-2030," disponibile a: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/transport-sector-co2-emissions-by-mode-in-the-sustainable-development-scenario-2000-2030>
- IPCC (2022) *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>
- Jørgensen, U., Sørensen, O.H. (1999) "Arena of development – a space populated by actorworlds, artefacts, and surprises" *Tech. Anal. Strat. Manag.*, 11 (3), pp. 409–429. <https://doi.org/10.1080/095373299107438>.
- Knox P., Agnew J. (1996) *Geografia economica: Lo spazio economico globale* Franco Angeli, Milano.
- Kollewe J. (2022) "Friendshoring: what is it and can it solve our supply problems?" *The Guardian*, 6 august 2022, disponibile a: <https://www.theguardian.com/business/2022/aug/06/friendshoring-what-is-it-and-can-it-solve-our-supply-problems>
- Latouche S. (2008) *Breve trattato sulla decrescita serena* Bollati Boringhieri, Torino.
- Markard J, Raven R, Truffer B. (2012) "Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects" *Research Policy*, 41, pp. 955–967.
- Marletto G. (2014) "Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030" *Technological Forecasting and Social Change*, 87, pp. 164-178. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.013>
- Marletto, G., Franceschini, S., Ortolani, C., Sillig, C. (2016) *Mapping Sustainability Transitions: Networks of Innovators, Techno-Economic Competences and Political Discourses* Springer, Berlin.
- Mudge S. L. (2008) "What is neo-liberalism?" *Socio-Economic Review*, 6, pp. 703–731. <https://doi.org/10.1093/ser/mwn016>
- Muñoz-Villamizar, A., Velázquez-Martínez, J.C., Haro, P., Ferrer, A., Mariño, R. (2021) "The environmental impact of fast shipping ecommerce in inbound logistics operations: A case study in Mexico" *Journal of Cleaner Production*, 283,125400, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125400>.
- Petit S., Wells P., Haider J., Abouarghoub W. (2018) "Revisiting history: Can shipping achieve a second sociotechnical transition for carbon emissions reduction?"



- Transportation Research Part D, 58, pp. 292-307.  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.05.001>
- Punte S., Tavasszy L., Baeyens A., Liesa F. (2019) Roadmap toward zero emissions logistics 2050; Alice (Alliance for logistics Innovation through collaboration in Europe); disponibile a: <https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2019/12/Alice-Zero-Emissions-Logistics-2050-Roadmap-WEB.pdf>
- Rodrigue, J-P (ed) (2020a) The Geography of Transport Systems, Fifth Edition, Routledge, New York.
- Rodrigue J.P. (2020b) “The distribution network of Amazon and the footprint of freight digitalization” Journal of Transport Geography, 88, 102825.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102825>
- SLOCAT (2021) Tracking trend in a Time of Change: The Need for Radical Action Towards Sustainable Transport Decarbonisation, Transport and Climate Change Global Status Report – 2nd edition, disponibile a: [www.tcc-gsr.com](http://www.tcc-gsr.com).
- Trasporto Europa (2022) “Europarlamento include l’Ets nel trasporto marittimo e stradale”, 22 giugno 2022. Disponibile a: <https://www.trasportoeuropa.it/notizie/logistica-verde/europarlamento-include-lets-nel-trasporto-marittimo-e-stradale/>
- Truffer, B. (2003) “User led innovation processes: the development of professional carsharing by environmentally concerned citizen” Innovation, 16 (2), pp. 139–154.  
<https://doi.org/10.1080/13511610304517>.
- WTO (2021), GVC development report - beyond production - executive summary, disponibile a: [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/03\\_gvc\\_executive-summary\\_dev\\_report\\_2021\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/03_gvc_executive-summary_dev_report_2021_e.pdf)