

Dipartimento
di Impresa e Management

Cattedra Macroeconomia

Incidenza dei costi esterni e delle infrastrutture dei trasporti sul bilancio pubblico dell'Unione Europea

Prof. Alessandro Pandimiglio

RELATORE

Carlo Luchino - Matr. 220791

CANDIDATO

Indice

INTRODUZIONE	6
PARTE 1: Tipologie e impatto dei costi esterni.....	8
1.1 Definizione dei vari tipi di costi	8
1.2 Metodologie per la valutazione dei costi esterni	8
1.3 Costi degli incidenti.....	11
1.4 Costi dell'inquinamento atmosferico	15
1.5 Costi del cambiamento climatico	16
1.6 Costi del rumore	18
1.7 Costi di congestione	19
1.8 Costi di danneggiamento dell'habitat.....	22
1.9 Altri costi esterni	23
1.9.1 Costi dell'inquinamento del suolo e delle acque	23
1.9.2 Costi delle emissioni, a monte e a valle, di veicoli e infrastrutture	24
1.9.3 Costi esterni in aree sensibili (es. regioni montuose)	24
1.10 Valutazione economica della salute umana.....	26
1.10.1 Anni di vita persi	26
1.10.2 Anni di vita persi a causa di disabilità.....	26
1.10.3 Valutazione della salute umana – Valore di un anno di vita	26
1.11 Rappresentazioni grafiche	27
PARTE 2: Costi delle infrastrutture dei trasporti.....	29
2.1 Visione metodologica.....	29
2.2 Trasporto stradale	30
2.3 Trasporto ferroviario	33
2.4 Trasporto mediante navigazione interna.....	36
2.5 Trasporto marittimo.....	37
2.6 Aviazione.....	38
2.7 Metodi di stima dei costi infrastrutturali	38

2.7.1	Metodo delle spese dirette	38
2.7.2	Metodo di inventario perpetuo.....	39
2.7.3	Metodo sintetico	39
2.7.4	Metodi selezionati.....	39
2.8	Spese per abitante	40
2.8.1	Trasporto stradale	40
2.8.2	Trasporto ferroviario.....	40
2.9	Finanziamento delle infrastrutture di trasporto	41
2.10	Costi per le infrastrutture autostradali	42
PARTE 3: Internalizzazione dei costi riguardanti i trasporti nell'UE		43
3.1	Che cos'è l'internalizzazione	43
3.2	Internalizzazione dei costi esterni e infrastrutturali.....	44
3.2.1	Obiettivi dell'internalizzazione	44
3.2.2	Prezzi marginali dei costi sociali	45
3.2.3	Prezzi dei costi medi.....	45
3.2.4	Prezzi di Baumol	46
3.2.5	Prezzi di Ramsey	46
3.3	Copertura dei costi totali e medi dei trasporti nell'Unione Europea	47
3.4	Trasporto stradale	50
3.4.1	Direttiva sull'etichettatura delle auto.....	51
3.4.2	Direttiva sui veicoli puliti	52
3.4.3	Direttiva sulle infrastrutture per i carburanti alternativi	52
3.4.4	Direttiva sulla qualità dei carburanti.....	52
3.4.5	Direttiva sulla qualità dell'aria	53
3.4.6	Direttiva sui limiti nazionali di emissioni.....	53
3.4.7	Standard Europei	53
3.4.8	Incentivi nazionali a sostegno di veicoli puliti	54
3.4.9	Direttiva sul rumore ambientale	54
3.4.10	Regolazione del rumore del veicolo	55

3.4.11	Etichettatura degli pneumatici	55
3.4.12	Misure nazionali per l'abbattimento del rumore	55
3.4.13	Sicurezza delle infrastrutture stradali	55
3.4.14	Riduzione congestione stradale e politica TEN-T	55
3.5	Trasporto Ferroviario.....	56
3.5.1	Cambiamento climatico.....	56
3.5.2	Inquinamento dell'aria.....	57
3.5.3	Rumore	57
3.5.4	Sicurezza ferroviaria.....	57
3.5.5	Certificazione dei macchinisti	57
3.5.6	Shift2Rail.....	58
3.6	Trasporto mediante navigazione interna.....	58
3.6.1	Cambiamento climatico.....	58
3.6.2	Inquinamento dell'aria.....	58
3.6.3	Incidenti	59
3.7	Trasporto Marittimo	59
3.7.1	Cambiamento climatico.....	60
3.7.2	Incidenti	60
3.8	Aviazione.....	61
3.8.1	Cambiamento climatico.....	62
3.8.2	Rumore	62
3.8.3	Incidenti	63
	CONCLUSIONI	64
	BIBLIOGRAFIA	64

Indice Figure

Figura 1: Processo per stimare il danno degli inquinanti (modello NEEDS).....	16
Figura 2: Grafico rappresentante il calcolo del costo del ritardo.....	20
Figura 3: Costi esterni totali (2016) nell'Unione Europea (esclusi i costi di congestione).....	27
Figura 4: Quota delle diverse categorie di costi sui costi esterni totali (2016) in Unione Europea.....	28
Figura 5: Quota delle diverse modalità di trasporto sui costi esterni totali (2016) in Unione Europea.....	28
Figura 6: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture dei trasporti stradali.....	31
Figura 7: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture dei trasporti stradali.....	32
Figura 8: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture dei trasporti stradali in rapporto al PIL.....	32
Figura 9: Costi fissi e variabili per l'intera rete stradale (2016).....	32
Figura 10: Costi medi delle infrastrutture.....	33
Figura 11: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture ferroviarie.....	34
Figura 12: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture ferroviarie in rapporto al PIL.....	34
Figura 13: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture ferroviarie.....	34
Figura 14: Costi medi per le infrastrutture ferroviarie.....	35
Figura 15: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture di navigazione interna.....	36
Figura 16: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture di navigazione interna.....	36
Figura 17: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture di navigazione interna in rapporto al PIL.....	36
Figura 18: Investimenti stradali per abitanti.....	40
Figura 19: Investimenti O&M per abitanti.....	40
Figura 20: Finanziamenti per le infrastrutture privati e totali.....	41
Figura 21: Costi percepiti e costi sociali.....	43
Figura 22: Costi esterni totali, costi per le infrastrutture e ricavi fiscali.....	48
Figura 23: Costi esterni totali, costi variabili per le infrastrutture e ricavi fiscali.....	48
Figura 24: Costi totali per le infrastrutture e ricavi fiscali sulle infrastrutture.....	49
Figura 25: Costi variabili infrastrutture e ricavi fiscali sulle infrastrutture.....	50
Figura 26: Copertura dei costi totali per il trasporto su strada.....	51
Figura 27: Tre tipi di legislazione per l'inquinamento atmosferico.....	53
Figura 28: Copertura dei costi totali per il trasporto ferroviario.....	56

Figura 29: Copertura costi totali per trasporto mediante navigazione interna.....	58
Figura 30: Copertura costi totali per aviazione	61

Indice Tabelle

Tabella 2: Costi esterni delle vittime di incidenti stradali	13
Tabella 3: Costi esterni degli incidenti	13
Tabella 4: Grado di internalizzazione del rischio	14
Tabella 5: Costi esterni dell'inquinamento atmosferico	16
Tabella 6: Costi esterni del cambiamento climatico.....	18
Tabella 7: Costi esterni del rumore	19
Tabella 8: Costi esterni di congestione.....	22
Tabella 9: Costi esterni di danneggiamento dell'habitat	23
Tabella 10: Dati degli studi EUSALP e GRACE	25
Tabella 11: Costi totali per tutte le infrastrutture ferroviarie.....	35
Tabella 12: Costi totali per le infrastrutture di navigazione interna	37
Tabella 13: Stima dei costi infrastrutturali per il trasporto marittimo	37
Tabella 14: Costi per le infrastrutture aeroportuali	38
Tabella 15: Costi totali infrastrutturali in Unione Europea	42

INTRODUZIONE

Le attività di trasporto sono di fondamentale importanza in virtù dell'importantissimo ruolo che svolgono al giorno d'oggi nella promozione dello sviluppo economico e sociale, nel miglioramento della competitività della società e come mezzo per godere del diritto fondamentale alla mobilità. Ciononostante, il trasporto genera anche dei costi esterni che possono avere un effetto negativo sulla società nel suo complesso. L'utilizzo dei servizi di trasporto non solo causa un considerevole danno ambientale (inquinamento atmosferico, cambiamento climatico, rumore, ecosistemi, ecc.), ma ha un costo anche in termini di perdita di vite e di lesioni derivanti dagli incidenti stradali. Molto spesso, gli utenti stradali tendono a non tenere in considerazione l'impatto che i trasporti hanno sui costi. Generalmente tra le esternalità prodotte dal trasporto possono si individuano l'inquinamento atmosferico e acustico, gli incidenti, la congestione e, ancor più importante, il cambiamento climatico (si veda la tabella a pagina seguente). La crescita rapida dei volumi di trasporto e della coscienza ambientale hanno fatto confluire questi fattori nell'agenda politica attuale. La questione dell'introduzione di misure correttive, che contabilizzino i costi esterni tramite una loro "internalizzazione" in un prezzo totale finale complessivo per i servizi di trasporto, è diventata un aspetto cruciale delle politiche e della ricerca nel settore del trasporto.

Grazie all'esperienza acquisita nell'ambito di un tirocinio che ho svolto nell'estate del 2019 presso l'ETSC (European Transport Safety Council), avente sede a Bruxelles, ho voluto sviluppare la Tesi con la finalità di rappresentare esaurientemente il problema dei costi esterni e infrastrutturali nel settore dei trasporti, grazie anche all'analisi dei dati effettuate durante il tirocinio. Per il raggiungimento dell'obiettivo mi sono avvalso dell'utilizzo di dati pubblici riguardanti i costi esterni per le varie categorie di trasporto, i costi infrastrutturali negli Stati membri dell'Unione Europea e l'internalizzazione di queste due tipologie di costi mediante la tassazione o altre tipologie di strumenti.

Nella prima parte verranno definite le varie tipologie di costi esterni e le metodologie per la valutazione degli stessi. Verranno rappresentati i diversi impatti che i trasporti hanno sulla salute delle persone, sul clima e sull'ambiente. L'Unione Europea deve fronteggiare costi che, di anno in anno, diventano sempre più elevati. Infine, verranno rappresentate alcune formule riguardanti la valutazione economica della salute umana e tre grafici che comprenderanno tutti i dati citati nelle sezioni precedenti.

Nella seconda parte verranno analizzati i costi per le infrastrutture di trasporto. Dopo una visione metodologica verranno specificati, per ogni categoria di trasporto, i costi che devono essere sostenuti

al fine di mantenere e innovare la fitta rete infrastrutturale di trasporti europea. Dopo di ciò, verranno definiti diversi metodi di stima dei costi infrastrutturali e, infine, verranno evidenziate le metodologie di finanziamento per portare a termine questi progetti.

Nella terza e ultima parte verrà esposto il problema dell'internalizzazione dei costi riguardanti i trasporti nell'Unione Europea illustrando, inizialmente, dati e grafici rappresentanti l'effettiva copertura dei costi esterni e infrastrutturali mediante l'utilizzo dello strumento tassativo. Successivamente, verranno definiti, per le diverse tipologie di trasporti, gli approcci alternativi alla tassazione che si possono attuare per migliorare l'internalizzazione dei costi e diminuire l'impatto dei costi esterni e infrastrutturali sul bilancio pubblico europeo.

PARTE 1: Tipologie e impatto dei costi esterni

1.1 Definizione dei vari tipi di costi

In questa prima parte, dopo aver effettuato un quadro teorico, si andranno a evidenziare i vari tipi di costi esterni dei trasporti e, di conseguenza, l'impatto economico che essi generano.

I **costi esterni**, conosciuti anche come esternalità, nascono quando attività economiche o sociali di una persona o un gruppo di persone hanno un impatto su un'altra persona o un altro gruppo di persone e l'impatto in questione non è valutabile completamente o non è compensato dal primo gruppo di persone. Andando più nel dettaglio possiamo definire i **costi esterni dei trasporti** che si riferiscono alla differenza tra costi sociali (tutti i costi a carico della società dovuti alla fornitura e all'utilizzo delle infrastrutture dei trasporti) e costi privati dei trasporti (i costi direttamente a carico dell'utente). Dato che il mercato non fornisce un incentivo, per gli utenti dei trasporti, a tenere in conto i costi esterni, questi vengono inclusi all'interno dei costi sociali, portando a risultati non ottimali.

I costi esterni possono essere totali, medi o marginali:

I **costi esterni totali** si riferiscono a tutti i costi esterni in un determinato contesto geografico (es. Unione Europea o un paese specifico) causati dai trasporti. I costi esterni totali sono generalmente rappresentati in miliardi o milioni di euro.

I **costi esterni medi** sono strettamente collegati ai costi totali, e rappresentano il costo per unità di traffico.

I **costi esterni marginali**, infine, sono i costi esterni addizionali che emergono a causa di una attività di trasporto aggiuntiva. Nel breve periodo, questi costi sono connessi alla capacità delle infrastrutture esistenti, mentre i costi marginali di lungo termine tengono in considerazione la costruzione di una infrastruttura di traffico aggiuntiva. Questo implica, ad esempio, che i costi marginali di congestione di breve periodo sono, in generale, più alti dei costi marginali di congestione di lungo periodo.

1.2 Metodologie per la valutazione dei costi esterni

Le esternalità, nel contesto odierno, non sono scambiate sui mercati reali e quindi non è possibile ottenere un loro prezzo di mercato. Pertanto, metodologie di valutazione alternative devono essere applicate per quantificare i costi esterni.

Le metodologie principali sono: l'approccio al costo del danno, l'approccio ai costi di elusione, l'approccio ai costi di sostituzione e l'approccio del trasferimento del valore.

L'approccio al costo del danno

Questo approccio valuta tutti i danni subiti dagli individui a causa dell'esistenza delle esternalità. Poiché i prezzi di mercato spesso non sono disponibili per il danno subito, la disponibilità a pagare (WTP – Willingness To Pay) degli individui per evitare (parzialmente) il danno o la disponibilità ad accettare (WTA – Willingness To Accept) il danno, sono usati come indicatori delle preferenze individuali.

Ci sono diversi metodi disponibili per stimare la disponibilità a pagare dei consumatori che si possono dividere, sostanzialmente, in due categorie:

- a) **Preferenza dichiarata (SP – Stated Preference)** metodo che usa questionari o esperimenti nei quali agli intervistati viene chiesto di dichiarare la loro disponibilità a pagare o la loro disponibilità ad accettare il danno, non può essere molto affidabile poiché tiene conto solo di dati ipotetici sulla spesa.
- b) **Preferenza Rivelata (RP - Revealed Preference)** metodo che deduce il valore monetario delle esternalità dalle transazioni su altri mercati economici (es. Mercato immobiliare). Il risultato della preferenza rilevata è molto sensibile alle condizioni dei mercati osservati. Inoltre, la mancanza di conoscenza degli attori del mercato può compromettere la affidabilità di questo tipo di studio.

L'approccio ai costi di elusione

Determina i fattori di valutazione dei costi esterni determinando il costo per raggiungere un determinato obiettivo politico (es. obiettivi di riduzione della CO2 nell'Unione Europea). Questo può essere fatto stimando una funzione dei costi di elusione. La funzione in questione determina quanto costerebbe fornire un maggiore livello di qualità ambientale (es. riduzione di una tonnellata di CO2).

Approccio ai costi di sostituzione

Stima il valore di una esternalità basandosi sul costo di sostituzione/riparazione degli impatti negativi causati dalla esternalità stessa. Questo approccio è spesso utilizzato al fine di valutare i costi esterni per i quali non sono disponibili i costi di danno o di elusione. Potrebbe, tuttavia, essere facilmente sovrastimato o sottostimato.

Approccio del trasferimento del valore

Viene utilizzato per convertire i valori stimati in “siti di studio” ad “altri siti”. Questa procedura garantisce una alternativa allo svolgimento degli studi di valutazione in tutti gli Stati Membri e potrebbe colmare eventuali lacune per le quali valori regionali o nazionali non sono disponibili attraverso fonti primarie. Questo approccio, inoltre, può essere utilizzato per trasferire valori di input e di output ad altri paesi o in anni diversi.

Trasferire i valori di unità, dal paese di origine ai rimanenti Stati Membri, richiede i seguenti aggiustamenti che controllano le differenze tra le località:

- **Differenze di Prezzo:** il controllo delle differenze di Prezzo è fondamentale per ridurre al minimo gli errori durante il trasferimento dei valori tra sedi. L’approccio raccomandato è quello che utilizza i tassi di cambio corretti.
- **Differenze di reddito:** Un problema centrale, quando si convertono valori tra paesi, è considerare le differenze di reddito. L’approccio più comune consiste nel moltiplicare i valori unitari per il rapporto tra reddito nel paese di riferimento e reddito nel paese di studio.

$$WTP_{ps} = WTP_{ss} \left(\frac{Ios}{Iss} \right)^\varepsilon$$

Dove:

- WTP_{ps} rappresenta la disponibilità a pagare trasferita al sito di studio
 - WTP_{ss} rappresenta la disponibilità a pagare al sito di studio
 - Ios e Iss rappresentano i redditi del sito di studio e degli altri siti
 - ε rappresenta l’elasticità del reddito della disponibilità a pagare
- **Altre differenze:** i valori di input e output possono essere ulteriormente adattati in base alle specifiche caratteristiche delle esternalità. Per esempio, I costi degli incidenti devono essere adattati in base al tasso di rischio degli stessi.

Dopo aver definito i concetti teorici riguardanti i costi esterni e i diversi metodi con i quali si possono valutare, bisogna specificare le diverse tipologie di costi esterni che possono emergere.

1.3 Costi degli incidenti

Gli incidenti stradali comportano dei costi ingenti e sostanziali che sono costituiti da due componenti:

- a) **Costi materiali** (es. danni ai veicoli, costi amministrativi e medici)
- b) **Costi immateriali** (es. vite più brevi, sofferenza e dolore).

I prezzi di mercato possono essere usati per calcolare i costi materiali ma, nel caso di costi immateriali, non esistono prezzi di mercato che possano definirli.

Nonostante non ci sia una definizione precisa di costi esterni dovuti agli incidenti, questi costi vengono definiti come i costi sociali degli incidenti stradali che non sono coperti da premi assicurativi basati sui rischi.

I costi degli incidenti sono composti da cinque principali componenti:

- 1) Costi umani
- 2) Costi medici
- 3) Costi amministrativi
- 4) Perdita di produzione
- 5) Danni materiali

I **costi umani** stimano in valori monetari, il dolore e la sofferenza causati dagli incidenti stradali. In caso di lesioni, più o meno lievi, coprono il dolore e la sofferenza della vittima e, in caso di decesso, coprono la perdita di utilità della vittima. Gli incidenti dato che causano lesioni, più o meno gravi, comportano dei **costi medici**, che rappresentano i costi delle cure mediche fornite dagli ospedali, centri di riabilitazione, cliniche private ecc., alle vittime di incidenti stradali. Le spese in questione coprono il periodo dal momento dell'incidente fino al momento del completo recupero del paziente dall'infortunio o, in caso di incidenti mortali, morte. Dato che, a causa degli incidenti, vengono impiegati ulteriori fattori umani sul campo per cercare di arginare il problema e risolverlo velocemente, emergono ulteriori **costi** cosiddetti **amministrativi**. Questa tipologia di costi copre le spese riguardanti le forze di polizia impiegate, i vigili del fuoco e gli altri servizi di emergenza (non medici) che intervengono nel luogo dell'incidente. Inoltre, sono inclusi i costi relativi all'amministrazione della giustizia come, ad esempio, spese legali, costi per i procedimenti giudiziari e i costi per azioni legali e assicurative.

Esistono quattro componenti principali dei costi amministrativi:

- a) **I costi della polizia e dei vigili del fuoco** possono essere calcolati utilizzando la metodologia bottom-up o una metodologia top-down. L'approccio bottom-up moltiplica i costi per unità per il tempo trascorso in un incidente o il numero di incidenti. L'approccio top-down stima la quota dei costi relativi agli incidenti di trasporto rispetto ai costi totali della polizia o dei vigili del fuoco.
- b) **I costi dell'assicurazione amministrativa** possono essere dedotti dalle statistiche del ramo assicurativo.
- c) **I costi legali** possono essere stimati utilizzando un approccio top-down o bottom-up. Un approccio bottom-up utilizza il costo per unità (es. reati perseguiti, causa, detenuto) e lo moltiplica per il numero di unità. In un approccio top-down la proporzione dei costi legali totali (costi di azioni penali, azioni legali, reclusione) è determinata sulla base di determinate variabili (es. persone perseguite a causa di incidenti stradali in proporzione al numero totale di persone perseguite)

Un incidente comporta, inoltre, una **perdita di produzione** delle persone coinvolte nello stesso. Le vittime in questione non saranno prontamente in grado di tornare al lavoro e, in alcuni casi potrebbero non tornarci mai. Questa perdita di produzione comporta dei costi aggiuntivi che consistono nelle perdite nette di produzione dovute a riduzioni dell'orario di lavoro e ai costi di sostituzione del capitale umano. I costi più oggettivi e facilmente individuabili in caso di incidente sono i **danni materiali** che emergono dalla valutazione monetaria riguardante i danni ai veicoli, alle infrastrutture, a merci e a beni personali.

Inoltre, si possono identificare anche ulteriori “**altri costi**” che coprono i costi di congestione, di indisponibilità dei veicoli e delle spese funebri derivanti dagli incidenti stradali.

Le vittime degli incidenti stradali sono classificate in tre categorie:

- **Morti** che rappresentano quelle persone che muoiono sul colpo, al momento dell'incidente, o entro trenta giorni dallo stesso, a causa delle lesioni riportate.
- **Lesioni gravi** riguardano le persone che subiscono un infortunio, a causa di un incidente, e che sono ricoverate in ospedale per un periodo superiore a 24 ore.
- **Lesioni lievi** riguardano quelle persone che, a seguito di un incidente, riportano delle lesioni che non rientrano nella definizione di lesioni gravi.

Le statistiche riguardanti gli incidenti che sono utilizzate per il trasporto su strada vengono ricavate dal Database comunitario europeo degli incidenti stradali (CARE). Questo database, molto dettagliato, fornisce informazioni riguardanti le morti, le lesioni gravi e le lesioni lievi, in che veicoli sono sedute le vittime e quali altri veicoli sono coinvolti negli incidenti.

	Human costs	Production loss	Medical costs	Administrative costs	Total external cost per casualty
Fatalities	2,907,921	361,358	2,722	1,909	3,273,909
Serious injuries	464,844	24,055	8,380	1,312	498,591
Slight injuries	35,757	1,472	721	564	38,514

Tabella 1: Costi esterni delle vittime di incidenti stradali

Come si può vedere nella tabella soprastante, solo per quanto riguarda i costi umani causati dalle morti nell'Unione Europea, la spesa ammonta a € **2.91 milioni di euro circa**. In questa stima vengono espressi i costi degli incidenti con i prezzi di mercato e non con i costi dei fattori. I costi dei fattori, infatti, tendono a non tenere in considerazione quella parte della spesa rappresentata dalle imposte e, di conseguenza, portano a una sottostima dei valori di circa il 20% rispetto al prezzo di mercato. I costi medi e totali degli incidenti sono calcolati utilizzando un approccio “**top-down**”, partendo dal totale degli incidenti e, successivamente, dividendo gli stessi per tipi di veicoli.

Nello specifico, i **costi medi** sono calcolati dividendo i costi totali dei trasporti con i dati di performance dei trasporti stessi. Come possiamo vedere nella tabella sottostante, i motocicli causano, di gran lunga, il più alto livello di costi medi esterni per km.

Il database “CARE” fa emergere che i motociclisti sono coinvolti in un numero relativamente alto di incidenti.

Transport mode	Total costs EU28 Billion €	Average costs	
		€-cent per pkm	€-cent per vkkm
Passenger transport			
Passenger car	210.2	4.5	7.2
Motorcycle ¹³	21.0	12.7	13.3
Bus/Coach	5.3	1.0	18.9
Total passenger road	236.5		
High speed passenger train	0.1	0.1	17.3
Conventional passenger train	2.0*	0.5	52.2
Total passenger rail	2.0		
Total passenger transport	238.5		
Freight transport	Billion €	€-cent per tkm	€-cent per vkkm
LCV	19.8	6.0	4.1
HGV	23.0	1.3	15.5
Total freight road	42.8		
Freight train	0.3	0.1	34.1
Inland Vessel	0.1	0.1	86.3
Total freight transport	43.1		
Total road, rail, inland waterway	281.7		

Tabella 2: Costi esterni degli incidenti

Un'altra valutazione molto importante che bisogna effettuare è quella del **grado di internalizzazione** dei costi, il quale viene utilizzato per determinare la quota dei costi umani che viene internalizzata dagli utenti stradali.

Questo fattore cambia in base al tipo di veicolo utilizzato, poiché alcuni veicoli sono più vulnerabili di altri e viene calcolato dividendo il numero di vittime all'interno di un certo tipo di veicolo per il numero di vittime negli incidenti stradali che coinvolgono quello specifico tipo di veicolo (contando anche le vittime all'interno di altri tipi di veicoli coinvolti negli incidenti). Questo indice dà una buona indicazione riguardo al grado di vulnerabilità di un veicolo, comparato con altri tipi di veicoli.

Se un veicolo causa un incidente fatale con un altro veicolo che ha quattro passeggeri, il costo umano di tutti e quattro i passeggeri è un costo totalmente esterno rispetto al veicolo coinvolto.

Vehicle type	Risk internalisation factor
Passenger car	0.61
Motorcycle	0.93
Bus	0.16
Coach	0.16
LCV	0.28
Heavy Goods Vehicle	0.14

Tabella 3: Grado di internalizzazione del rischio

Ci sono tre metodi principali per allocare i costi totali esterni degli incidenti alle differenti categorie di veicoli. Questo può essere effettuato basandosi su tre prospettive:

- a) **Prospettiva di Monitoraggio:** comporta l'assegnazione delle vittime di un incidente al tipo di veicolo che stavano utilizzando al momento dell'incidente stesso. Nel caso in cui vi sia un incidente tra un'auto e un camion, in cui due persone sedute nell'auto muoiono e l'autista del camion subisce un infortunio, i due incidenti mortali verrebbero assegnati all'auto e l'infortunio verrà assegnato all'autocarro. Questa prospettiva è il metodo classico con il quale vengono riportate le statistiche sugli incidenti.
- b) **Prospettiva di Responsabilità:** comporta l'allocazione dei costi dell'incidente alla parte responsabile di averlo causato. Questo metodo comporterebbe che, se il camion dell'esempio precedente fosse stato responsabile dell'incidente, entrambe le morti sarebbero state poste a carico del camion stesso. Nessun costo sarebbe stato assegnato ai passeggeri della macchina. Questa è sicuramente la metodologia più adatta per allocare i costi degli incidenti. Sfortunatamente, a livello europeo, le statistiche degli incidenti non contengono informazioni sulla responsabilità, sebbene alcune banche dati nazionali lo facciano (es. Germania).
- c) **Prospettiva di Danno potenziale:** comporta l'allocazione di tutte le vittime in un certo veicolo all'altro veicolo coinvolto nell'incidente. Questo metodo è preferibile rispetto a quelli

precedentemente elencati poiché, in primo luogo, le statistiche sugli incidenti con prospettive di responsabilità non sono disponibili, uniformemente, in tutti i paesi dell'Unione Europea e, in secondo luogo, la responsabilità morale e causale di un incidente non risiede solo nella parte “in torto”, ma può anche ricadere alla parte che, legalmente parlando, non ha commesso alcun errore. Pertanto, anche se i conducenti dei veicoli rispettano le norme stradali, sussiste comunque un pericolo reciproco a cui i conducenti si espongono continuamente. Più un veicolo è pesante e veloce, maggiore è il suo potenziale di danno, poiché espone gli altri utenti stradali a un pericolo maggiore. Riprendendo l'esempio precedente, i costi delle due vittime nell'auto sarebbero stati attribuiti all'autocarro e l'infortunio sarebbe stato attribuito all'automobile.

1.4 Costi dell'inquinamento atmosferico

L'emissione di agenti inquinanti atmosferici può portare a diversi tipi di danni. I più rilevanti e, di conseguenza, i meglio analizzati sono gli effetti sulla salute. Tuttavia, anche altri tipi di danni risultano essere rilevanti, come danni alle costruzioni e ai materiali, perdite delle colture e delle biodiversità.

I costi riguardanti l'inquinamento atmosferico sono una delle categorie di costi esterni maggiormente analizzate. Esistono quattro tipi di impatti causati dall'emissione di inquinanti atmosferici da parte dei trasporti:

Il primo impatto è quello sulla salute, l'inalazione di inquinanti atmosferici come particelle (PM10, PM2.5) e ossidi di azoto (Nox) possono comportare un rischio maggiore di malattie respiratorie e cardiovascolari (es. bronchite, asma, cancro ai polmoni). Questi effetti negativi comportano costi di cure mediche, perdita di produzione sul lavoro e, in alcuni casi, la morte. L'ozono, come inquinante atmosferico secondario, e altri inquinanti atmosferici acidi possono, inoltre, danneggiare le colture agricole causando una consistente **perdita di raccolto**. Un forte inquinamento può avere un **impatto negativo anche sui materiali edilizi** che, principalmente, possono presentare un inquinamento delle superfici dell'edificio attraverso particelle e polvere con danni consistenti alle facciate e ai materiali degli edifici dovuti a processi di corrosione causati da sostanze acide. Infine, può **danneggiare fortemente l'ecosistema**.

I danni possono causare un decremento della biodiversità (flora e fauna). Per valutare correttamente i costi dell'inquinamento atmosferico, viene utilizzato il modello NEEDS. Questo modello serve a stimare la relazione tra emissioni ed eventuali impatti e, il processo necessario per stimare il costo del danno degli inquinanti, è schematicamente riassunto nella figura seguente:

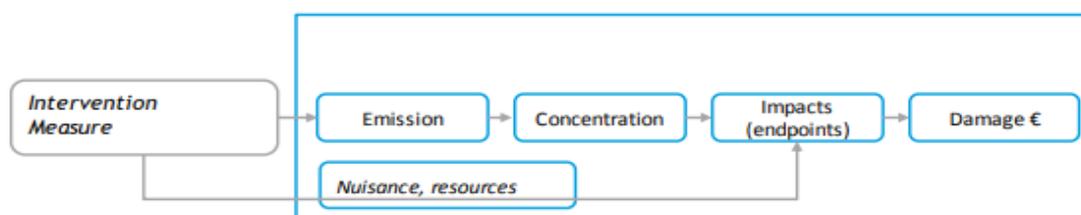


Figura 1: Processo per stimare il danno degli inquinanti (modello NEEDS)

La tabella sottostante mostra i costi totali che sono stati causati dall'inquinamento atmosferico divisi per tipologie di veicoli.

Transport mode	Total costs EU28	Average costs	
	Billion €	€-cent/pkm	€-cent/vkm
Passenger transport			
Passenger car	33.36	0.71	1.14
Passenger car - petrol	8.58	0.33	0.53
Passenger car - diesel	24.79	1.18	1.90
Motorcycle	1.84	1.12	1.17
Bus	1.35	0.76	14.19
Coach	2.67	0.73	14.34
Total passenger road	39.23		
High speed passenger train	0.002	0.002	0.66
Passenger train electric	0.03*	0.01	1.14
Passenger train diesel	0.52	0.80	47.0
Total passenger rail	0.55		
Total passenger transport	39.78		
Freight transport			
LCV	15.49	4.68	3.24
LCV - petrol	0.33	1.72	1.17
LCV - diesel	15.16	4.86	3.37
HGV	13.93	0.76	9.38
Total freight road	29.42		
Freight train electric	0.01	0.004	2.14
Freight train diesel	0.66	0.68	305.39
Total freight rail	0.67		
Inland Vessel	1.93	1.29	1,869
Total freight transport	32.02		
Total road, rail, inland waterway	71.80		

Tabella 4: Costi esterni dell'inquinamento atmosferico

Quindi, come si può notare dalla tabella, i veicoli diesel sono quelli che producono più inquinamento atmosferico e, di conseguenza, maggiori costi. Il costo totale causato dall'inquinamento atmosferico ammonta a **71.80 miliardi di euro**.

1.5 Costi del cambiamento climatico

L'emissione di gas a effetto serra nell'atmosfera provoca il riscaldamento globale e una modificazione del clima.

A livello comunitario si è stimato che, senza concrete politiche climatiche, ci si può aspettare che le temperature aumentino significativamente entro la fine del secolo. Tale cambiamento radicale avrà un impatto molto significativo e, in gran parte, irreversibile sul nostro ecosistema, sulla salute umana e sulla società.

I costi riguardanti il cambiamento climatico sono definiti come i costi associati a tutti gli effetti di riscaldamento globale come, ad esempio, l'innalzamento del livello del mare, la perdita della biodiversità, i problemi di gestione delle risorse idriche e condizioni metereologiche estreme più frequenti.

A causa di questi effetti a lungo termine causati dal cambiamento climatico globale, che hanno modelli di rischio difficili da prevedere, l'identificazione dei costi associati è estremamente complessa. Pertanto, identificare i costi climatici dei trasporti è estremamente importante. I principali costi che emergono dagli effetti del cambiamento climatico sono:

- **Innalzamento del livello del mare:** un aumento della temperatura comporterà lo scioglimento delle calotte polari e di altre superfici innevate che, a loro volta, causeranno un innalzamento del livello del mare. Di conseguenza, i terreni utilizzati per l'agricoltura andranno persi e sarà necessario dedicare maggiori sforzi alla protezione delle zone costiere.
- **Perdita di raccolto:** un aumento della temperatura e una variazione delle precipitazioni medie ed estreme possono negativamente influire sull'agricoltura in alcune aree. Questi cambiamenti possono manifestarsi in tempi relativamente brevi e portare a importanti problemi di adattamento socioeconomico che potrebbero innescare una maggiore frequenza di carestie e un aumento del flusso migratorio.
- **Costi sanitari:** gli aumenti di temperatura possono portare a più ricoveri ospedalieri e mortalità causati dal calore. I cambiamenti di temperatura possono portare anche a una maggiore diffusione delle malattie che sono trasmesse da parassiti o insetti come, ad esempio, la malaria.
- **Danni a edifici e materiali:** condizioni metereologiche avverse, causate dall'innalzamento della temperatura, possono gravemente danneggiare edifici e infrastrutture.
- **Problemi di gestione delle risorse idriche:** carenze idriche e siccità, in alcune aree, possono essere aggravate a causa dei cambiamenti climatici. Altre aree potrebbero avere più acqua disponibile comportando un problema di gestione delle stesse risorse idriche.
- **Impatto sugli ecosistemi e sulla biodiversità:** i cambiamenti climatici possono avere un impatto negativo anche sulla flora e sulla fauna. Gli animali e le piante possono adattarsi a tali cambiamenti in misura limitata. La migrazione o, peggio ancora, l'estinzione di alcune specie, saranno la probabile conseguenza dei cambiamenti climatici.

La seguente tabella mostra i fattori di costo (valori di output) risultanti dai costi climatici per modalità di trasporto e tipo di veicolo. La tabella include i costi totali e i costi medi. I calcoli sono stati basati su un fattore di costo di € 100 per tonnellata di CO₂.

Passenger transport	Total costs EU28	Average costs	
	Billion €	€-cent per pkm	€-cent per vkm
Passenger car	55.56	1.18	1.90
<i>Passenger car - petrol</i>	32.02	1.22	1.97
<i>Passenger car - diesel</i>	23.54	1.12	1.80
Motorcycle	1.47	0.89	0.94
Bus	0.84	0.47	8.83
Coach	1.61	0.44	8.66
Total passenger road	59.49		
Passenger train diesel	0.22	0.34	20.1
Total passenger transport	59.71		
Freight transport	Billion €	€-cent per tkm	€-cent per vkm
LCV	13.17	3.98	2.75
<i>LCV - petrol</i>	0.71	3.76	2.56
<i>LCV - diesel</i>	12.45	3.99	2.77
HGV	9.63	0.53	6.48
Total freight road	22.79		
Freight train diesel	0.24	0.25	112.4
Inland Vessel	0.40	0.27	383.1
Total freight transport	23.43		
Total road, rail, inland waterway	83.14		

Tabella 5: Costi esterni del cambiamento climatico

Come si può notare dalla tabella, i veicoli che provocano un impatto maggiore sui costi dell'Unione Europea, per quanto riguarda il cambiamento climatico, sono quelli a benzina. Il costo totale causato dal cambiamento climatico, comprendendo tutte le tipologie di trasporto, ammonta a **83.14 miliardi di euro**.

1.6 Costi del rumore

Il rumore del traffico è generalmente vissuto come una disutilità ed è, di conseguenza, accompagnato da costi significativi. Le emissioni sonore del traffico rappresentano un problema ambientale crescente causato da una combinazione tra la tendenza verso una maggiore urbanizzazione e un aumento dei volumi di traffico. Se da una parte l'aumento del volume del traffico provoca livelli di rumore più alti e accentuati, dall'altra l'aumento dell'urbanizzazione comporta che un numero maggiore di persone soffrano a causa del rumore. Di conseguenza, i costi del rumore del traffico dovrebbero, in futuro, aumentare nonostante la potenziale riduzione del rumore attraverso miglioramenti sui veicoli, sugli pneumatici e sulle strade.

Il rumore può essere definito come suoni indesiderati di varia durata, intensità o altra qualità che causano danni fisici o psicologici all'uomo.

L'esposizione al rumore può provocare una serie di conseguenze sanitarie dovute all'esposizione prolungata e frequente al rumore del trasporto. Queste conseguenze sanitarie possono assumere diverse forme:

- Cardiopatia ischemica
- Ictus
- Demenza
- Ipertensione
- Depressione
- Disturbo del sonno

Transport mode	Total costs EU28	Average costs	
		€-cent per pkm	€-cent per vkm
Passenger transport	Billion €		
Passenger car	26.2	0.6	0.9
<i>Passenger car - petrol</i>	13.8	0.5	0.8
<i>Passenger car - diesel</i>	12.4	0.6	0.9
Motorcycle	14.8	9.0	9.4
Bus	0.8	0.4	8.0
Coach	0.9	0.2	4.7
Total passenger road	42.6		
High speed passenger train	0.4	0.3	97
Passenger train electric	2.6*	0.8	106
Passenger train diesel	0.9	1.4	81
Total passenger rail	3.9		
Total passenger transport	46.5		
Freight transport	Billion €	€-cent per tkm	€-cent per vkm
LCV	5.4	1.6	1.1
HGV 3.5-7.5 t	1.0	1.2	4.0
HGV 7.5-16 t	1.8	0.8	5.7
HGV 16-32 t	3.0	0.4	6.5
HGV > 32 t	3.2	0.4	7.2
Total freight road	14.5		
Freight train electric	2.1	0.6	359
Freight train diesel	0.4	0.4	201
Total freight rail	2.5		
Total freight transport	17.1		
Total road, rail, inland waterway	63.6		

Tabella 6: Costi esterni del rumore

Come si può notare dalla tabella, i veicoli che provocano un impatto maggiore sui costi dell'Unione Europea, per quanto riguarda il rumore provocato, sono i motocicli. Il costo totale causato dal rumore, comprendendo tutte le tipologie di trasporto, ammonta a **63.6 miliardi di euro**.

1.7 Costi di congestione

La congestione è definita come una condizione in cui i veicoli sono in ritardo durante il viaggio. Nello specifico, un costo di congestione sorge quando un veicolo aggiuntivo riduce la velocità degli altri veicoli del flusso e, di conseguenza, aumenta il loro tempo di viaggio.

È importante notare che la congestione stradale può avere ripercussioni anche su altre esternalità. Ad esempio, una variazione del livello di congestione può implicare un corrispondente aumento di inquinanti (locali e globali) e incidenti stradali, e quindi dei loro costi esterni.

Il costo del viaggio, nel caso in cui non sorgano costi di congestione e si mantenga una condizione di flusso libero, è pari a p_0 . Quando il flusso aumenta, la velocità diminuisce, il tempo di viaggio aumenta e, di conseguenza, il costo medio per il viaggio sostenuto dagli utenti della strada aumenta in base alla forma della funzione di costo privato $AC(q)$, fino a quando non interseca la curva di domanda di utilizzo del collegamento stradale $D(q)$.

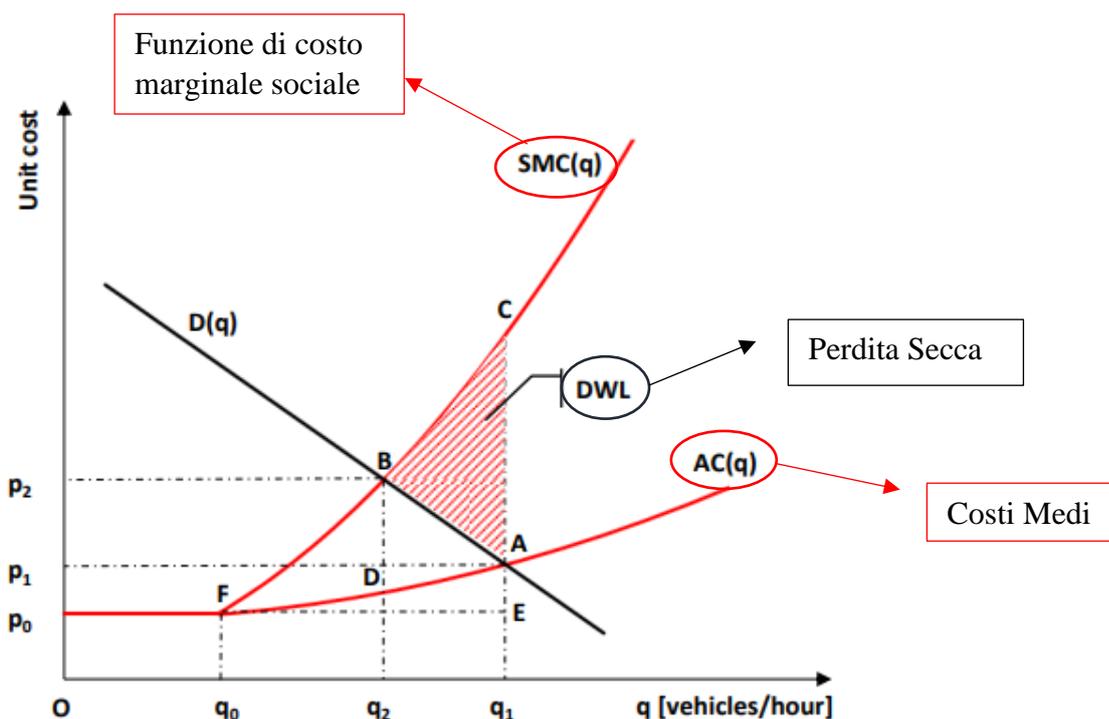


Figura 2: Grafico rappresentante il calcolo del costo del ritardo

La determinazione del costo del ritardo definisce il costo della congestione stradale come il valore del tempo di viaggio perso rispetto a una situazione di flusso libero.

Il costo del ritardo coincide con il rettangolo p_0EAp_1 .

La funzione $SMC(q)$ rappresenta la funzione di costo marginale sociale, che è uguale al costo medio di viaggio sostenuto dagli utenti della strada $AC(q)$ più il costo del tempo di viaggio aggiuntivo generato dal veicolo marginale che riduce la velocità di tutti gli altri veicoli. Determinare la perdita secca (Deadweight loss) permette di determinare la soluzione economicamente ottimale. Secondo questo approccio, il costo esterno della congestione è dato dalla domanda in eccesso rispetto a q_2 e il triangolo ABC rappresenta la cosiddetta “Perdita Secca”.

La perdita secca, rappresentata nella figura precedente dal triangolo ABC si può calcolare con la formula che segue:

$$DWL^* = (r_1 - r^*) \times \frac{(SC_1 - PC_1)}{2}$$

Dove:

- r^* rappresenta il rapporto tra carico ottimale e ratio di capacità
- r_1 rappresenta il rapporto tra carico e ratio di capacità nelle condizioni di congestione assunte
- SC_1 rappresenta il costo sociale nelle presunte condizioni di congestione
- PC_1 rappresenta il costo privato nelle condizioni di congestione assunte

Il calcolo dei costi di ritardo e della perdita secca consentono di stimare agevolmente i costi totali esterni di congestione stradale nei contesti desiderati.

I costi totali annui di congestione stradale per paese possono essere calcolati sia attraverso il calcolo dei costi di ritardo, sia attraverso il calcolo della perdita secca.

I costi di congestione per una rete ferroviaria possono essere stimati a partire dalle informazioni che si hanno su effettivi ritardi dei treni, moltiplicati per il numero di passeggeri interessati e per un adeguato valore medio del tempo.

Per il trasporto aereo, la congestione può essere associata a una mancanza di capacità sufficiente dell'aeroporto per soddisfare la domanda di richieste di atterraggi o decolli.

Per i passeggeri del trasporto aereo, una volta disponibile il tempo di ritardo del volo, è necessario stimare il numero di passeggeri interessati. La congestione delle compagnie aeree comporta, inoltre, ulteriori costi aggiuntivi causati dal degrado dell'immagine della compagnia stessa.

La stima dei costi complessivi di congestione stradale, basandosi sui metodi del costo di ritardo e della perdita secca, deve essere distinta rispetto ai contesti urbani e interurbani. Il motivo principale, per il quale viene effettuata questa distinzione, è che le informazioni disponibili sul ritardo osservato generato dal traffico sono di natura diversa.

Nel contesto urbano, le informazioni disponibili sono costituite da indici di congestione e quantità di tempo perso per un campione specifico della città.

Nel contesto interurbano, le informazioni disponibili consistono nella quantità di ritardo per un grande numero di punti localizzati sulla rete stradale europea.

Vehicle category	Delay costs			Deadweight loss costs		
	Total EU28 [Billion €]	€-cent/ pkm	€-cent/vkm	Total EU28 [Billion €]	€-cent/ pkm	€-cent/vkm
Passenger transport						
Passenger car	196.1	4.2	6.7	33.5	0.7	1.1
Urban	160.8	11.0	17.7	28.0	1.9	3.1
Inter-urban	35.3	1.1	1.7	5.5	0.2	0.3
Bus/ Coach	4.5	0.8	15.9	0.8	0.1	2.7
Urban	3.9	1.8	35.5	0.7	0.3	6.1
Inter-urban	0.5	0.2	3.1	0.1	0.0	0.5
Total passenger	200.6			34.3		
Freight transport						
Light commercial vehicle	55.5	16.8	11.6	9.4	2.8	2.0
Urban	46.5	39.6	27.4	8.0	6.8	4.7
Inter-urban	9.0	4.2	2.9	1.4	0.7	0.5
Heavy Goods Vehicle (HGV)	14.6	0.8	10.9	2.5	0.1	1.8
Urban	11.6	2.5	34.1	2.0	0.4	6.0
Inter-urban	3.0	0.2	3.0	0.5	0.0	0.5
Total freight	70.1			11.9		
Total road transport	270.7			46.2		

Tabella 7: Costi esterni di congestione

Come si può notare dalla tabella, maggiori costi di congestione si verificano nei contesti urbani, sia per le macchine sia per gli altri mezzi di trasporto.

Le macchine a livello urbano hanno un impatto molto significativo sui costi di congestione totali. Il costo totale dei costi di congestione, tenendo in considerazione tutti i contesti stradali possibili e tutte le tipologie di veicoli, ammonta a **270.7 miliardi di euro**.

1.8 Costi di danneggiamento dell'habitat

I trasporti hanno diversi effetti negativi sulla natura, sul paesaggio e sugli habitat naturali. I principali sono: la perdita di habitat (perdita dell'ecosistema), la frammentazione dell'habitat e gli effetti negativi sugli ecosistemi dovuti all'emissioni di inquinanti atmosferici (es. perdita della biodiversità). Queste conseguenze del trasporto sulla natura e sul paesaggio possono portare a una perdita, frammentazione o degrado dell'habitat naturale.

La **perdita dell'habitat** è causata dalle infrastrutture dei trasporti che richiedono terreni e superfici naturali per svilupparsi. Pertanto, questo processo di urbanizzazione comporta la perdita di ecosistemi naturali che rappresentano gli habitat di piante e animali. L'uso dei trasporti causa, di conseguenza, una perdita ingente di habitat e conseguenti effetti negative sulla biodiversità.

La **frammentazione dell'habitat** è causata, anche essa, dalle infrastrutture di trasporto che possono avere ulteriori effetti di frammentazione e separazione per gli animali. Questi effetti possono influenzare negativamente gli habitat naturali di alcune specie e, di conseguenza, sulla biodiversità. I

principali effetti negativi sono causati da grandi e ampie infrastrutture come, ad esempio, autostrade e linee ferroviarie ad alta velocità. I grandi mammiferi della fauna selvatica come i cervi, i conigli, i tassi ecc. e gli animali più piccoli come gli anfibi, sono influenzati negativamente da questa frammentazione.

Le emissioni di inquinanti atmosferici e di altre sostanze tossiche (es. metalli pesanti) possono causare un **degrado dell'habitat**. Anche questi effetti portano, di conseguenza, alla perdita di biodiversità e quindi ai costi esterni. La perdita di biodiversità dovuta all'inquinamento atmosferico è, però, già coperta dai costi dell'inquinamento atmosferico, nei quali sono inclusi tutti gli impatti negativi dello stesso.

I costi totali e medi del danno all'habitat sono calcolati in base alla lunghezza della rete infrastrutturale e ai fattori di costo medio riguardanti la perdita e la frammentazione dell'habitat.

Cost in € ₂₀₁₆ per km and year	Road €/(km *a)		Rail €/(km*a)		Aviation €/(km ² *a)	Inland waterways €/(km*a)
	Motorways	Other roads	High-speed	Other railways		
Habitat loss	78,900	1,900	57,500	8,200	437,500	6,600
Habitat fragmentation	14,600	2,200	27,000	5,900	0	0
Total habitat damage	93,500	4,100	84,500	14,100	437,500	6,600

Tabella 8: Costi esterni di danneggiamento dell'habitat

Come si può vedere, i costi maggiori di danneggiamento all'habitat sono causati dalle autostrade e dalle infrastrutture adibite ai treni ad alta velocità.

1.9 Altri costi esterni

1.9.1 Costi dell'inquinamento del suolo e delle acque

I trasporti possono comportare un **inquinamento del suolo e dell'acqua**. Un impatto del genere si può verificare a causa dell'**emissione di metalli pesanti**, attraverso i processi di abrasione dei freni, degli pneumatici, dei binari e la combustione del carburante.

Degli studi, molto specifici, hanno trovato il modo di monetizzare il costo esterno causato dall'emissione di questi metalli pesanti. Un'altra causa di inquinamento del suolo o dell'acqua può essere attribuita all'**emissione di sostanze tossiche organiche**. La combustione di carburanti, infatti, porta all'emissione di questi fattori nocivi ma, tuttavia, l'impatto che questi hanno è relativamente basso.

Un ingente impatto ambientale viene esercitato, inoltre, dalle **acque di scarico** le quali provocano l'inquinamento delle acque marine, dei laghi e dei fiumi. Le emissioni si verificano principalmente nei porti e possono causare un notevole inquinamento delle acque. Esistono diversi metodi per trattare questa tipologia di acque che, tuttavia, comportano costi molto notevoli. Pertanto, il costo totale dell'impatto ambientale può essere quantificato utilizzando un approccio basato sui costi di ripristino.

L'inquinamento del suolo e dell'acqua, infine, può essere causato da **fuoriuscite incontrollate di petrolio** che portano a un notevole inquinamento marittimo. Soprattutto, i grandi incidenti causati da trivellazioni petrolifere, hanno comportato costi ambientali molto elevati.

1.9.2 Costi delle emissioni, a monte e a valle, di veicoli e infrastrutture

Adottando una visione orientata al ciclo di vita dei trasporti, i seguenti processi portano all'emissione di inquinanti atmosferici, gas a effetto serra, sostanze tossiche e altri impatti ambientali negativi.

Per i **veicoli**, la produzione, la manutenzione e lo smaltimento degli stessi provoca l'emissione di inquinanti atmosferici, gas a effetto serra e altri inquinanti.

Per quanto riguarda le **infrastrutture**, anche esse, come i veicoli, provocano effetti ambientali negativi durante il loro ciclo di vita. Le emissioni di gas a effetto serra, inquinanti atmosferici e altre sostanze sono causate dalla costruzione, dalla manutenzione e dallo smaltimento di tali infrastrutture di trasporto. Un'ultima fonte di costi è legata alla **produzione di energia** (combustibili fossili ed elettricità) che non comporta solo l'emissione di inquinanti atmosferici e gas a effetto serra, ma anche a ingenti danni e perdite riguardanti gli ecosistemi. Ad esempio, la produzione di elettricità da parte di centrali eoliche, impianti idroelettrici o grandi impianti a energia solare, può causare danni sostanziali all'ecosistema.

1.9.3 Costi esterni in aree sensibili (es. regioni montuose)

Diversi studi (es. studio di ricerca europeo GRACE) hanno evidenziato che alcuni costi esterni sono più elevati nelle aree sensibili, come le aree montuose, rispetto alle aree non sensibili.

I cosiddetti fattori montani descrivono le differenze nei costi esterni tra aree non montane e aree montane. Le **emissioni** possono avere un livello più alto in zone montuose a causa di pendenze e altitudini, vi può essere un maggiore livello di **concentrazione** degli inquinanti atmosferici dovuto a condizioni topografiche e meteorologiche particolari e vi possono essere **fattori di costo** diversi per valutare i costi del danno, causati da fattori di monetizzazione specifici per paesi diversi.

Lo studio EUSALP (2017) ha analizzato le seguenti categorie di costi:

- Costi dell'inquinamento dell'aria
- Costi del rumore
- Costi della natura e del paesaggio (danni all'habitat)
- Costi degli incidenti e dei cambiamenti climatici.

La seguente tabella riassume i principali risultati dello studio EUSALP (2017), mostrando i fattori di montagna per le diverse categorie di costi esterni. Inoltre, i valori dello studio GRACE (2006) sono rappresentati come confronto. Importante è affermare che i diversi fattori delle regioni montuose non dicono nulla sul livello assoluto dei costi esterni, ma rappresentano solo i fattori tra le regioni montuose e non.

Cost category	EUSALP (2017)		GRACE (2006)	
	Road transport	Rail transport	Road transport	Rail transport
Air pollution	4.2	2.6	5.25	3.5
Noise	4.1	3.0	5.0	4.15
Nature & landscape	1.3	1.4	<i>n.a.*</i>	<i>n.a.*</i>
Accidents	3.9	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>

Tabella 9: Dati degli studi EUSALP e GRACE

Dalla tabella possiamo evincere che i **costi di inquinamento atmosferico** rappresentano il principale fattore di costo nelle regioni alpine poiché, le maggiori emissioni sono dovute a gradienti più elevati e all'altitudine. Il fattore montano risultante, per l'inquinamento atmosferico, è leggermente inferiore rispetto allo studio GRACE poiché vi era, nel 2006, un fattore inferiore di densità della popolazione. Tuttavia, nel complesso, i costi dell'inquinamento atmosferico, nelle aree montane, sono sostanzialmente più elevati rispetto alle aree non montane. I **costi del rumore**, superiori in aree montane, sono causati dalle maggiori emissioni dovute alle condizioni topografiche e meteorologiche delle stesse. Altri fattori rilevanti sono i gradienti (maggiori emissioni sonore dovute a strade/binari più ripidi) e la densità di popolazione. Il fattore risultante dai i costi del rumore è leggermente più basso rispetto allo studio GRACE, sempre a causa del fattore più basso di densità della popolazione.

I **costi del danno e la frammentazione dell'habitat** sono molto significativi nelle aree montane rispetto alle aree non montane poiché, le prime, sono caratterizzate da ecosistemi più diversi e più preziosi. Infine, anche i **costi degli incidenti** risultano più elevati nelle aree montuose, principalmente a causa di maggiori investimenti nelle infrastrutture finalizzati a mantenere un tasso degli incidenti il più basso possibile.

1.10 Valutazione economica della salute umana

La salute umana può essere valutata in diversi modi, tutti leggermente diversi l'uno dall'altro. In questo paragrafo si vogliono approfondire i metodi più rilevanti attraverso i quali la salute umana può essere valutata. Queste formule sono molto importanti per valutare l'impatto sulla salute umana causato dagli incidenti, dall'inquinamento atmosferico e dal rumore (Par. 1.3, 1.4 e 1.6).

1.10.1 Anni di vita persi

Gli anni di vita persi rappresentano la quantità di anni di mortalità prematura causata da una condizione di salute nella popolazione. Può essere definito dal numero di decessi dovuti a una condizione di salute, moltiplicato per l'aspettativa di vita standard all'età in cui si verifica la morte.

$$YLL = N \times L \quad 1$$

Dove:

N → Numero di decessi causata da una malattia

L → Aspettativa standard di vita all'età in cui si verifica il decesso

1.10.2 Anni di vita persi a causa di disabilità

Gli anni persi a causa della disabilità rappresentano la quantità di anni senza disabilità persi.

$$YLD = P \times DW \quad 2$$

Dove:

P → Numero di casi prevalenti

DW → Peso dell'invalidità causato dalla malattia

1.10.3 Valutazione della salute umana – Valore di un anno di vita

Il valore di un anno di vita è talvolta noto come il valore di un anno perso. Questo valore rappresenta la quantità di denaro che le persone sono disposte a pagare per un anno di aspettativa di vita aggiuntiva.

¹ YLL indica gli anni di vita persi (Years of Life Lost)

² YLD indica gli anni di vita persi a causa della disabilità (Years of Life Lost due to Disability)

$$VOLY = \sum_{i=a}^T \frac{aPi}{(1+r)^{i-a}} \quad 3$$

Dove:

T → Massima aspettativa di vita (110 anni)

a → età media di cui si è interessati per calcolare il valore di un anno di vita

aPi → probabilità che una persona di età “A” raggiunga l’età “B”

r → tasso di sconto

1.11 Rappresentazioni grafiche

Di seguito vengono riassunti i dati che si sono analizzati in precedenza con tre principali grafici:

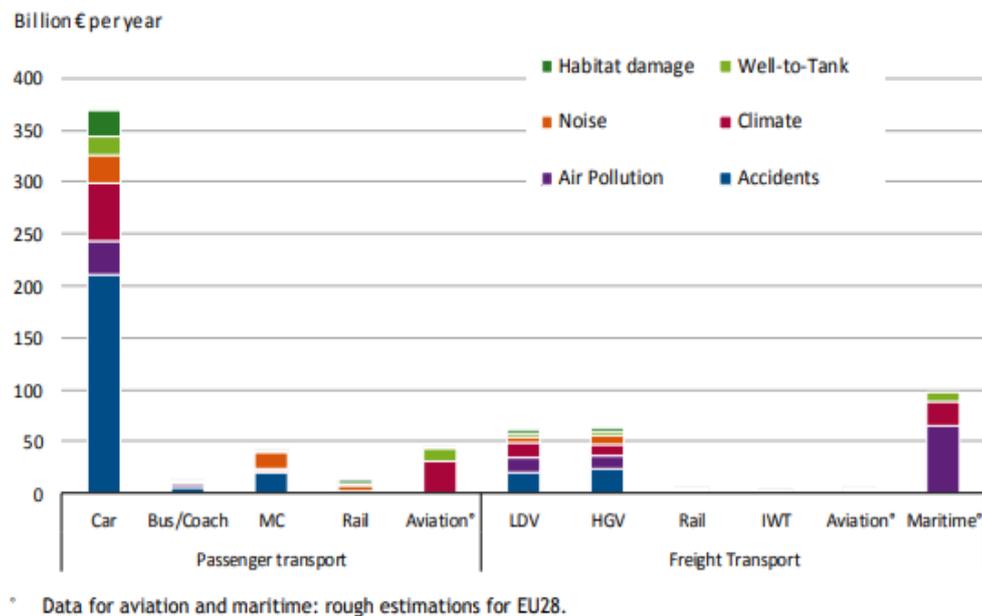
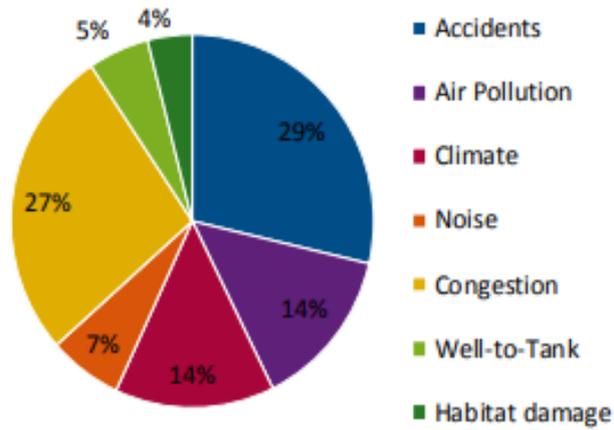


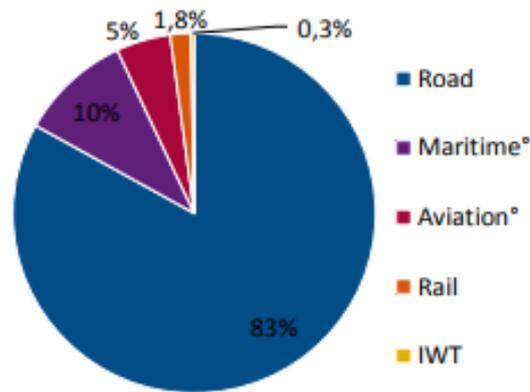
Figura 3: Costi esterni totali (2016) nell’Unione Europea (esclusi i costi di congestione)

³ VOLY indica il valore di un anno di vita (Value of a Life Year)



Including data for aviation and maritime: rough estimations for EU28.

Figura 4: Quota delle diverse categorie di costi sui costi esterni totali (2016) in Unione Europea



* Data for aviation and maritime: rough estimations for EU28.

Figura 5: Quota delle diverse modalità di trasporto sui costi esterni totali (2016) in Unione Europea

PARTE 2: Costi delle infrastrutture dei trasporti

2.1 Visione metodologica

I trasporti sono un presupposto fondamentale per il corretto funzionamento della nostra società e per il benessere delle persone e dell'economia ma, allo stesso tempo, comportano vari effetti esterni come l'inquinamento, gli incidenti e la congestione. La costruzione, la manutenzione e la gestione delle infrastrutture dei trasporti comportano ulteriori costi significativi. Interiorizzando questi tipi di costi (ovvero inserendoli nel processo decisionale) è possibile aumentare significativamente l'efficienza del sistema di trasporto.

Le somme di denaro utilizzate annualmente da conti pubblici (o privati) per finanziare le infrastrutture di trasporto, sono chiamate spese di infrastruttura. Tuttavia, queste tipologie di spese, non forniscono un quadro completo dei costi economici delle infrastrutture di trasporto e rappresentano solamente delle stime.

Per fornire una serie esaustiva e coerente di dati sulle spese riguardanti le infrastrutture per tutte le modalità e per tutti i paesi, è stato applicato un approccio a tre fasi:

- 1) Raccolta di dati da fonti aggregate internazionali
- 2) Raccolta di dati da fonti nazionali
- 3) Compilazione di un set di dati completi e coerenti per modalità e per paese

I costi per le infrastrutture possono essere definiti come le spese dirette più i costi di finanziamento o, considerati da un diverso punto di vista, i costi opportunità per non spendere le risorse per scopi più redditizi. Questi costi possono essere ulteriormente classificati in base al modo in cui sono influenzati dall'uso dell'infrastruttura. Questa classificazione utilizza le definizioni introdotte e applicate in numerosi studi:

- **Costi variabili:** sono dei costi che variano in base ai volumi di trasporto mentre la funzionalità dell'infrastruttura rimane invariata. Parte dei costi di manutenzione e rinnovo appartengono a questa categoria.
- **Costi fissi:** sono costi che non variano in base ai volumi di trasporto ma servono a migliorare la funzionalità dell'infrastruttura. Quindi, tutti i costi di miglioramento e i costi operativi si definiscono costi per le infrastrutture fissi, Alcuni dei costi di manutenzione e rinnovo sono (parzialmente) costi fissi.

I costi per le infrastrutture, inoltre, possono essere finanziati da fonti private, pubbliche o private di partenariato pubblico.

Vi sono diverse metodologie che vengono utilizzate per stimare i **costi di investimento**, vale a dire i costi di miglioramento e rinnovo, e i costi di **O&M**, ovvero i costi operativi e di manutenzione. La stima dei costi di investimento si basa sul **metodo dell'inventario perpetuo**. Questo metodo approssima il valore del capitale sociale accumulando e rivalutando le acquisizioni meno le cessioni riguardanti il tipo di attività in questione. In altre parole, calcola il costo di ammortamento annuale distribuendo gli investimenti iniziali lungo la vita dell'infrastruttura e stima i costi di interesse/finanziamento utilizzando un tasso adeguato. La somma dei costi di ammortamento e finanziamento è uguale ai costi di investimento. **I costi operativi** e di manutenzione sono considerati elementi di spesa con una durata inferiore a uno/due anni. Di conseguenza, questi costi non sono capitalizzati ma, piuttosto, i costi di gestione vengono presi direttamente in considerazione nel calcolo dei costi totali dell'infrastruttura.

Per stimare i **costi marginali dell'infrastruttura** è possibile applicare diversi approcci:

- **Approccio econometrico:** basato su dati temporali sui costi annuali delle strade o spese e volumi di traffico. I modelli econometrici sono stimati valutando la relazione tra volumi di traffico e costi.
- **Approccio ingegneristico:** utilizza funzioni di costo ingegneristico e modelli di manutenzione. La durata dei periodi di manutenzione è stimata sulla base di dati basati sui volumi di traffico e sulle caratteristiche dell'infrastruttura. Sulla base dell'impatto stimato dai volumi di traffico sui periodi di manutenzione, è possibile ricavare costi marginali per l'infrastruttura.
- **Approccio di allocazione dei costi:** supponendo che i costi marginali dell'infrastruttura siano uguali ai costi variabili medi dell'infrastruttura, i costi marginali possono essere stimati distinguendo i costi fissi e variabili dell'infrastruttura quando si stimano i costi totali/medi dell'infrastruttura.

2.2 Trasporto stradale

I costi delle infrastrutture dei trasporti, generalmente, vengono stimati utilizzando la metodologia generale descritta precedentemente. Tuttavia, per alcuni aspetti stradali specifici, questa metodologia deve essere ulteriormente elaborata.

Questi aspetti riguardano:

- la ripartizione delle spese totali per le infrastrutture stradali;
- la ripartizione dei costi fissi e variabili delle infrastrutture stradali;
- l'assegnazione dei costi totali dell'infrastruttura stradale a varie categorie di veicoli.

Con lo scopo di stimare la parte variabile dei costi delle infrastrutture e di allocare tali costi alle varie categorie di veicoli è necessaria una ulteriore suddivisione per i costi di miglioramento, rinnovo, operativi e di manutenzione.

I dati su una ripartizione dei costi di infrastruttura, per parti fisse o variabili, non sono disponibili per i paesi dell'Unione Europea, ad eccezione dei Paesi Bassi. Tuttavia, possiamo stimare gli **investimenti totali per le infrastrutture dei trasporti** dell'Unione Europea nel 2016 che ammontano a circa **69 miliardi di euro**.

Come mostrato nella tabella sottostante, questo livello di investimento è paragonabile agli investimenti del 1995 ma risulta significativamente inferiore rispetto a poco prima della crisi economica.

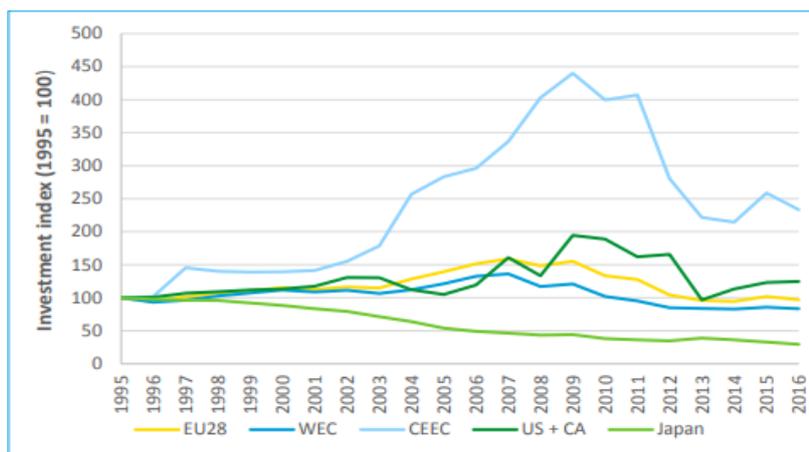


Figura 6: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture dei trasporti stradali

Sebbene il fabbisogno di investimenti per l'infrastruttura stradale dipenda da diversi fattori (es. qualità ed età delle infrastrutture esistenti e geografia del paese), la presentazione degli investimenti come quota relativa del PIL può fornire un utile parametro di riferimento per confrontare i livelli di investimento tra paesi.

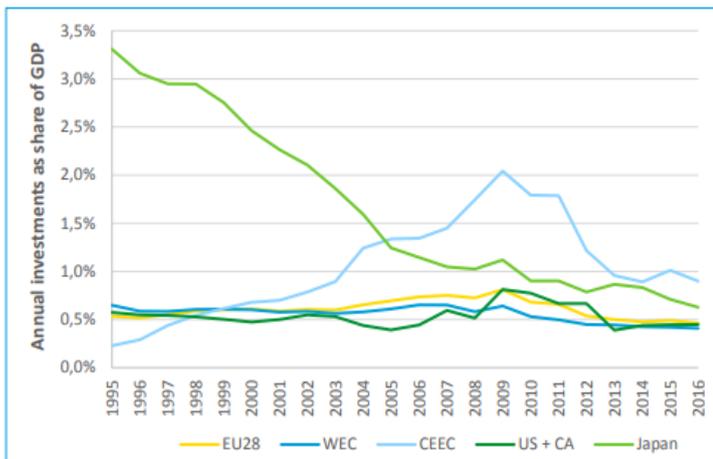


Figura 8: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture dei trasporti stradali in rapporto al PIL

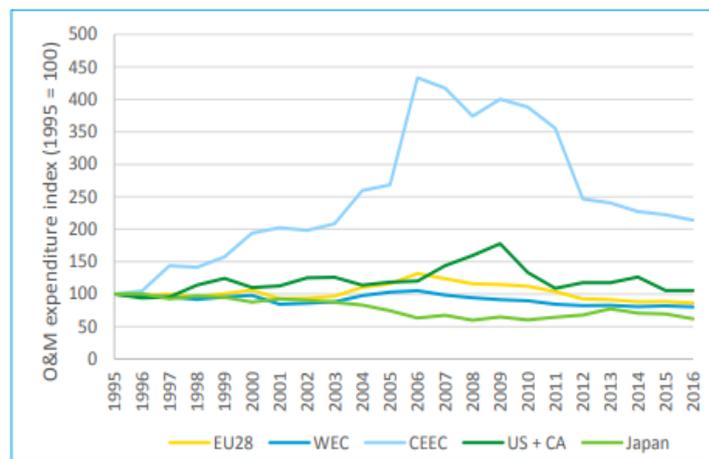


Figura 7: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture dei trasporti stradali

Nel 2016, inoltre, i paesi dell’Unione Europea hanno speso congiuntamente circa 38 miliardi di euro per la gestione e la manutenzione delle loro reti stradali. Questo dato risulta essere leggermente inferiore rispetto al 1995.

Nella tabella sottostante vengono presentati i costi per l’intera rete stradale per il 2016 nei vari paesi, che ammontavano a circa 184 miliardi di euro. La parte principale dei costi è fissa, come si può notare, è fissa (84%) mentre la parte restante è considerata variabile.

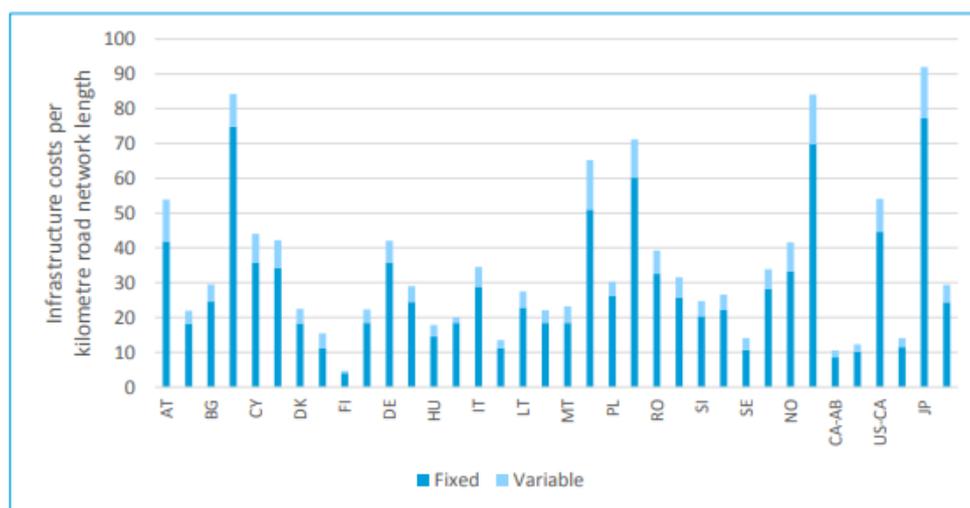


Figura 9: Costi fissi e variabili per l’intera rete stradale (2016)

In quasi tutti i paesi i costi medi per le infrastrutture sono più elevati per autobus e pullman, seguiti da autovetture e motocicli, questo perché a causa del peso di questi veicoli la percentuale dei costi infrastrutturali variabili è elevata. I

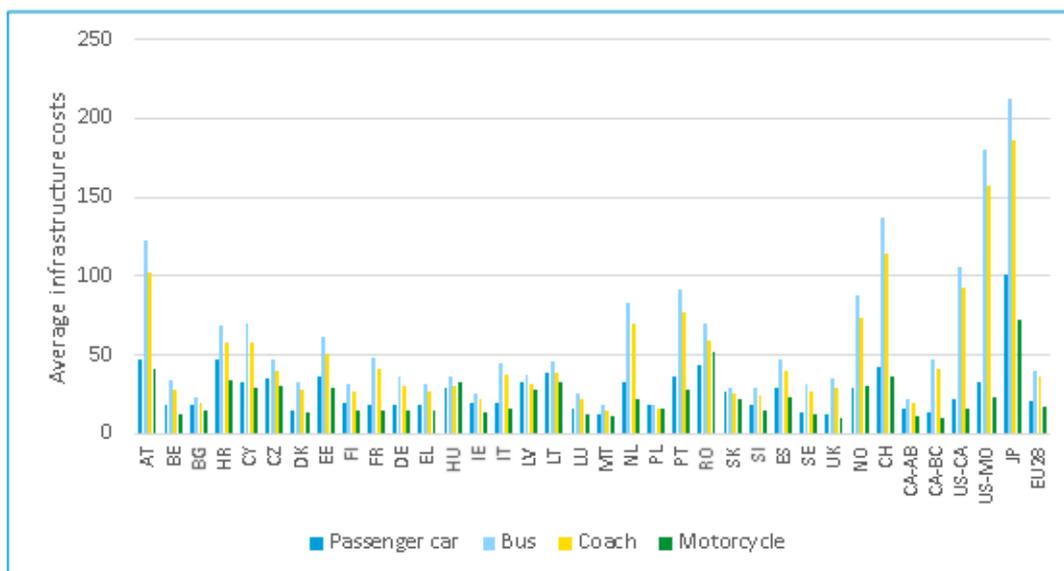


Figura 10: Costi medi delle infrastrutture

I costi medi delle infrastrutture per le autovetture nei paesi dell'Unione sono pari a 21 € per 1000 Km passeggeri. Tra i paesi i costi medi variano da 13 € a quasi 50 € per 1000 Km passeggeri. Elevati costi medi per le autovetture si riscontrano anche in paesi con elevati costi di infrastrutture per Km di strada (es. Austria, Croazia, Portogallo e Svizzera).

Costi relativamente elevati si riscontrano anche per i paesi baltici, il che può essere spiegato dalla bassa densità del traffico sulla rete stradale.

I costi medi delle infrastrutture per gli autobus nell'Unione ammontano a circa 39 € per 1000 Km passeggeri, i costi più elevati si rilevano in paesi come l'Austria, i Paesi Bassi, il Portogallo, la Romania, la Norvegia e la Svizzera. Questi, sono tutti paesi con costi delle infrastrutture relativamente elevati per chilometro di rete stradale.

2.3 Trasporto ferroviario

La definizione di infrastruttura ferroviaria non comprende le stazioni ferroviarie tranne che per le piattaforme passeggeri e merci. Le parti principali delle stazioni ferroviarie possono essere considerate aree commerciali e, poiché per utilizzare queste aree viene richiesto il pagamento di affitti e i costi relativi a tali aree possono definirsi internalizzati. Inoltre, Questi elementi infrastrutturali non sono direttamente correlati alle prestazioni di trasporto e non sono inclusi.

Gli investimenti totali riguardanti le infrastrutture ferroviarie nell'Unione Europea nel 2016 ammontano a circa **32 miliardi di euro**, di cui il 14% (4.5 miliardi) è stato speso per l'infrastruttura ferroviaria ad alta velocità. Come mostrato nella figura seguente, il livello degli investimenti nelle infrastrutture ferroviarie è notevolmente cambiato nel periodo 1995-2016.

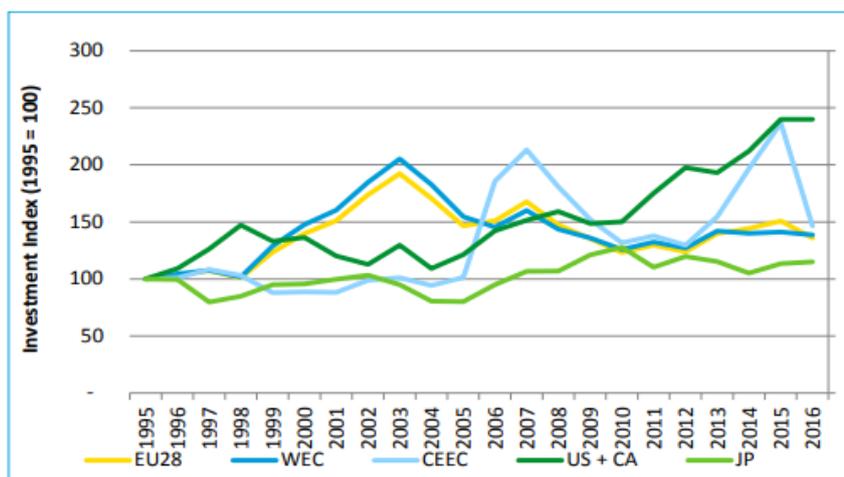


Figura 11: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture ferroviarie

L'analisi della quota annuale del PIL assegnata agli investimenti delle infrastrutture ferroviarie è uno strumento utile per dedurre in che misura i livelli di spesa sarebbero potuti essere influenzati da fattori diversi dalle reali esigenze di investimento. L'analisi a lungo termine può anche indicare il livello di impegno politico per la spesa delle infrastrutture di trasporto nel tempo. Lo sviluppo della quota degli investimenti nelle infrastrutture ferroviarie nel PIL è descritto nella figura seguente:

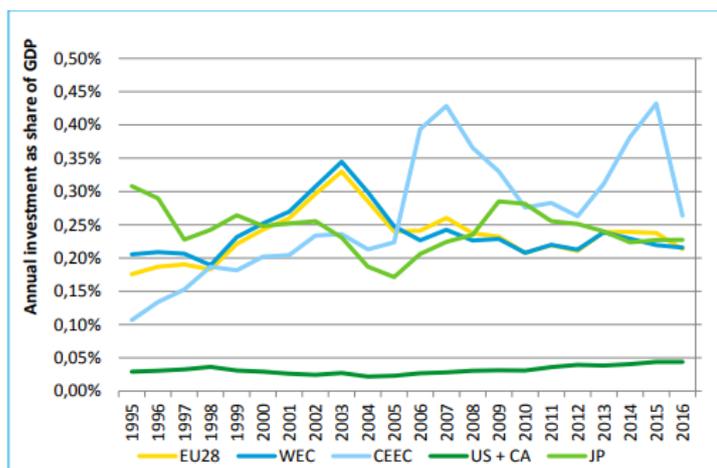


Figura 12: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture ferroviarie in rapporto al PIL

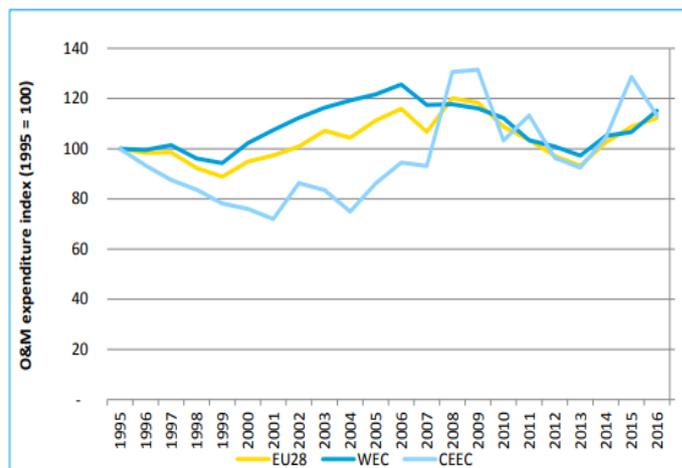


Figura 13: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture ferroviarie

Nell'Unione Europea, la quota media annua è pari allo 0,23% e, i valori ottenuti, si trovano in un intervallo di variazione relativamente ampio (da 0,07% a 0,51%). La percentuale media più elevata di investimenti tra gli Stati membri dell'Unione si trova in Austria, a riprova dell'importanza generale data alla qualità delle infrastrutture ferroviarie e, più recentemente, dai continui miglioramenti alla rete di gallerie e la modernizzazione delle stazioni.

Le **spese O&M**, operative e di manutenzione, del trasporto ferroviario nell'Unione Europea nel 2016 ammontano a circa 27 miliardi di euro. Nel corso degli anni queste spese sembrano mostrare

variazioni piuttosto cicliche. La tendenza mostra che l'indice di spesa O&M inizialmente diminuisce e poi, sal 1995 al 2006, aumenta.

I costi totali di tutte le infrastrutture ferroviarie nell'Unione Europea sono presentati nella tabella seguente. Nel 2016 questi costi ammontavano **80.50 miliardi di euro**, di cui 69.93 costi fissi e 10.57 costi variabili.

Member State	Investments costs	O&M costs	Total infrastructure costs		
			Fixed	Variable	Total
EU28	53.50	26.99	69.93	10.57	80.50

Tabella 10: Costi totali per tutte le infrastrutture ferroviarie

Nella maggior parte dei paesi, i costi medi per le infrastrutture riguardanti i treni passeggeri diesel sono stimati come i più alti. Ciò, potrebbe essere spiegato principalmente dal basso tasso di occupazione del diesel rispetto ai treni elettrici, rispettivamente 60 contro 150 passeggeri per treno, e dai costi di infrastruttura relativamente elevati assegnati a questa categoria a fronte della loro bassa intensità di utilizzo.

I costi per le infrastrutture dei treni ad alta velocità sono generalmente inferiori rispetto ai treni convenzionali. Vale la pena osservare che, se il numero effettivo di treni ad alta velocità è basso, il costo per passeggero è elevato, anche se il tasso di occupazione è alto.

Per Germania, Italia e Spagna il costo medio dei treni ad alta velocità è relativamente simile ai treni passeggeri elettrici convenzionali, mentre per Francia e Regno Unito è inferiore. Se la capacità della rete ferroviaria in questione è ben utilizzata e il tasso di occupazione è relativamente elevato, allora il costo medio per chilometro dei treni passeggeri ad alta velocità sarà basso.

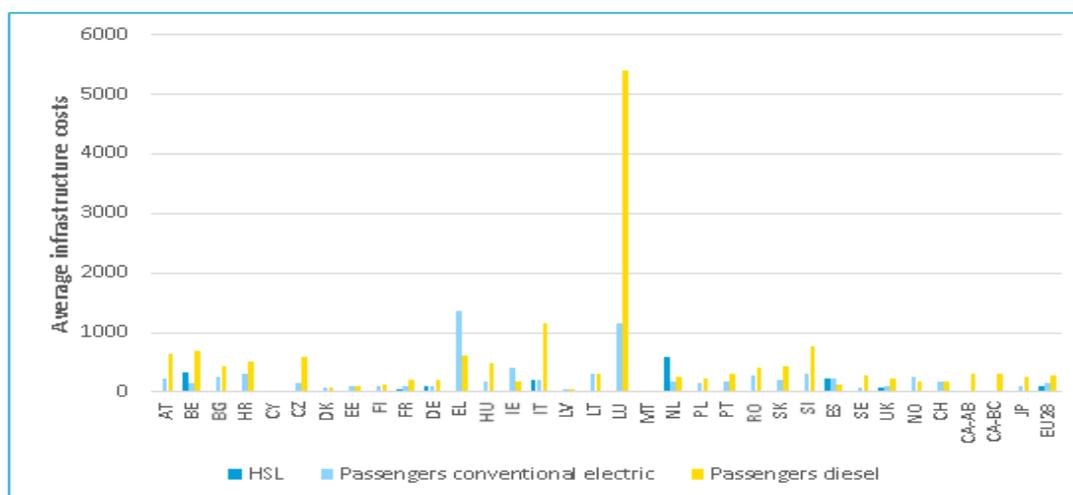


Figura 14: Costi medi per le infrastrutture ferroviarie

2.4 Trasporto mediante navigazione interna

Anche in questo caso, la metodologia generale elencata precedentemente viene utilizzata per calcolare i costi riguardanti le infrastrutture per la navigazione interna. Tuttavia, alcuni aspetti di questa metodologia sono stati rielaborati. Gli investimenti totali per le vie navigabili interne (es. fiumi) nell'Unione Europea nel 2016 sono pari a circa 1,6 miliardi di euro.

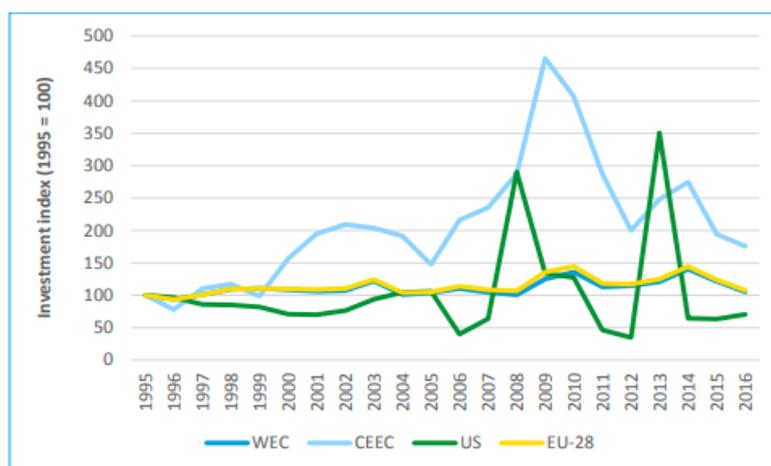


Figura 15: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture di navigazione interna

Successivamente vengono rappresentati i grafici riguardanti la **spesa in base al PIL e la spesa per la gestione e manutenzione (O&M)** delle vie di navigazione interna.

Fino alla crisi economica del 2010 le spese di O&M del WEC erano almeno pari a quelle del 1995. Dopo, le spese sono diminuite e hanno ripreso a salire solo nel 2014. Nel periodo 2004-2010 le **spese di O&M** sono leggermente aumentate (a circa il 40% del livello del 1995), ma sono nuovamente diminuite dopo il 2011.

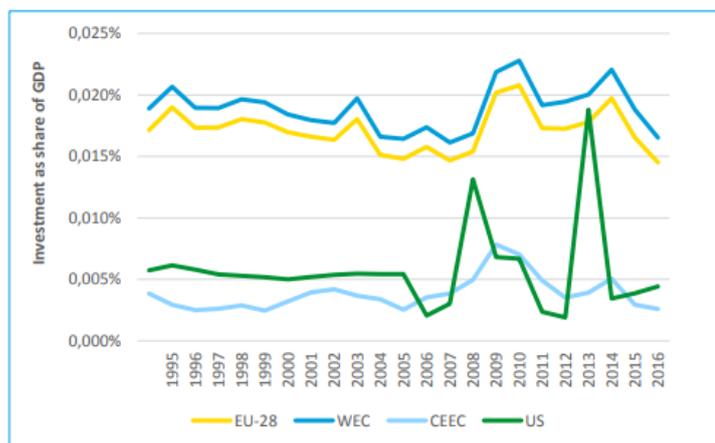


Figura 17: Livelli di investimenti annuali per le infrastrutture di navigazione interna in rapporto al PIL

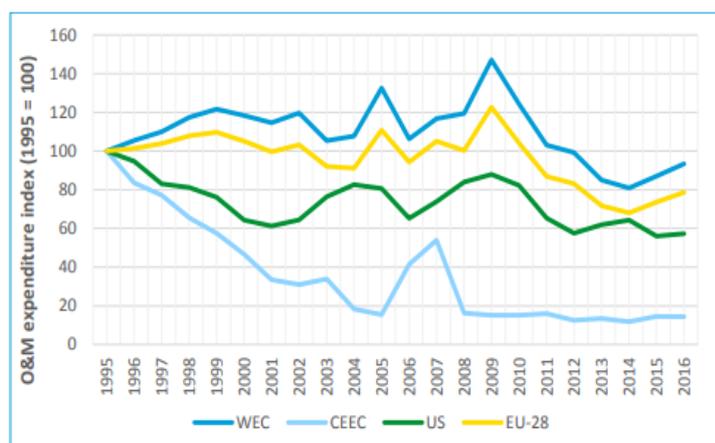


Figura 16: Livelli di investimento in O&M per le infrastrutture di navigazione interna

Il calo delle spese di O&M alla fine degli anni '90 potrebbe essere causato dalla guerra nell'ex repubblica jugoslava. Poiché, poco dopo la guerra, il Danubio non era realmente utilizzabile, gli stati del Danubio potrebbero non essersi preoccupati molto dell'infrastruttura di navigazione interna.

I costi totali delle infrastrutture adibite alla navigazione interna, nel 2016, sono presentati nella tabella sottostante. Questi costi ammontavano a circa **2,8 miliardi di euro nei paesi dell'Unione Europea**. La percentuale maggiore (88%) sono costi fissi e, la parte rimanente, rappresentano i costi variabili.

Member State	Investments costs	O&M costs	Total infrastructure costs		
			Fixed	Variable	Total
EU28	2,079.7	783.8	2,663.0	200.5	2,863.5

Tabella 11: Costi totali per le infrastrutture di navigazione interna

2.5 Trasporto marittimo

I porti marittimi sono definiti come l'area di terra e di acqua costituita da tali infrastrutture e attrezzature in modo che consentano l'accoglienza delle navi marittime, il loro carico e scarico, l'imbarco e lo sbarco dei passeggeri, dell'equipaggio e di altre persone o infrastrutture necessarie per gli operatori all'interno dell'area portuale.

Per questa categoria di trasporti, mancano dati sugli investimenti totali e sui costi O&M per un numero significativo di porti marittimi considerati. Non è possibile, dunque, tracciare grafici che raffigurino un andamento affidabile delle spese per questo tipo di infrastrutture. Per la maggior parte dei porti, infatti, nessun dato è pubblicamente disponibile e, per i porti rimanenti, i dati sono solo parzialmente disponibili.

Al fine di fornire dati analizzabili, l'Unione Europea si affida a una stima degli stessi basata sui sull'analisi dei volumi scambiati dai porti e l'utilizzo dei loro spazi. Questi dati vengono raggruppati in cluster differenziandoli in piccoli, medi e grandi. Nella tabella sottostante, a titolo esemplificativo, sono rappresentati alcuni dati stimati dall'Unione Europea.

Port	Total port infrastructure costs	Investments	Operation and Maintenance costs		
			Total	Of which fixed	Of which variable
Antwerp (BE)	82.7	74.9	7.8	6.7	1.2
Varna * (BG)	2.0	1.3	0.7	0.6	0.1
Limassol * (CY)	2.8	2.0	0.8	0.8	0.1
Hamburg * (DE)	296.6	240.3	56.3	50.7	5.6
Bremerhaven *(DE)	2.3	0.6	1.6	1.5	0.2

Tabella 12: Stima dei costi infrastrutturali per il trasporto marittimo

2.6 Aviazione

In linea con la direttiva 2009/12/CE, le infrastrutture aeroportuali sono definite come “qualsiasi area di terra specificamente adattata per l’atterraggio, il decollo e le manovre degli aeromobili, compresi gli impianti ausiliari che tali operazioni possono richiedere per le esigenze del traffico e dei servizi aeronautici, compresi gli impianti necessari per assistere i servizi aerei commerciali”.

Possiamo interpretare l’ultima parte della definizione “compresi gli impianti necessari per assistere i servizi aerei commerciali” come i banchi per il check-in, le aree di attesa alle porte e tutto ciò che riguarda la dogana, esclusi negozi duty-free e altre aree commerciali.

Il costo più elevato per le infrastrutture aeroportuali è misurato presso Londra “Heathrow”, seguito da Francoforte e Roma. Tra i primi cinque vi sono anche Bucarest e Praga. Il livello di costo più basso si trova ad Atlanta, seguito da Oslo, Vancouver, Copenaghen e Stoccolma.

Quindi, le dimensioni del velivolo medio sono fondamentali per stimare i costi. L’aeroporto mediano trasporta 109 passeggeri per aereo. Al contrario Londra “Heathrow” trasporta 160 passeggeri per aereo. Al limite inferiore vi sono, invece, piccoli aeroporti dell’Europa orientale, come Lubiana o Tallin, che contano in media 60 passeggeri per aereo.

Poiché il numero di passeggeri è un fattore determinante per i costi dell’infrastruttura, è evidente che gli aeroporti con più passeggeri per aereo hanno un costo medio più elevato per le infrastrutture.

Vengono rappresentati, a titolo esemplificativo, nella tabella sottostante, alcuni dati riguardanti i costi delle infrastrutture aeroportuali:

Airport	Investments costs	O&M-costs	Total infrastructure costs		
			Fixed	Variable	Total
Toronto (CA)	170.2	222.7	263.2	129.6	392.8
Vancouver (CA)	106.8	99.6	138.2	68.1	206.3
Atlanta (US)	234.3	162.6	265.9	131.0	396.8
Los Angeles (US)	341.7	453.8	532.9	262.5	795.4
Tokyo Haneda (JP)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabella 13: Costi per le infrastrutture aeroportuali

2.7 Metodi di stima dei costi infrastrutturali

2.7.1 Metodo delle spese dirette

Questo metodo si basa sulla osservazione delle spese nell’anno in cui si verificano, indipendentemente dal fatto che le spese siano o meno di natura capitale. In altre parole, si presume

che i costi di infrastruttura in un determinato anno siano pari alle spese di infrastruttura nello stesso anno. La sua semplicità è il principale vantaggio di questo metodo poiché, per calcolare i costi delle infrastrutture, sono necessari solo i dati sulle spese correnti. Tuttavia, si ignora il fatto che gli attuali investimenti nelle infrastrutture di trasporto hanno poche relazioni con l'attuale uso di tale infrastruttura.

2.7.2 Metodo di inventario perpetuo

L'approccio più diffuso per stimare i costi delle infrastrutture è il metodo perpetuo di inventario (PIM). Questo approccio è stato applicato in numerosi studi dell'Unione Europea. Il metodo distingue tra investimenti e costi operativi di manutenzione. Questi ultimi, in linea con il metodo delle spese dirette, si basano sulle spese correnti. Gli investimenti, d'altra parte, sono generalmente calcolati sulla base di una lunga serie di dati sulla spesa per gli stessi. Per ciascuna categoria di investimenti, le spese iniziali sono distribuite lungo la vita dell'infrastruttura al fine di calcolare i costi di ammortamento annuali. Inoltre, i costi di finanziamento o di capitale sono calcolati moltiplicando il valore del capitale (valore attuale dell'infrastruttura di trasporto totale considerata) per un tasso di interesse adeguato.

2.7.3 Metodo sintetico

Un approccio alternativo per stimare i costi di miglioramento e rinnovo è la valutazione delle esigenze finanziarie future dell'infrastruttura attuale. Questo metodo parte da un inventario completo delle risorse infrastrutturali per l'anno base. Per ogni tipo di risorsa infrastrutturale viene stimato un valore di sostituzione, che riflette le dimensioni, il carico, la posizione, gli standard e le specifiche tecniche più recenti delle infrastrutture. I costi di ammortamento e di interesse sono calcolati tenendo conto dell'età, dei carichi di traffico passati e previsti e dalle condizioni fisiche del bene. I costi operativi e di manutenzione sono, in linea con l'approccio PIM, basati sulle spese correnti. Un principale vantaggio di questo metodo è che tiene in considerazione le condizioni attuali delle infrastrutture di trasporto, in modo tale da riflettere gli investimenti arretrati. Inoltre, può reagire in modo dinamico ai diversi scenari futuri degli sviluppi riguardanti la domanda di traffico. Uno svantaggio di questo metodo è che non fornisce una cifra del costo effettivo utilizzato per realizzare l'infrastruttura esistente.

2.7.4 Metodi selezionati

Sulla base della revisione dei metodi sopraelencati possiamo definire che l'approccio PIM, insieme all'approccio sintetico, sono preferiti rispetto all'approccio delle spese dirette, poiché considerano un approccio di costo anziché un approccio di spesa. Il metodo sintetico, d'altra parte, è uno strumento

di supporto decisionale in quanto indica la quantità di denaro che dovrebbe essere investita per mantenere la qualità della rete a un certo livello. Per questo motivo, l'approccio PIM è il miglior approccio utilizzabile.

Nel paragrafo successivo verranno illustrate le spese per abitante sostenute dall'Unione Europea nel periodo che va dal 1995 al 2016 per le due principali categorie di trasporti: Trasporto su strada e Trasporto ferroviario. I trasporti marittimi seguono le tendenze di queste due principali categorie.

2.8 Spese per abitante

2.8.1 Trasporto stradale

La figura sottostante mostra lo sviluppo degli investimenti stradali per abitante nel periodo 1995-2016. Nell'Unione Europea, gli investimenti stradali per abitante sono leggermente aumentati nel periodo 1995-2007 e sono successivamente diminuiti (in particolare a causa della crisi economica). Nei paesi dell'Europa centrale e orientale, gli investimenti per abitante sono aumentati particolarmente tra il 2002 e il 2009, poiché hanno compiuto grandi sforzi (finanziati in larga parte con fondi europei) per soddisfare le loro esigenze riguardanti le reti stradali di alta qualità. Dopo il 2011 si è registrato, anche in questi paesi, un forte calo degli investimenti stradali per abitante a causa della crisi. Le spese operative e di manutenzione stradale per abitante nel periodo 1995-2016 sono, anch'esse, rappresentate nella figura sottostante. Nell'Unione Europea le spese di O&M per abitante sono state piuttosto stabili nel periodo 1995-2007 per poi diminuire nel periodo successivo.

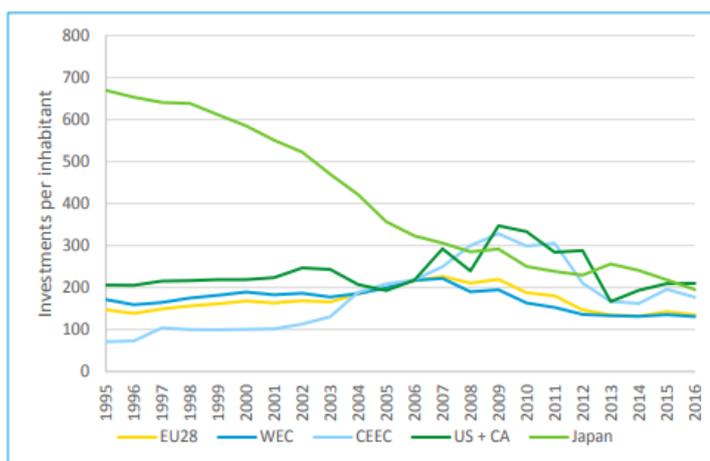


Figura 18: Investimenti stradali per abitanti

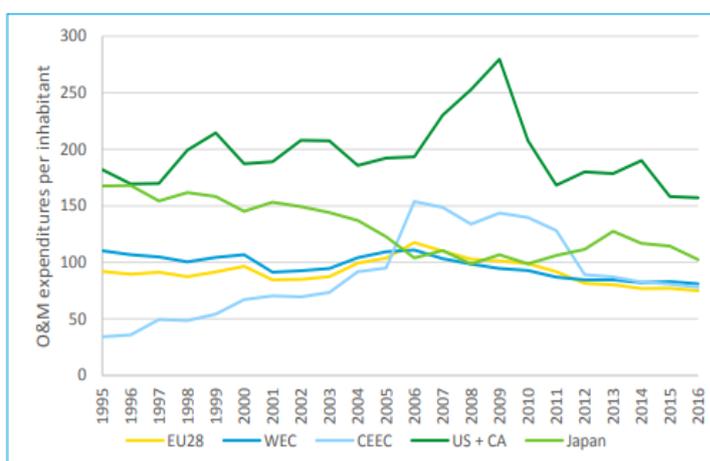


Figura 19: Investimenti O&M per abitanti

2.8.2 Trasporto ferroviario

La figura sottostante mostra come si sono modificati gli investimenti ferroviari per abitante nel tempo. Nell'Unione Europea, gli investimenti ferroviari sono aumentati fino al 2003, per poi subire un netto

calo tra il 2003 e il 2010. Successivamente è stato riscontrato un leggero aumento degli investimenti per abitante. Nei paesi dell'Europa Centrale e orientale, gli investimenti per abitante sono stati relativamente stabili fino al 2005, seguiti da un forte aumento nel 2006.

Le spese operative e di manutenzione riguardanti il trasporto ferroviario mostrano variazioni piuttosto cicliche. Inizialmente le spese di O&M diminuiscono per poi aumentare nel periodo 1999-2006, per poi diminuire costantemente negli anni successivi e fino al 2013. Più recentemente, queste spese sono tornate ad aumentare.

2.9 Finanziamento delle infrastrutture di trasporto

Come si è evidenziato precedentemente, le infrastrutture di trasporto possono essere finanziate da fondi pubblici o privati o da partenariati pubblico-privati.

I dati sul finanziamento delle infrastrutture di trasporto non sono disponibili su banche dati globali, dell'Unione Europea (OCSE) o studi. Questi dati vengono reperiti mediante studi e resoconti nazionali. Tuttavia, queste valutazioni hanno chiarito che dati completi e coerenti sui finanziamenti riguardanti le infrastrutture di trasporto non sono disponibili per la maggior parte dei casi. In quasi tutti i paesi, infatti, vengono rappresentati solo i dati sulle spese totali dell'infrastruttura di trasporto, contenenti sia spese pubbliche, sia spese private.

Come mostrato nella figura sottostante, l'investimento privato (linea blu) ha raggiunto, nel migliore dei casi, il 10-15 % degli investimenti totali (linea rossa). I veri investimenti privati possono risultare anche inferiori ai dati riportati poiché, all'interno degli stessi, sono contenute ingenti quote di investimenti pubblici.

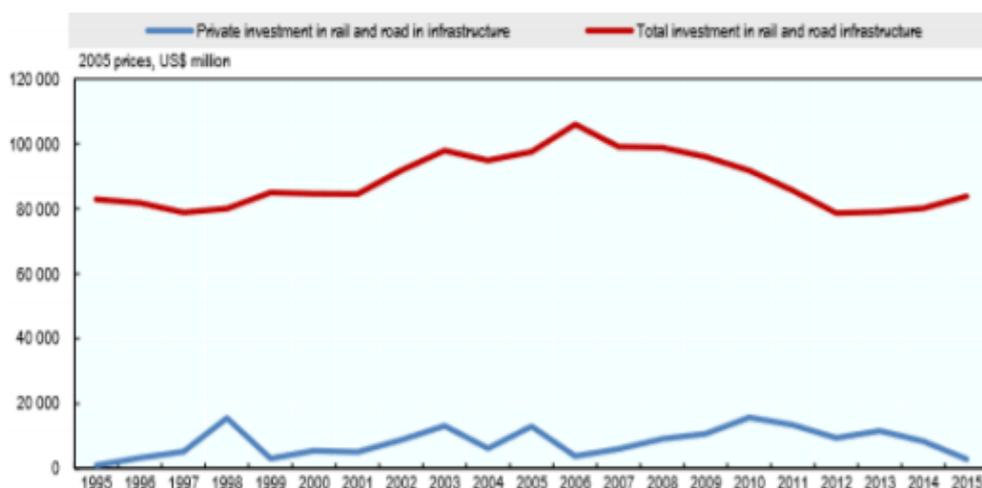


Figura 20: Finanziamenti per le infrastrutture privati e totali

2.10 Costi per le infrastrutture autostradali

Per stimare i costi delle infrastrutture autostradali, sono stati generalmente utilizzate le stesse metodologie applicate per stimare i costi delle infrastrutture per l'intera rete stradale.

Esistono due differenze tra i due approcci:

- **Diversi parametri predefiniti per gli investimenti e per i costi di miglioramento e di rinnovo.** Come discusso, si stima che il 75% degli investimenti sull'intera rete stradale sia legato al potenziamento della stessa e il 25% al rinnovamento. Inoltre, è emerso che la quota dei costi di miglioramento degli investimenti totali in autostrada è, in media, un po' più elevata (80%). Ciò implica che il 20% degli investimenti autostradali è legato ad attività di rinnovo.
- **Diversi parametri predefiniti per la ripartizione dei costi totali, operativi e di manutenzione.** Si è già definito che le quote predefinite dei costi operativi e di manutenzione sul totale dei costi erano stimate rispettivamente al 30% e al 70%. Sulla base di nuovi studi è emerso che queste sono, in media, il 45% e il 55% sulle autostrade. I costi totali delle autostrade sono presentati nella tabella sottostante. Nel 2016 ammontavano a 51 miliardi di euro nell'Unione Europea.

Member State	Investments costs	O&M costs	Total infrastructure costs		
			Fixed	Variable	Total
EU28	41.61	9.69	44.25	7.05	51.30

Tabella 14: Costi totali infrastrutturali in Unione Europea

PARTE 3: Internalizzazione dei costi riguardanti i trasporti nell'UE

3.1 Che cos'è l'internalizzazione

I trasporti, come è stato analizzato nelle due parti precedenti, sono fondamentali per il corretto funzionamento della società moderna, per il benessere delle persone e per l'economia.

Nonostante ciò, i trasporti provocano vari effetti esterni come l'inquinamento atmosferico, gli incidenti e la congestione. Inoltre, la costruzione e la manutenzione delle infrastrutture adibite ai trasporti comportano costi significativi. Contrariamente ai vantaggi, i costi esterni e i costi per le infrastrutture, salvo interventi politici, non ricadono sugli utenti. L'obiettivo è dunque quello di internalizzare i costi esterni e delle infrastrutture, per aumentare l'efficienza del sistema di trasporto.

Internalizzare questi costi significa provocare la compensazione monetaria tramite un dispositivo regolamentare, fiscale o tariffario al fine di inserirli all'interno del processo decisionale. Una seconda definizione precisa che l'internalizzazione deve cercare di ridurre la differenza tra costo sociale e costo percepito (differenza rappresentata dai costi esterni).

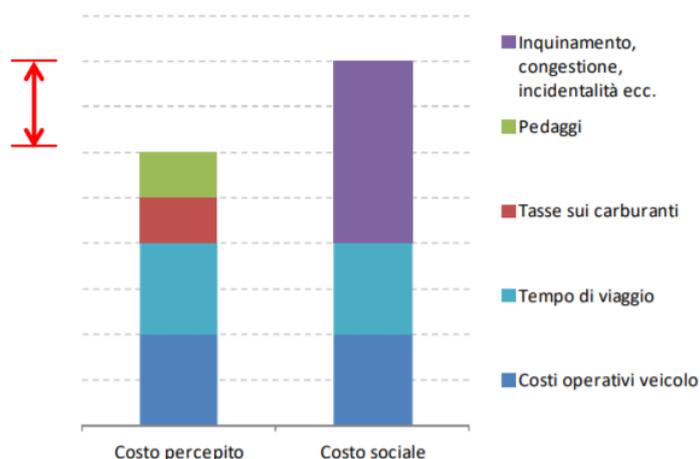


Figura 21: Costi percepiti e costi sociali

Lo scopo dell'internalizzazione dei costi esterni consiste nell'assicurare che a pagare sia colui che inquina e non la società (secondo il principio "chi inquina paga"). In altre parole, laddove il mercato non riesce a garantire che il prezzo di mercato sia in grado di riflettere la totalità dei costi o benefici di determinate attività, l'internalizzazione di quei costi/benefici esterni serve a sopperire a tali carenze del mercato.

Un ruolo fondamentale nel processo di internalizzazione lo hanno le tasse e le spese di trasporto, che sono definite come tutte le tasse/spese direttamente correlate alla proprietà e all'uso dei veicoli di trasporto, comprese le tasse/spese relative all'uso delle infrastrutture.

Questa definizione esclude le tasse generali come le imposte sugli utili e le imposte sui salari, poiché sono collegate solo indirettamente alle attività di trasporto.

La maggior parte delle imposte/tasse si possono definire variabili. Per quanto riguarda i costi esterni e di infrastruttura, distinguiamo tra entrate fiscali di addebiti totali, livelli fiscali di addebito medi e livelli fiscali di addebito marginali. A questo proposito, tutte le imposte/tasse variabili sono considerate marginali.

3.2 Internalizzazione dei costi esterni e infrastrutturali

3.2.1 Obiettivi dell'internalizzazione

I motivi per applicare misure di internalizzazione per i trasporti possono essere diversi. In generale possiamo distinguere tre diversi obiettivi:

- 1) **Influenzare i comportamenti**, per migliorare l'efficienza del sistema di trasporto mediante:
 - Riduzione degli impatti ambientali derivanti dal traffico
 - Flusso di traffico più libero (riducendo la congestione)
- 2) **Generare entrate**, allo scopo di:
 - Finanziare infrastrutture nuove, più estese o moderne (che a loro volta possono essere messe in relazione con l'obiettivo di migliorare il flusso di traffico)
 - Coprire i costi di gestione, funzionamento e manutenzione delle infrastrutture
 - Finanziare misure di mitigazione
 - Finanziare il bilancio generale
- 3) **Aumentare l'equità**, allo scopo di:
 - Far pagare colui che inquina/l'utente (secondo il principio "chi inquina paga")
 - Promuovere una distribuzione più equa del reddito o evitare di sovraccaricare i gruppi socialmente vulnerabili
 - Evitare modifiche nella distribuzione del reddito
 - Stabilire delle regole del gioco eque tra i diversi modi di trasporto.

I tre principali obiettivi dell'internalizzazione elencati sopra sono alla base della cosiddetta direttiva “Eurovignette”⁴, applicata anche in Italia con il decreto legislativo del 4 marzo 2014, n. 43, la quale definisce che gli introiti derivanti dagli oneri per i costi esterni saranno utilizzati per rendere il sistema dei trasporti Europeo più sostenibili ed efficaci.

Allo stesso tempo, la direttiva consente il recupero delle infrastrutture, dei trasporti esterni e, in casi eccezionali, la generazione di fondi mediante mark-up per fornire nuove infrastrutture e, di conseguenza, generare nuove entrate. Infine, la direttiva intende anche sostenere l'applicazione dei principi “l'utente paga” e “chi inquina paga” contribuendo a un sistema di trasporto più equo.

L'imposizione di tasse e oneri di trasporto non è, tuttavia, l'unico strumento politico che può essere utilizzato per raggiungere gli obiettivi preposti. Anche gli strumenti non tariffari (inclusi i sussidi) svolgono un ruolo importante in questo senso.

A seconda degli obiettivi dell'internalizzazione, è possibile applicare diversi approcci alcuni dei quali sono: Prezzi marginali dei costi sociali, Prezzi dei costi medi, Prezzi di Baumol, Prezzi di Ramsey

3.2.2 Prezzi marginali dei costi sociali

Questo approccio è considerato, da un punto di vista teorico economico, come l'approccio migliore da applicare.

Viene definito in una situazione in cui agli utenti dei trasporti viene addebitato un prelievo pari ai costi esterni e delle infrastrutture marginali. Applicando questo prelievo gli utenti terranno in considerazione i costi esterni aggiuntivi, riguardanti le loro decisioni, esattamente come farebbero con i costi privati.

L'output di questo approccio consente al mercato dei trasporti di lavorare per raggiungere l'efficienza sociale. In altre parole, vengono forniti i giusti incentivi per garantire che i costi di trasporto non superino i benefici della società.

3.2.3 Prezzi dei costi medi

Rispetto all'approccio precedente, i prezzi di costo medio possono essere visti come il secondo migliore approccio applicabile ma più pragmatico del primo.

Questo approccio è definito come la situazione in cui agli utenti dei trasporti viene addebitato un prelievo pari alla media dei costi esterni e ai costi di infrastruttura. Risulta essere in linea con i principi

⁴ Direttiva 2011/76/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio

del “chi inquina paga” e “paga l’utente”, garantendo che i costi esterni e infrastrutturali totali e non solo i costi marginali siano pagati dagli utenti dei trasporti.

Dal punto di vista dell’equità, il prezzo dei costi medi è quindi un approccio di internalizzazione molto rilevante, poiché garantisce che gli utenti dei trasporti paghino per l’intero costo che fanno sorgere.

3.2.4 Prezzi di Baumol

Questo terzo approccio alla politica di internalizzazione afferma che l’imposta è fissata a un livello stimato per essere sufficiente a raggiungere un determinato obiettivo (ambientale). Questa metodologia può essere fatta risalire a Baumol (1972).

L’implementazione del diverso trattamento, riguardante le emissioni di CO₂, nelle imposte sui veicoli in molti paesi europei può essere visto come un esempio dei prezzi di Baumol, poiché spesso ha l’obiettivo di incentivare le persone ad acquistare veicoli con emissioni di CO₂ basse o assenti.

3.2.5 Prezzi di Ramsey

L’obiettivo principale di questo approccio è garantire finanziamenti efficienti. A tale scopo, questa metodologia richiede che i livelli di addebito marginale basati sui costi siano aumentati e che tale aumento sia inversamente proporzionale all’elasticità della domanda rispetto ai prezzi.

Questo approccio massimizza il benessere sociale soggetto rimanendo soggetto a vincoli di budget.

La deviazione dall’efficienza sociale dipende dalla differenza tra i ricavi desiderati e quelli socialmente ottimali.

3.2.6 Valutazione estensione dell’internalizzazione

Per valutare l’estensione dell’internalizzazione dal punto di vista dei prezzi di costo medio, vengono utilizzati cinque tipi di indicatori.

Questi indicatori si completano a vicenda nella valutazione dell’internalizzazione dei costi esterni e delle infrastrutture e presentano punti di forza e di debolezza.

- **Rapporto globale di copertura dei costi:** fornisce una buona indicazione della misura in cui l’utente medio di un determinato veicolo paga per i costi medi esterni e di infrastruttura causati da quella categoria di veicoli. Questo rapporto confronta tutti i ricavi delle imposte con tutti i costi esterni e per le infrastrutture.

- **Rapporto complessivo di copertura dei costi:** esclude i costi fissi e mostra fino a che punto i costi variabili esterni e di infrastruttura sono coperti da entrate fiscali. Questo rapporto confronta tutti i ricavi delle imposte con tutti i costi variabili esterni e delle infrastrutture.
- **Rapporto di copertura dei costi esterni e delle infrastrutture variabili:** mostra fino a che punto, in media, i costi aggiuntivi causati da un chilometro in più sono coperti da tasse o oneri aggiuntivi. Questo rapporto confronta i ricavi variabili delle imposte con i costi variabili esterni e delle infrastrutture.
- **Rapporto complessivo di copertura dei costi di infrastruttura:** mostra fino a che punto i costi di infrastruttura totali sono coperti dalle entrate riguardanti la tassazione della stessa. Questo rapporto confronta i ricavi dalla tassazione delle infrastrutture con tutti i costi totali delle stesse.
- **Rapporto di copertura dei costi variabili per le infrastrutture:** mostra se i costi di usura (dell'intera rete) sono coperti dalle spese per le infrastrutture. Pertanto, la valutazione di questo indicatore può fornire informazioni utili in aggiunta alla valutazione del rapporto complessivo di copertura dei costi per le infrastrutture. Questo rapporto confronta i ricavi dalla tassazione delle infrastrutture con i costi variabili delle stesse.

In aggiunta a questi cinque indicatori principali, possiamo definire due ulteriori indicatori per la determinazione del prezzo medio.

- **Il rapporto complessivo di copertura dei costi esterni:** mostra fino a che punto i costi esterni sono coperti dalle entrate fiscali.
- **Il rapporto di copertura dei costi relativi all'energia:** mostra fino a che punto i costi esterni connessi all'energia (cioè i cambiamenti climatici) sono coperti da imposte sull'energia stessa (cioè tasse sul carburante e sull'elettricità)

3.3 Copertura dei costi totali e medi dei trasporti nell'Unione Europea

Nella figura sottostante è riportato un confronto tra i costi totali esterni e delle infrastrutture con il totale delle entrate fiscali e tariffarie per le varie modalità di trasporto in Unione Europea.

I costi più elevati emergono dal trasporto su strada (circa **780 miliardi di euro**), che hanno al loro interno i costi per gli incidenti (pari a **279 miliardi di euro**) e costi per le infrastrutture (pari a **184 miliardi di euro**) che rappresentano i due costi principali.

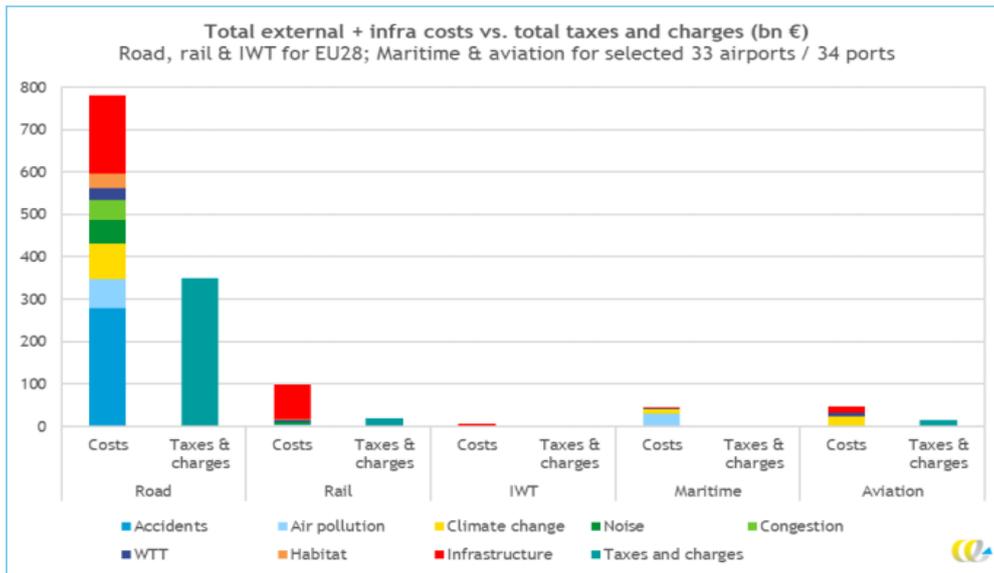


Figura 22: Costi esterni totali, costi per le infrastrutture e ricavi fiscali

Dato che le entrate totali fiscali ricavate dalle strade ammontano a **350 miliardi di euro**, sono coperti circa il 45% dei costi esterni e delle infrastrutture di trasporto. Per il trasporto ferroviario, i costi totali esterni e per le infrastrutture nell'Unione Europea sono pari a **98 miliardi di euro**.

La parte principale di questi costi (circa l'80%) riguarda la costruzione, la manutenzione e il funzionamento dell'infrastruttura stessa. Circa il 20% dei costi riguardanti il trasporto ferroviario sono coperti da entrate fiscali (**20 miliardi di euro**).

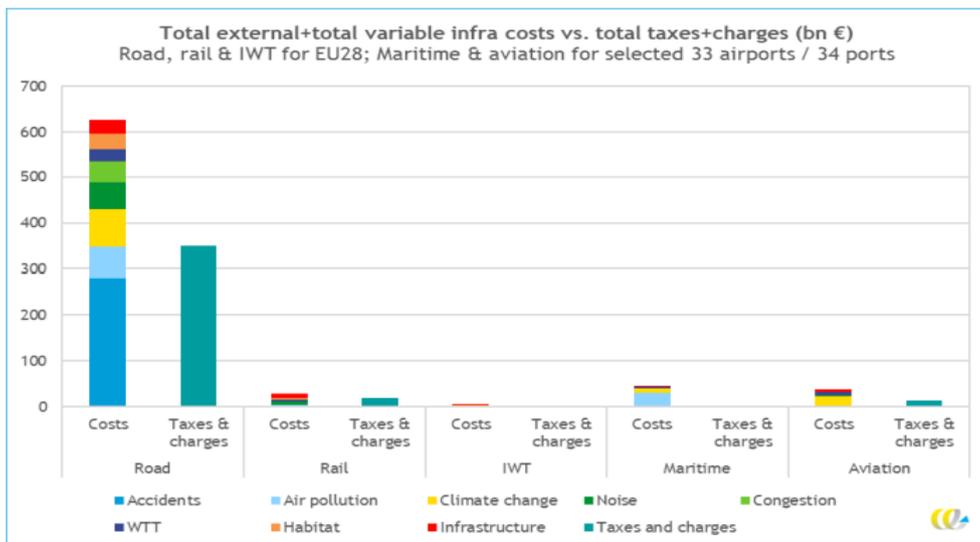


Figura 23: Costi esterni totali, costi variabili per le infrastrutture e ricavi fiscali

Nella figura soprastante, invece, vengono confrontati i costi esterni totali e i costi variabili per le infrastrutture con i ricavi totali della tassazione e degli oneri per le varie modalità di trasporto.

Poiché i costi fissi per le infrastrutture sono esclusi da questa analisi, i rapporti di copertura sono in generale superiori ai rapporti di copertura illustrati precedentemente. Tuttavia, ci sono alcune differenze riguardanti le varie modalità di trasporto.

I rapporti di copertura più elevati, secondo questo indicatore, si riscontrano nel trasporto ferroviario (69%), seguito dal trasporto su strada (56%), aviazione (37%), IWT (12%) e trasporto marittimo (4%). Soprattutto per il trasporto ferroviario, questo rapporto di copertura è significativamente superiore al rapporto di copertura precedente.

Ciò può essere spiegato dai costi di infrastruttura fissa relativamente elevati (in particolare i costi di investimento e di rinnovo) per il trasporto ferroviario, che contribuisce in modo significativo alla formazione dei costi totali esterni dello stesso (circa il 70% dei costi totali esterni e di infrastruttura).

Il raddoppio del rapporto di copertura dei costi per IWT può essere spiegato dalla quota relativamente elevata che i costi di infrastruttura fissa hanno nella composizione dei costi totali (circa il 46%).

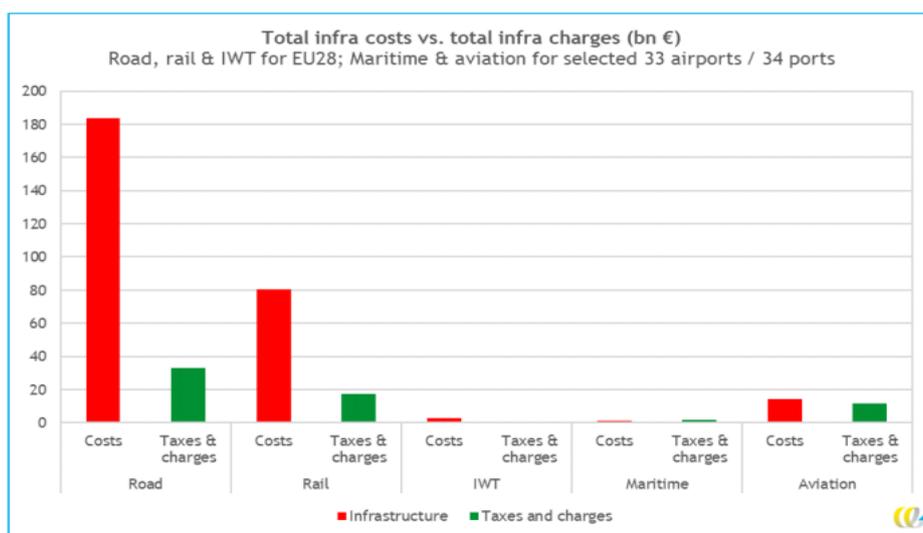


Figura 24: Costi totali per le infrastrutture e ricavi fiscali sulle infrastrutture

In questo grafico a barre si può notare che solo per il trasporto marittimo i ricavi totali ricavabili dalle tasse portuali sono in linea con i costi totali per le infrastrutture.

Per il trasporto su strada, circa il 18% dei costi totali dell'infrastruttura (184 miliardi di euro) è coperto dalle entrate derivanti dalle tariffe stradali basate sulla distanza e sul tempo di percorrenza (33 miliardi di euro).

Per il trasporto ferroviario, i diritti di accesso al trasporto stesso (17 miliardi di euro) coprono circa il 21% dei costi totali dell'infrastruttura (81 miliardi di euro).

Per l'aviazione circa l'81% dei costi per le infrastrutture (14 miliardi di euro) sono coperti dai diritti aeroportuali (11 miliardi di euro). Infine, le tasse portuali coprono il 12% (0,4 miliardi di euro) dei costi totali dell'infrastruttura di IWT (2.9 miliardi di euro).

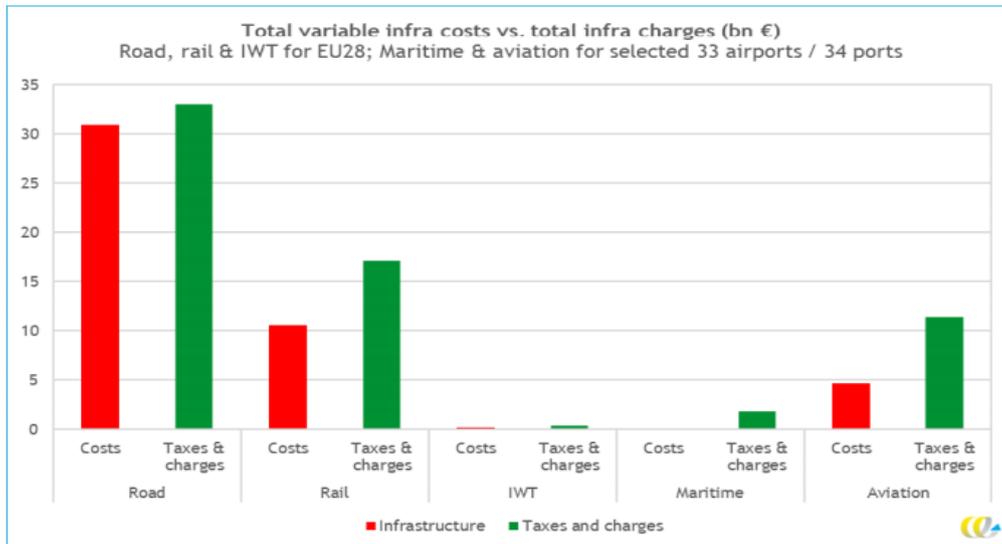


Figura 25: Costi variabili infrastrutture e ricavi fiscali sulle infrastrutture

In questo ultimo grafico del paragrafo, si può notare come i costi variabili delle infrastrutture (ovvero solo i costi di usura) sono interamente coperti per tutte le modalità di trasporto.

Il rapporto di copertura dei costi più elevato si riscontra per il trasporto marittimo, con entrate derivanti da diritti portuali che superano i costi variabili infrastrutturali.

Questo rapporto di copertura dei costi così elevato può essere spiegato dalla percentuale relativamente bassa di costi variabili nei costi totali infrastrutturali.

3.4 *Trasporto stradale*

La figura sottostante mostra la copertura dei costi complessivi per il trasporto dei passeggeri su strada in tutte le modalità (es. autovetture, motociclette, autobus, pullman).

La linea blu rappresenta il 100% di copertura dei costi, in cui tutti i costi esterni e di infrastruttura sono internalizzati. Il costo medio nell'Unione Europea è di 10,70 € per pkm e il ricavo medio risulta essere di 5.01 € per pkm.

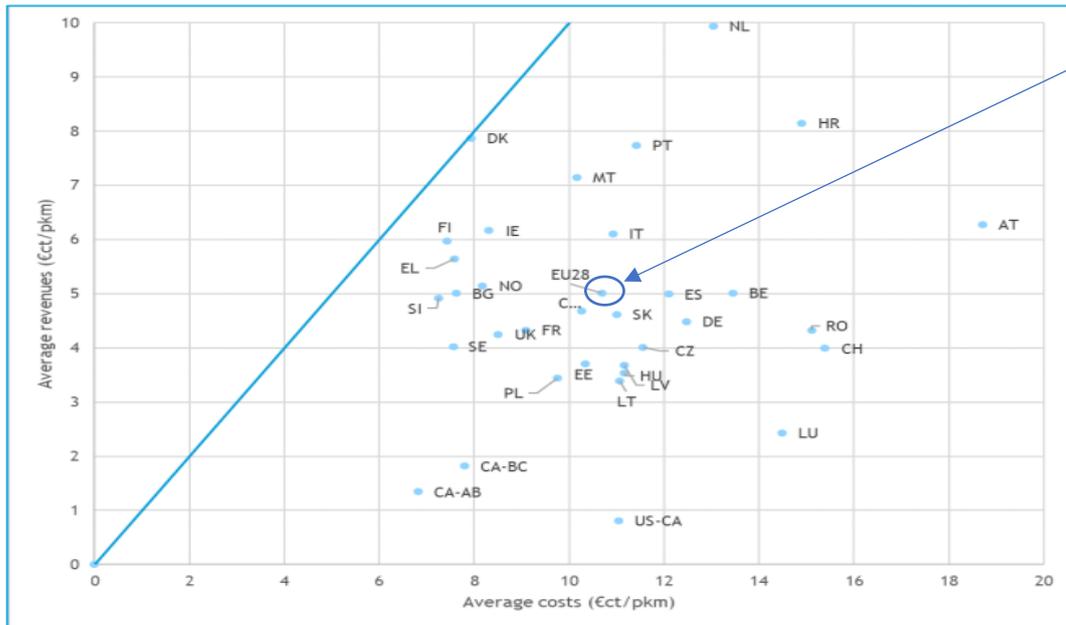


Figura 26: Copertura dei costi totali per il trasporto su strada

In aggiunta alle tasse applicate dai paesi, esistono ulteriori politiche a supporto della mitigazione delle emissioni di CO₂ nell'UE. Gli strumenti più rilevanti sono: la regolazione di CO₂ dei veicoli, l'etichettatura delle auto, la direttiva sui veicoli puliti, la direttiva sulle infrastrutture per i carburanti alternativi e la direttiva sulla qualità dei carburanti e sulle energie rinnovabili.

3.4.1 Direttiva sull'etichettatura delle auto

Questa direttiva⁵ ha lo scopo di informare i consumatori sull'efficienza del carburante e sulle emissioni di CO₂ delle nuove auto, al fine di aiutarli ad acquistare o noleggiare mezzi che consumano meno carburante ed emettano minori quantità di CO₂.

Per raggiungere questo obiettivo, la presente direttiva richiede che gli stati membri dell'Unione Europea forniscano, ai consumatori, informazioni che consentano di effettuare una scelta consapevole. Inoltre, deve essere esposta un'etichetta che mostri l'efficienza del carburante e le emissioni di CO₂ che esso provoca.

Come politica dal lato della domanda, la direttiva è una misura complementare che aiuta i produttori di autoveicoli a soddisfare i loro specifici standard di emissione di CO₂, in particolare poiché questo strumento affronta direttamente la mancanza di conoscenza dei consumatori.

⁵ Direttiva 1999/94/CE

3.4.2 *Direttiva sui veicoli puliti*

Questa direttiva⁶ richiede che siano presi in considerazione gli impatti energetici e ambientali legati al funzionamento dei veicoli. L'obiettivo è quello di garantire un livello di domanda di veicoli per il trasporto su strada, puliti ed efficienti dal punto di vista energetico, che sia sufficientemente alta da incoraggiare i costruttori a investire in questo tipo di veicoli.

3.4.3 *Direttiva sulle infrastrutture per i carburanti alternativi*

L'introduzione sul mercato a larga scala di carburanti alternativi è frenata da tre principali barriere: costo elevato (investimento) dei veicoli, basso livello di accettazione da parte dei consumatori e mancanza di stazioni di ricarica e rifornimento.

Per affrontare il terzo tipo di barriera, il Parlamento Europeo e il Consiglio hanno adottato, nel 2014, questa nuova direttiva⁷ relativa alla costruzione di infrastrutture per i carburanti alternativi. La presente, impone agli Stati membri dell'Unione Europea di fornire una quantità di infrastrutture minime per i carburanti alternativi (es. elettricità, gas naturale liquido, gas naturale compresso e idrogeno) e di sviluppare programmi nazionali per farlo.

3.4.4 *Direttiva sulla qualità dei carburanti*

Questa direttiva⁸ richiede una riduzione dell'intensità dei gas a effetto serra dei carburanti di almeno il 6% nel 2020.

L'obiettivo si può raggiungere utilizzando meno combustibili ad alta intensità di CO₂ (es. biocarburanti, elettricità, meno combustibili fossili ad alta intensità di carbonio e combustibili rinnovabili di origine non biologica) e riduzione delle emissioni di CO₂ nella fase di estrazione delle materie prime.

Nella figura seguente vengono rappresentati i tre tipi di legislazione che esistono sull'inquinamento atmosferico: Norme sulle emissioni specifiche alla fonte, direttiva sui limiti nazionali di emissione e direttive sulla qualità dell'aria.

⁶ *Direttiva 2009/33/CE*

⁷ *Direttiva 2014/94/CE*

⁸ *Direttiva 2009/30/CE*

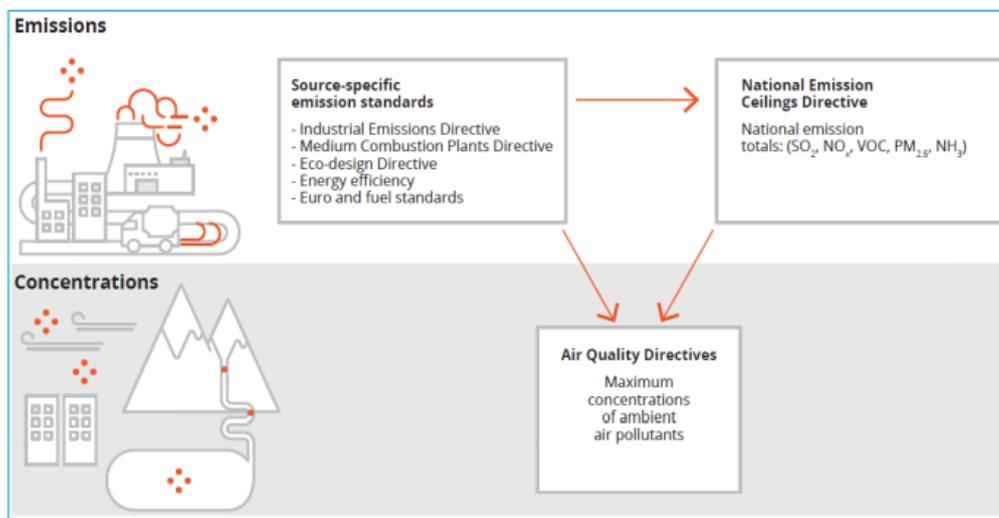


Figura 27: Tre tipi di legislazione per l'inquinamento atmosferico

3.4.5 Direttiva sulla qualità dell'aria

Questa direttiva⁹ definisce gli standard di qualità dell'aria ambientale che impongono agli Stati membri di adottare e attuare piani di qualità dell'aria per raggiungere determinati obiettivi e, di conseguenza, proteggere la salute umana e l'ambiente. Gli standard sono definiti come livelli massimi di concentrazione che non possono essere superati per un certo numero di volte all'anno e livelli massimi di concentrazione medi.

3.4.6 Direttiva sui limiti nazionali di emissioni

Questa direttiva fissa obiettivi nazionali di riduzione totale delle emissioni e ha imposto agli Stati membri di sviluppare programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico entro il 2019 al fine di rispettare gli impegni di riduzione delle emissioni.

L'inquinamento atmosferico ignora i confini nazionali e può essere trasportato per lunghe distanze dal vento, quindi deve essere affrontato attraverso la cooperazione a livello europeo, internazionale e globale. Le tasse e le spese nazionali, riguardanti il trasporto su strada, possono essere utilizzate come mezzo per ottenere una riduzione degli inquinanti atmosferici.

3.4.7 Standard Europei

Le norme europee sulle emissioni definiscono i limiti accettabili per le emissioni di gas di scarico dei nuovi veicoli venduti negli Stati membri dell'Unione.

Le norme sulle emissioni sono definite attraverso una serie di direttive che prevedono l'introduzione progressiva di norme sempre più stringenti. Questi standard europei sono stati introdotti per la prima

⁹ Direttiva 2008/50/CE

volta nel 1992 (Euro 1 per le autovetture) e, al giorno d'oggi, lo standard di riferimento è l'Euro 6. Le norme comunitarie devono essere combinate con le politiche tariffarie nazionali al fine di stimolare veicoli più puliti.

3.4.8 *Incentivi nazionali a sostegno di veicoli puliti*

A livello nazionale, viene applicata una vasta gamma di strumenti politici, oltre alle misure fiscali, per stimolare l'acquisto e il conseguente uso di veicoli stradali puliti. Alcuni esempi di tali strumenti sono:

- **Zone a basse emissioni**
- **Trasporto pubblico sovvenzionato:** il trasporto pubblico nell'Unione Europea risulta essere spesso sovvenzionato.
- **Regimi di emergenza per l'inquinamento atmosferico (avvisi di smog):** molti paesi europei e single città applicano piani di emergenza per l'inquinamento atmosferico al fine di informare il pubblico e adottare misure restrittive in caso di smog
- **Promozione del Car Sharing:** le autorità locali supportano il car sharing in diversi modi, tra cui la fornitura di posti auto, l'uso di corsie riservate agli autobus, l'accesso gratuito alle zone a basse emissioni
- **Diversi incentivi a support dei veicoli elettrici**

Le normative europee sono applicate anche per regolare il rumore del veicolo. Per quanto riguarda il rumore di rotolamento degli pneumatici, l'UE ha anche introdotto uno schema di etichettatura specifico.

3.4.9 *Direttiva sul rumore ambientale*

L'obiettivo di questa direttiva¹⁰ è quello di fornire una base comune per affrontare il problema del rumore in tutta l'Unione Europea. Gli obiettivi includono il monitoraggio del problema ambientale, imponendo agli Stati membri di elaborare "mappe acustiche strategiche" per le principali strade, ferrovie, aeroporti e agglomerati, utilizzando indicatori acustici armonizzati. Le autorità locali devono preparare piani di azione per garantire la qualità del rumore locale. Gli stati membri, invece, devono riferire sulle mappe acustiche strategiche lo stato dei valori limite applicati e inviare piani d'azione futuri alla Commissione.

¹⁰ Direttiva 2002/49/CE

3.4.10 Regolazione del rumore del veicolo

Questo regolamento¹¹ stabilisce i requisiti amministrativi e tecnici per l'omologazione di tutti i nuovi veicoli a motore, in relazione al loro livello sonoro e ai sistemi di silenziamento sostitutivi. Il regolamento descrive le condizioni di prova per le misurazioni del rumore per veicoli fermi e per veicoli in movimento. Inoltre, stabilisce valori limite per i livelli sonori emessi da nuovi veicoli a seconda della categoria a cui appartengono.

3.4.11 Etichettatura degli pneumatici

Il regolamento europeo sull'etichettatura dei pneumatici ha introdotto requisiti di etichettatura che includono informazioni sull'efficienza del carburante, sull'aderenza, sull'aderenza al bagnato e sul rumore esterno di rotolamento. L'obiettivo del regolamento è quello di aumentare la sicurezza e l'efficienza ambientale ed economica del trasporto su strada, promuovendo pneumatici a basso consumo di carburante e con bassi livelli di rumorosità.

3.4.12 Misure nazionali per l'abbattimento del rumore

Oltre alle direttive e ai regolamenti dell'Unione Europea, vengono attuate molte politiche locali e nazionali per l'abbattimento del rumore stradale. Alcuni esempi sono:

- Misure infrastrutturali, come pavimentazioni stradali a basso rumore o barriere antirumore
- Gestione del traffico con limiti di velocità inferiori e migliore pianificazione del traffico.

3.4.13 Sicurezza delle infrastrutture stradali

La direttiva sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali¹² obbliga gli Stati membri a tenere conto delle norme di sicurezza nella fase di progettazione, pianificazione e funzionamento delle strade, effettuando controlli, valutazioni e ispezioni continue.

3.4.14 Riduzione congestione stradale e politica TEN-T

La congestione, a livello nazionale, è affrontata attraverso misure basate sulla gestione del traffico e investimenti nelle infrastrutture stradali. A livello comunitario, la politica TEN-T può contribuire a ridurre i livelli di congestione cofinanziando lo sviluppo di capacità aggiuntiva della rete stradale, affrontando problemi importanti di congestione migliorando e potenziando i diversi tipi di

¹¹ Regolamento 540/2014

¹² Direttiva 2008/96/CE

infrastrutture. Dunque, questa politica rafforza l’approccio alla rete, stabilendo una base coerente per l’identificazione dei progetti e la fornitura di servizi, in linea con gli obiettivi europei.

3.5 *Trasporto Ferroviario*

Per il trasporto ferroviario, i ricavi delle tariffe di accesso all’infrastruttura sono stati stimati ipotizzando un “pacchetto di accesso minimo”, che considera solo le componenti di costo effettivamente addebitate a un treno per l’utilizzo di una linea ferroviaria. Vale la pena notare che i diritti di accesso all’infrastruttura possono comprendere abbonamenti pubblici. La figura seguente mostra la copertura dei costi complessivi mediante tutte le misure di internalizzazione. I ricavi medi che vengono raggiunti sono bassi rispetto al totale dei costi esterni e per le infrastrutture che vengono sostenuti. Ciò dipende fondamentalmente dall’elevata percentuale dei costi medi di infrastruttura delle reti ferroviarie che, a livello comunitario, è pari all’85% del costo medio totale.

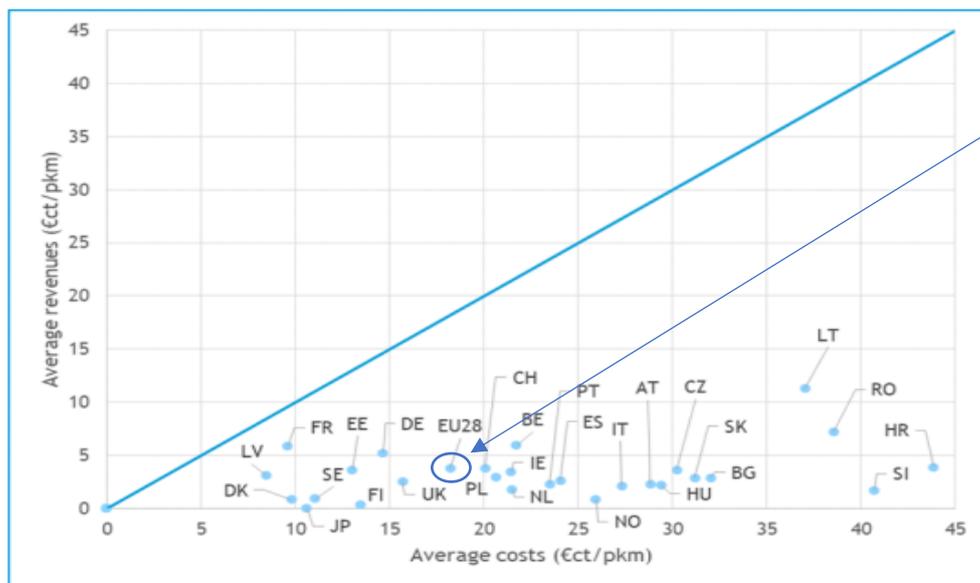


Figura 28: Copertura dei costi totali per il trasporto ferroviario

Come per i trasporti stradali, anche per i trasporti ferroviari si possono adottare degli strumenti politici che, in aggiunta alla tassazione, possono comportare una riduzione dei principali costi esterni della categoria in questione.

3.5.1 *Cambiamento climatico*

In primo luogo, una direttiva fissa gli obiettivi per la quota di energie rinnovabili utilizzate nei trasporti, compreso il trasporto ferroviario. Inoltre, la TEN-T (di cui abbiamo parlato in precedenza) incentiva l’elettrificazione delle infrastrutture adibite ai trasporti ferroviari.

3.5.2 *Inquinamento dell'aria*

Il quadro generale riguardante la qualità dell'aria in Europa è stabilito da due direttive: la prima introduce standard di qualità dell'aria per la protezione della salute umana, la seconda impone dei limiti di emissione.

Per il raggiungimento degli obiettivi imposti da queste due direttive, l'UE ha implementato standard di emissione per locomotive diesel e vagoni ferroviari. Gli effetti dell'inquinamento atmosferico non si limitano come abbiamo detto al livello locale e, l'inquinamento transfrontaliero può rendere inefficaci determinate soluzioni nazionali (comprese le misure fiscali). Pertanto, può essere attuato un approccio armonizzato a livello europeo, applicando le norme sulle emissioni.

3.5.3 *Rumore*

A livello nazionale, molti Stati membri dell'Unione applicano programmi di abbattimento per ridurre gli impatti negativi del rumore ferroviario. In generale, si possono distinguere due tipi di misure di abbattimento:

- Sul percorso di propagazione (installando barriere)
- Sul ricevitore (installando misure di isolamento)

3.5.4 *Sicurezza ferroviaria*

Nel 2004 venne divulgata una nuova direttiva¹³ sulla sicurezza ferroviaria al fine di creare un quadro normativo europeo comune per la sicurezza e per definire i compiti e le responsabilità relative a un sistema di gestione della sicurezza.

La direttiva prevede metodi armonizzati da applicare agli attori del sistema ferroviario dell'Unione e alle autorità nazionali di sicurezza in materia di monitoraggio, valutazione della conformità, vigilanza e valutazione dei rischi.

3.5.5 *Certificazione dei macchinisti*

Esiste una direttiva¹⁴ specifica relativa alla certificazione dei macchinisti che definisce le condizioni e le procedure per questa tipologia di certificazioni. Specifica, inoltre, i compiti delle autorità competenti degli stati membri, dei macchinisti e dei loro datori di lavoro, vale a dire le imprese ferroviarie e i gestori dell'infrastruttura.

¹³ Direttiva 2004/49/CE

¹⁴ Direttiva 2007/59/CE

3.5.6 Shift2Rail

Shift2Rail è un partenariato pubblico-privato, riguardante il settore ferroviario, che persegue attività di ricerca e innovazione a sostegno del raggiungimento dello spazio ferroviario europeo e mira a migliorare l'attrattiva, la competitività e la sicurezza del sistema ferroviario comunitario.

3.6 Trasporto mediante navigazione interna

Anche in questo caso, viene esposto il rapporto di copertura dei costi confrontando i ricavi e gli oneri con tutti i costi esterni e di infrastruttura. Per le vie navigabili interne, l'assegnazione dei costi di infrastruttura è stata effettuata sulla base di parametri olandesi.

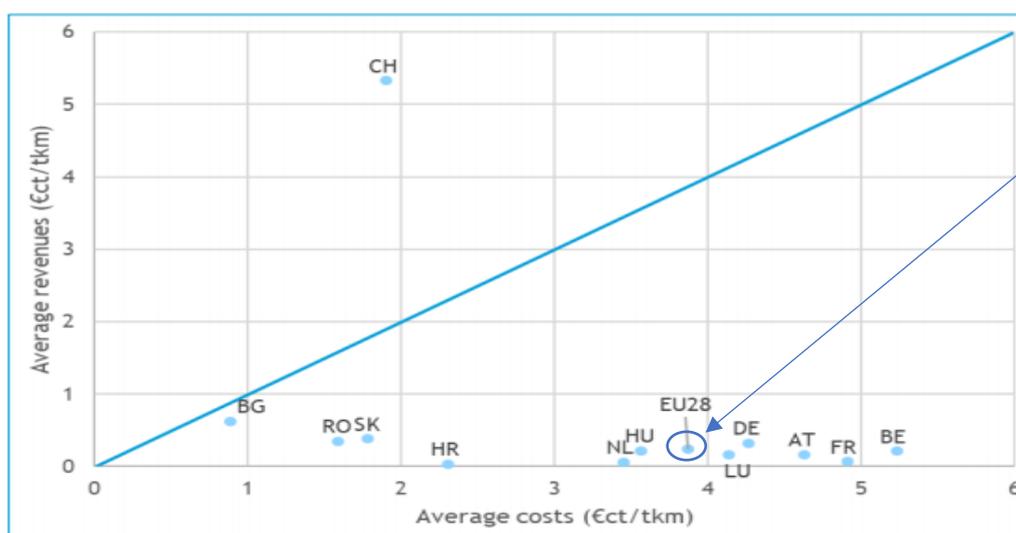


Figura 29: Copertura costi totali per trasporto mediante navigazione interna

Il trasporto mediante navigazione interna può adottare degli strumenti politici che, in aggiunta alla tassazione, possono comportare una riduzione dei principali costi esterni della categoria in questione.

3.6.1 Cambiamento climatico

Gli strumenti più rilevanti per mitigare le emissioni di CO₂, nei paesi dell'unione europea, sono la direttiva sulla qualità dei carburanti, le direttive sulle energie rinnovabili (che si rivolge sia all'intensità dei gas a effetto serra che al tipo di carburanti per il trasporto) e la direttiva sullo spieramento di infrastrutture di carburanti alternativi per l'Europa.

3.6.2 Inquinamento dell'aria

A livello comunitario, per controllare la qualità dell'aria, sussistono la direttiva sulla qualità dell'aria (che introduce standard di qualità dell'aria per la protezione della salute umana) e dalla direttiva

nazionale sui limiti di emissione. Inoltre, vi sono alcuni regimi di sovvenzioni a livello nazionale e locale per sostenere navi più pulite e l'utilizzo di alimentazione elettrica a terra.

- **Standard europei di emissione:** sono stati introdotti nel 2004, quando il Parlamento europeo ha adottato la Direttiva 2004/26/CE che stabilisce gli standard di emissioni.
- **Regimi sovvenzionali nazionali per stimolare un trasporto più pulito:** ad esempio i Paesi Bassi hanno fornito sovvenzioni per progetti innovativi volti a ridurre le emissioni di Nox e di particolato dalle navi.
- **Utilizzo dell'alimentazione a terra:** alcune autorità portuali hanno implementato normative volte a ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici nocivi. L'alimentazione a terra rende superfluo l'uso di generatori diesel per l'elettricità. Ciò riduce le emissioni di inquinanti atmosferici nel porto.

3.6.3 Incidenti

L'Unione Europea mira a migliorare la sicurezza anche per questa tipologia di trasporto. Questo obiettivo può essere raggiunto esclusivamente tramite strumenti non tariffari come regolamenti e direttive.

Norme di sicurezza:

- **Requisiti tecnici per il veicolo:** questa direttiva¹⁵ stabilisce i requisiti tecnici che le navi devono soddisfare. I certificati sono rilasciati per garantire che queste siano conformi ai requisiti. La definizione di standard minimi di sicurezza rende il trasporto più sicuro ma non continua necessariamente a stimolare ulteriori innovazioni.
- **Requisiti per il personale:** questa direttiva¹⁶ stabilisce le condizioni e le procedure per la certificazione e le qualifiche delle persone coinvolte nell'esercizio di una imbarcazione.
- **Sistemi di informazione fluviale:** questa direttiva¹⁷ stabilisce un quadro per la diffusione e l'uso di sistemi di informazione fluviale armonizzati. Il suo obiettivo è quello di migliorare la sicurezza, l'efficienza e il rispetto dell'ambiente.

3.7 *Trasporto Marittimo*

Come abbiamo definito in precedenza, per il trasporto marino, non si dispongono di dati sufficienti per calcolare possibili rapporti di copertura dei costi. I rapporti di copertura dei costi per le navi

¹⁵ Direttiva 2016/1629

¹⁶ Direttiva 2017/2397

¹⁷ Direttiva 2005/44

marittime confrontano, ipoteticamente, i costi esterni delle infrastrutture con i ricavi marginali per tasse e oneri in tre scenari diversi: uno scenario con costi esterni elevati, uno scenario con costi esterni bassi e uno scenario con costi esterni molto bassi.

In aggiunta alla tassazione, per comportare una riduzione dei costi esterni, possono essere attuate delle politiche specifiche.

3.7.1 *Cambiamento climatico*

Oltre alle tasse marittime applicate da paesi e porti, esistono diverse altre politiche a supporto della mitigazione delle emissioni di CO₂.

- **Misure tecniche e operative di efficienza energetica:** supportate da l'indice di efficienza energetica e il piano di gestione dell'efficienza energetica delle navi.
- **Monitoraggio e comunicazione delle emissioni:** nel 2015 il Parlamento europeo e il Consiglio dell'Unione europea hanno adottato un regolamento relativo al monitoraggio, alla comunicazione e alla verifica delle emissioni di CO₂ delle navi in arrivo o in partenza da porti sotto la giurisdizione di uno Stato membro. L'obiettivo del regolamento è ridurre le emissioni in modo economicamente efficiente, fornendo informazioni dettagliate attraverso dati sulle emissioni e verificare e stimolare l'adozione di soluzioni di efficienza energetica, influenzando le future decisioni politiche.
- **Strategia per i cambiamenti climatici:** il Comitato per la protezione dell'ambiente marino ha adottato una strategia iniziale sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dei trasporti internazionali (riduzione del 50% entro il 2050 rispetto al 2008) e di eliminarle totalmente entro la fine del secolo.

3.7.2 *Incidenti*

La sicurezza marittima nell'Unione Europea è affrontata esclusivamente mediante misure di comando e controllo, principalmente mediante la definizione di standard o requisiti (minimi). Le misure basate sul mercato e applicate al settore marittimo (es. Diritti portuali e diritti del fairway) non sono direttamente collegate ai costi esterni degli incidenti. Le politiche che possono essere adottate sono:

- **Requisiti di sicurezza tecnica e operativa:** questa direttiva¹⁸ punta a migliorare la sicurezza in mare e a prevenire l'inquinamento marittimo. Ciò avviene attraverso l'applicazione uniforme degli strumenti internazionali pertinenti in materia di equipaggiamento marittimo a bordo delle navi.

¹⁸ Direttiva 2014/90/UE

3.8.1 *Cambiamento climatico*

I principali strumenti non tariffari finalizzati alla mitigazione della CO2 sono gli standard per i nuovi veicoli e l'iniziativa "cielo unico europeo":

- **Standard di CO2 per i nuovi aeromobili:** nel 2017, l'organizzazione per l'aviazione civile internazionale ha adottato gli standard di emissione di CO2 per i nuovi aeromobili. La norma si applicherà ai nuovi progetti dal 2020 e ai progetti di tipologie di velivoli già in produzione dal 2023. I progetti di aeromobili in produzione che non soddisferanno lo standard entro il 2028 non possono più essere prodotti a meno che non siano sufficientemente modificati.
- **Iniziativa per il "cielo unico europeo":** è stata adottata dalla Commissione Europea nel 2004 (e modificata nel 2009) al fine di modernizzare e armonizzare i sistemi di gestione del traffico aereo attraverso la definizione e la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative. L'idea principale è quella di spostare la progettazione del traffico aereo da livello nazionale a livello comunitario, per beneficiare delle efficienze di scala e del superamento delle barriere amministrative e tecniche create dagli approcci nazionali.

3.8.2 *Rumore*

L'Unione Europea mira a ridurre i fastidi del rumore aereo dei cittadini attraverso norme generali sulla gestione del rumore ambientale nonché con norme specifiche sul rumore aereo. Il quadro generale sulla gestione del rumore ambientale è definito dalla direttiva sul rumore ambientale (2002/49/CE), che impone agli Stati membri di mappare regolarmente il rumore (anche nei pressi di grandi aeroporti), fornire informazioni al pubblico e fornire piani d'azione per prevenire o ridurre l'esposizione al rumore ambientale. Oltre a questo quadro generale, a livello comunitario, vengono attuate specifiche politiche di gestione del rumore del traffico aereo:

- **Standard di certificazione del rumore:** negli ultimi 40 anni sono stati regolamentati i rumori degli aeromobili con l'implementazione di standard di rumore. Questi, sono stati inaspriti nel corso degli anni per velivoli di nuova certificazione. Analogamente alle norme sulle emissioni di CO2 e dei motori degli aeromobili, la portata globale delle norme sul rumore evita la distorsione del mercato globale, con conseguente riduzione degli oneri amministrativi.
- **Restrizioni operative negli aeroporti dell'Unione:** è stato attuato un regolamento sulle procedure relative all'introduzione di restrizioni legate al rumore. Questo approccio consiste nell'identificare il problema del rumore in un aeroporto specifico e nell'analisi delle varie misure disponibili per ridurre il rumore in base a criteri oggettivi e misurabili. Le misure di riduzione del rumore che dovrebbero essere considerate sono:

- a) Rendere più silenziosi i velivoli fissando standard di rumore
 - b) Gestire il territorio attorno agli aeroporti in modo sostenibile
 - c) Adattamento delle procedure operative per ridurre l'impatto acustico sul terreno
 - d) Introdurre restrizioni operative (compresa la graduale eliminazione degli aeromobili marginalmente conformi)
- **Programmi nazionali per l'acquisizione o l'isolamento delle abitazioni:** molti aeroporti stanno inoltre applicando schemi di riduzione del rumore al fine di ridurre gli impatti negativi dello stesso, per i residenti le cui abitazioni sono situate nei dintorni dell'aeroporto. Questi schemi di abbattimento includono spesso programmi di isolamento per case e edifici pubblici (es. scuole e ospedali).

3.8.3 Incidenti

Poiché non vi sono tasse o spese per l'aviazione che affrontano l'esternalità degli incidenti, ciò può essere effettuato esclusivamente tramite requisiti tecnici e regolamentari. Molte direttive stabiliscono standard o requisiti minimi per migliorare la sicurezza durante il volo e a terra.

- **Normative:** A livello dell'Organizzazione per l'aviazione civile internazionale sono state sviluppate una serie di norme e pratiche raccomandate per migliorare la sicurezza aerea. Vengono fornite le basi di tutti i regimi normativi di sicurezza su scala globale. A livello UE esiste, invece, una vasta gamma di regolamenti volti a migliorare la sicurezza aerea. Esistono norme per i requisiti tecnici degli aeromobili, i requisiti delle ispezioni tecniche, requisiti per gli aeroporti, gestione del traffico aereo, la navigazione aerea, le operazioni aeree e l'equipaggio.
- **Cielo unico europeo:** oltre ai regolamenti dell'Unione, la Commissione europea ha anche introdotto questa iniziativa, già nominata precedentemente, che ha l'obiettivo di riformare il sistema di gestione del traffico aereo europeo precedentemente frammentato, in modo tale da soddisfare tutte le esigenze future dello spazio aereo europeo in termini di capacità, sicurezza, efficienza e impatto ambientale
 - a) Migliorare la sicurezza e l'efficienza del trasporto aereo in Europa;
 - b) Ridurre i ritardi migliorando l'uso dello spazio aereo scarso e delle risorse aeroportuali;
 - c) Migliorare i servizi e ridurre i costi per i passeggeri del trasporto aereo, riducendo la frammentazione della gestione del traffico aereo in Europa;
 - d) Migliorate l'integrazione dei sistemi militari nel sistema europeo di gestione del traffico.

CONCLUSIONI

L'Unione Europea, negli ultimi anni, ha posto un focus particolare sul problema dell'internalizzazione dei trasporti, ammettendo di aver sottostimato, negli anni precedenti, il reale impatto che essi provocano sul bilancio comunitario. I costi esterni e per le infrastrutture risultano essere ingenti e in continua crescita coperti, solo in parte, dalla tassazione o da altre misure atte a ridurre la loro produzione.

Come ampiamente analizzato nella Tesi, i costi esterni sono i costi generati dagli utenti dei trasporti che ricadono non direttamente sull'utente ma sulla collettività, riguardanti gli effetti negativi che i trasporti hanno sull'ambiente e sulla salute, in particolare l'inquinamento dell'aria, i cambiamenti climatici, i costi relativi alla produzione di energia (come l'inquinamento acustico e i danni ambientali). Dai risultati ottenuti nello studio condotto, emerge che il totale dei costi esterni (non includendo i costi delle infrastrutture) dei trasporti ammontano a circa 1.000 miliardi di euro ogni anno, una cifra pari quasi al 7% del prodotto interno lordo (PIL) degli Stati membri dell'Unione europea. Circa i tre quarti dei costi esterni totali derivano dal trasporto motorizzato su gomma.

L'Unione sta cercando di dirigersi sempre di più verso un modello del "chi inquina paga", a partire dagli automobilisti, proprio a causa delle 25.000 morti all'anno per incidenti stradali e 50.000 morti premature per inquinamento in Europa, che devono arrivare a zero entro il 2050.

I costi infrastrutturali, inoltre, rappresentano una spesa molto importante che l'Unione Europea vuole cercare di arginare sia attraverso una imposizione fiscale, sia allineando le priorità degli Stati membri con quelle comunitarie. Per fare ciò occorre:

- Sviluppare strumenti di applicazione appropriati per consentire un più rapido adempimento degli obblighi imposti dal regolamento TEN-T, ottenere il completamento delle principali infrastrutture strategiche e prevedere azioni correttive qualora i progetti prioritari non inizino secondo i tempi previsti oppure subiscano successivamente ritardi, o ancora se problemi di coordinamento delle tratte transfrontaliere sembrano mettere a repentaglio l'entrata in funzione delle infrastrutture secondo i piani.
- Eliminare tutte le barriere amministrative e normative all'interoperabilità costituisce una priorità.

L'interesse dell'Unione a implementare l'internalizzazione dei costi esterni e infrastrutturali è molto forte. Ciò provocherebbe un risparmio cospicuo alle casse comunitarie e consentirebbe di investire quegli importi in progetti diversi. L'obiettivo preposto è quello di internalizzare completamente, entro il 2050, tutti i costi causati dal trasporto a livello comunitario. Questo obiettivo coincide con quello di eliminare completamente, entro lo stesso anno, le emissioni di CO₂ in Unione Europea.

La Tesi pone in evidenza questi aspetti e l'indirizzo sul quale l'Europa intende orientarsi. Occorrerà tuttavia verificare nei prossimi anni se, attraverso delle politiche comunitarie coerenti e coordinate, la Commissione europea riuscirà a rispettare i propositi preposti.

BIBLIOGRAFIA

- Commissione Europea. The EU Emissions Trading Scheme. Brussels, 2016 (in inglese)
- CE Delft. External costs of transport in Europe. 2011. (in inglese)
- GRACE. Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation. 2006. (in inglese)
- Hensher, D. A., Rose, J. M., Dios Ortúzar, J. d. & Rizzi, L. I. Estimating the willingness to pay for and value of risk reduction for car occupants in the road environment. 2009. (in inglese)
- NEEDS, 2008. Report on the procedure and data to generate averaged/aggregated data, Brussels: European Commission. (in inglese)
- OECD, 2014. The costs of air pollution: Health impact of road transport. (in inglese)
- OECD, 2016. Road infrastructure: inclusive development and traffic safety in Korea (in inglese)
- OECD, 2012. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies (in inglese)
- OECD, 2014. The costs of air pollution: Health impact of road transport (in inglese)
- Commissione europea. Overview of transport infrastructure expenditures and costs. Brussels, 2019. (in inglese)
- Agenzia europea dell'ambiente, 2016. Trasporti e salute.
- Commissione europea. Handbook on the external costs of transport. Brussels 2019 (in inglese)
- Paolo Beria, Raffaele Grimaldi. Politecnico di Milano, 2013. Politiche volte ad una maggiore internalizzazione dei costi esterni da traffico stradale.
- Ricardo, 2014. Update of the Handbook on External Costs of Transport. (in inglese)
- UN ECE, 2011. Statistics of road traffic accidents in Europe and North America. (in inglese)
- WHO, 2018. Health Statistics and Information Systems. (in inglese)
- WHO, 2013. Health risks of air pollution in Europe. (in inglese)
- Commissione europea, documento di lavoro dei servizi della Commissione, Impact assessment on the internalisation of external costs. (in inglese)
- ECMT, Internalising the social costs of transport, Parigi, 1994. (in inglese)
- Lindberg G., progetto GRACE, D2 Information requirements for examining optimal complexity of transport pricing, Leeds, 2006. (in inglese)

Lindberg G., progetto GRACE, D3 Marginal Costs Case Studies for road and rail transport, Leeds, 2006. (in inglese)

Lindberg G., progetto Grace, D4 Marginal Costs Case Studies for air and water transport, Leeds, 2006. (in inglese)

TRT Trasporti e Territorio, External Costs of Maritime Transport, Bruxelles, Parlamento europeo, 2007. (in inglese)

Commissione europea, Comunicazione della Commissione, Strategia per l'internalizzazione dei costi esterni. Bruxelles, 2008.

Commissione europea, documento di lavoro dei servizi della Commissione, Impact assessment on the internalisation of external costs. Bruxelles, 2008. (in inglese)

Commissione Europea. State of play of Internalisation in the European Transport Sector. Brussels, 2019.

ACEA, European Tax Guide, Bruxelles, 2006. (in inglese)

ACEA, Greening Transport Package, Communication from the Commission Strategy for the internalisation of external costs. Bruxelles, 2008. (in inglese)

Fontana M., La valutazione economica dell'ambiente, Milano, 2005.

CE Delft, The price of Transport; overview of the social costs of transport, Delft, 2004. (in inglese)

CE Delft. Internalisation measures and policy for the external cost of transport. 2008. (in inglese)

CER, EIM, UNIFE, Eurovignette Directive Revision, Position Paper on the European Commission's Proposal, Bruxelles, 2008. (in inglese)

Ministero delle Infrastrutture, Modello applicativo per la stima dei costi esterni: definizione e stima dei costi. Linee Guida per la misura dei costi esterni, Roma, 2006.

Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente – TeMA Lab. I costi esterni della mobilità: tipologie metodi di stima. Università degli Studi di Napoli Federico II, 2007.

CE Delft, Road infrastructure cost and revenue in Europe. 2008. (in inglese)

T&E, Background briefing, European Commission proposal on the Greening Transport Package, Bruxelles, 2008. (in inglese)

FEDERTRASPORTO; Bollettino economico sul settore dei trasporti – fisco e pedaggi per ridurre i costi del trasporto: la metodologia, Roma, 2002.