

EU ETS e FuelEU Maritime nel settore ferry: impatti sulle strategie operative e commerciali. Il caso GNV

Leone Federico¹ Ghiara Hilda²,

¹ Dipartimento di Economia, Università di Genova

² Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica i Trasporti e le Infrastrutture, Università di Genova

La ricerca analizza gli effetti congiunti dell'EU Emissions Trading System (EU ETS) e del Regolamento FuelEU Maritime sulle strategie operative e commerciali delle compagnie ferry. Attraverso una revisione della letteratura, l'analisi del quadro normativo e il caso studio di Grandi Navi Veloci (GNV), il lavoro esamina come l'introduzione dei nuovi obblighi ambientali modifichi la struttura dei costi, le politiche tariffarie, le scelte di fleet deployment e gli investimenti in tecnologie e combustibili alternativi. I risultati evidenziano che gli effetti delle due normative dipendono dalla capacità degli operatori di integrare pricing, innovazione tecnologica e infrastrutture portuali in una strategia coerente di adattamento. Il contributo del lavoro consiste nel proporre una lettura integrata degli impatti di EU ETS e FuelEU Maritime sul comparto ferry e nell'individuare le principali leve operative e commerciali che possono sostenere la competitività nel processo di decarbonizzazione.

Parole Chiave: Fuel EU Maritime; EU ETS shipping; ferry, GNV

1. Introduzione

Il processo di decarbonizzazione del trasporto marittimo rappresenta una delle principali sfide che il settore è chiamato ad affrontare nel prossimo decennio. Nell'ambito del Green Deal europeo e del pacchetto legislativo Fit for 55, l'Unione Europea ha introdotto un insieme di strumenti normativi finalizzati a ridurre progressivamente le emissioni di gas a effetto serra generate dal trasporto marittimo, tradizionalmente escluso dalle principali politiche climatiche europee. In questo contesto, l'estensione dell'EU Emissions Trading System (EU ETS) al trasporto marittimo, in vigore dal 2024, e l'entrata in applicazione del Regolamento FuelEU Maritime dal 2025 costituiscono due interventi complementari, destinati a modificare profondamente il funzionamento economico e operativo delle compagnie di navigazione.

Le due normative agiscono infatti su dimensioni differenti ma strettamente integrate. L'EU ETS introduce un costo diretto delle emissioni di CO₂ e attraverso il meccanismo cap-and-trade, trasformando il carbon price in una nuova componente dei costi operativi delle imprese. Il FuelEU Maritime, invece, impone una progressiva riduzione dell'intensità emissiva dei combustibili utilizzati a bordo secondo un approccio Well-to-Wake, incentivando l'adozione di combustibili

alternativi, l'impiego dell'On-Shore Power Supply (OPS) e nuovi strumenti di flessibilità quali banking, borrowing e pooling. La combinazione delle due misure modifica quindi simultaneamente la struttura dei costi, le scelte tecnologiche e le strategie competitive degli operatori marittimi.

Gli effetti di tale cambiamento risultano particolarmente rilevanti nel comparto ferry, Ro-Ro e Ro-Pax, caratterizzato da elevata frequenza dei servizi, vincoli di puntualità, forte stagionalità della domanda e limitati margini di flessibilità operativa. In questo segmento il costo della conformità normativa incide direttamente sulle politiche tariffarie, sull'assegnazione delle navi alle diverse rotte (fleet deployment), sulle strategie di bunkeraggio e sugli investimenti in tecnologie di efficientamento energetico e carburanti alternativi. La sostenibilità ambientale non rappresenta più soltanto un requisito regolatorio, ma diventa una variabile strategica capace di influenzare la competitività delle imprese.

Nonostante la crescente attenzione della letteratura verso le politiche europee di decarbonizzazione dello shipping, gli studi disponibili si concentrano prevalentemente sugli effetti dell'EU ETS sul trasporto marittimo nel suo complesso o sul comparto container, mentre risultano ancora limitati i contributi dedicati specificamente al settore ferry. La revisione sistematica della letteratura condotta dagli autori evidenzia inoltre come gran parte delle ricerche analizzi separatamente EU ETS e FuelEU Maritime, mentre sono ancora poco approfonditi gli effetti congiunti delle due normative sulle strategie commerciali e operative delle compagnie di navigazione, con particolare riferimento ai sistemi di pricing, ai sovrapprezzi ambientali (environmental surcharge), al fleet deployment e all'interazione tra nave e porto.

Alla luce di tali considerazioni, il presente lavoro intende rispondere alla seguente research question: in che modo l'introduzione congiunta dell'EU ETS e del FuelEU Maritime sta modificando le strategie operative e commerciali delle compagnie ferry e quali effetti produce sulla loro competitività?

Per rispondere a tale quesito, il paper persegue tre obiettivi. In primo luogo, ricostruisce il quadro regolatorio europeo e le principali implicazioni economiche derivanti dall'applicazione congiunta di EU ETS e FuelEU Maritime. In secondo luogo, analizza le principali strategie di adattamento adottate dagli operatori del comparto ferry, con particolare attenzione ai sistemi di surcharge ambientale, alle scelte di deployment della flotta, all'impiego di combustibili alternativi e al ruolo delle infrastrutture portuali. Infine, attraverso il caso di Grandi Navi Veloci (GNV), il lavoro evidenzia come le nuove normative influenzino concretamente i processi decisionali di una compagnia operante nel Mediterraneo, mostrando come la capacità di integrare innovazione tecnologica, efficientamento operativo e gestione commerciale possa trasformare gli obblighi regolatori in un fattore di vantaggio competitivo.

Il contributo del presente studio è duplice. Da un lato, colma un parziale vuoto della letteratura dedicata al comparto ferry. Dall'altro, offre evidenze applicative utili sia agli operatori del settore sia ai decisori pubblici, mettendo in luce il ruolo assunto dalle politiche tariffarie, dalle infrastrutture portuali e dagli investimenti tecnologici nel processo di transizione energetica del trasporto marittimo.

Il lavoro è organizzato come segue. Il secondo paragrafo presenta una sintesi della letteratura scientifica di riferimento e individua il posizionamento del contributo rispetto agli studi esistenti. Il terzo descrive la metodologia di ricerca adottata. Il quarto analizza gli effetti dell'EU ETS e del FuelEU Maritime sulle compagnie ferry, approfondendo le principali leve operative e commerciali. Il quinto presenta il caso studio GNV quale applicazione empirica delle dinamiche esaminate. L'ultimo paragrafo riassume i principali risultati della ricerca, ne discute le implicazioni manageriali e di policy e indica i possibili sviluppi futuri.

2. Literature review

L'inclusione del trasporto marittimo nelle politiche climatiche europee ha determinato un rapido sviluppo della letteratura dedicata agli effetti della decarbonizzazione del settore (Leal-Arcas, 2012; Faber et al., 2020).

Un primo filone di ricerca analizza gli effetti dell'estensione dell'EU ETS al trasporto marittimo (European Commission, 2024). La letteratura concorda nell'evidenziare come il sistema di scambio delle quote di emissione modifichi profondamente la struttura dei costi delle compagnie, introducendo il prezzo del carbonio quale nuova variabile economica nelle decisioni operative (Flodén et al., 2024; Lynce de Faria, 2024). L'obbligo di acquistare quote di emissione incentiva interventi di efficientamento energetico, ottimizzazione dei consumi e revisione dei modelli di impiego della flotta. Accanto agli effetti sui costi operativi, diversi studi hanno approfondito le implicazioni concorrenziali dell'EU ETS. Vierth et al. (2024) evidenziano come il pacchetto Fit for 55 possa modificare significativamente i costi del trasporto marittimo europeo, con possibili effetti sulla competitività rispetto ad altre modalità di trasporto. Analogamente, Wang et al. (2025) mostrano come le compagnie reagiscano all'introduzione del carbon pricing attraverso differenti strategie commerciali e tariffarie, mentre Martínez-Moya et al. (2025) sottolineano come la combinazione tra strumenti di mercato e incentivi pubblici possa influenzare la domanda di Short Sea Shipping. Più in generale, Wissner e Graichen (2024) interpretano l'EU ETS come uno degli strumenti centrali della politica climatica europea, destinato a incidere in maniera crescente sulle scelte strategiche degli operatori marittimi.

Un secondo filone della letteratura riguarda il FuelEU Maritime, introdotto con l'obiettivo di ridurre progressivamente l'intensità emissiva dei combustibili utilizzati nel trasporto marittimo (European Commission, 2024). A differenza dell'EU ETS, che attribuisce un prezzo alle emissioni prodotte, il FuelEU Maritime incentiva direttamente l'impiego di combustibili a minore intensità carbonica lungo l'intero ciclo di vita (Well-to-Wake). Christodoulou e Cullinane (2022) evidenziano come il raggiungimento degli obiettivi del regolamento dipenda dalla progressiva diffusione dei combustibili alternativi e dalla capacità delle compagnie di diversificare il proprio mix energetico. Parallelamente, Hwang et al. (2019) e He et al. (2024) mostrano come l'efficacia delle strategie di decarbonizzazione sia strettamente legata allo sviluppo delle infrastrutture di bunkeraggio e alla disponibilità di tecnologie mature, mentre Ajeeb et al. (2025) evidenziano le potenzialità dei biocarburanti avanzati nel processo di riduzione delle emissioni lungo l'intero ciclo produttivo. Nel loro insieme, questi studi convergono nel ritenere che la transizione energetica del trasporto marittimo non dipenda esclusivamente dall'adozione di nuovi combustibili, ma dalla capacità di integrare innovazione tecnologica, infrastrutture portuali e modelli gestionali (Arana, 2026).

Una parte crescente della letteratura si concentra sulle strategie attraverso cui le compagnie di navigazione stanno adattando i propri modelli di business al nuovo quadro regolatorio (Braidotti et al., 2025). L'introduzione dei costi ETS comporta infatti una revisione delle politiche di pricing, delle strategie di bunkeraggio e delle decisioni relative all'impiego della flotta. Flodén et al. (2024) evidenziano come l'ottimizzazione della velocità commerciale (slow steaming) e la riduzione dei consumi rappresentino le prime leve operative di adattamento al carbon pricing. Analogamente, Sun et al. (2024) dimostrano come le politiche di carbon pricing influenzino direttamente le strategie di speed optimization, mentre Sun et al. (2025) confermano che la gestione della velocità costituisce uno degli strumenti più efficaci per ridurre contemporaneamente consumi, emissioni e costi ETS.

Un ulteriore filone riguarda le strategie commerciali adottate dalle compagnie. Wang et al. (2025) analizzano la crescente diffusione degli environmental surcharge come meccanismo di trasferimento dei costi regolatori ai clienti, evidenziando come tali strumenti incidano sulla competitività tra operatori e sulla struttura tariffaria delle diverse rotte. Parallelamente, diversi autori sottolineano il ruolo sempre più rilevante del deployment della flotta e dell'integrazione tra nave e porto, con particolare riferimento allo sviluppo dei cosiddetti green corridors e delle infrastrutture OPS (Orchard et al., 2021).

Nonostante il crescente interesse verso le politiche europee di decarbonizzazione, la revisione della letteratura evidenzia come la maggior parte delle ricerche si concentri sul trasporto marittimo nel suo complesso oppure sul comparto container, che rappresenta il segmento maggiormente studiato in termini economici e ambientali. Gli studi specificamente dedicati alle compagnie ferry, Ro-Ro e Ro-Pax risultano ancora limitati, nonostante tali servizi presentino caratteristiche operative profondamente differenti rispetto allo shipping deep-sea (Morchio et al., 2022); Joki-Korpela et al., 2025). In questo contesto, l'impatto congiunto di EU ETS e FuelEU Maritime assume caratteristiche peculiari, influenzando non soltanto i costi di esercizio, ma anche le politiche di pricing, il Revenue & Yield Management, le decisioni di deployment della flotta e la competitività delle singole rotte. La revisione sistematica della letteratura condotta dagli autori conferma tale evidenza. L'analisi dei 61 contributi selezionati mostra infatti una forte concentrazione degli studi sullo shipping nel suo complesso e una presenza ancora limitata di lavori dedicati specificamente al settore ferry, evidenziando l'esistenza di uno spazio di ricerca ancora poco esplorato.

Il presente lavoro si inserisce in questo contesto proponendo un'analisi integrata degli effetti delle due normative sul settore ferry, con particolare riferimento ai sistemi di surcharge ambientale. Attraverso l'analisi del caso di studio di GNV, il paper si propone di contribuire alla comprensione delle dinamiche di trasformazione dei modelli di business del settore.

3. Metodologia

Il presente studio combina quattro livelli di analisi: (i) analisi del quadro normativo europeo; (ii) revisione sistematica della letteratura scientifica; (iii) integrazione di fonti primarie e secondarie; (iv) analisi del caso studio GNV. Tale approccio consente di integrare evidenze scientifiche, dati tecnici e osservazioni empiriche, garantendo trasparenza metodologica, tracciabilità delle fonti e replicabilità dell'analisi (Figura 1). Il disegno della ricerca si articola in quattro fasi tra loro strettamente integrate. La prima riguarda l'analisi del quadro normativo europeo, con la ricostruzione dell'evoluzione delle politiche di decarbonizzazione del trasporto marittimo e dei principali strumenti introdotti dal Green Deal e dal pacchetto Fit for 55, con particolare riferimento all'EU ETS e al Regolamento FuelEU Maritime. La seconda fase consiste nella revisione sistematica della letteratura scientifica, finalizzata a ricostruire lo stato dell'arte, identificare i principali filoni di ricerca e individuare le lacune ancora presenti nella letteratura sul comparto ferry. La terza fase integra fonti scientifiche, normative, tecniche e aziendali, comprendenti dati operativi della flotta, documentazione comunitaria e dataset istituzionali, al fine di approfondire gli aspetti economici, operativi e infrastrutturali della transizione energetica. Infine, la quarta fase è dedicata all'analisi del caso studio GNV, attraverso il quale vengono esaminati gli effetti delle nuove normative sulle strategie di una compagnia ferry operante nel contesto mediterraneo.

La revisione della letteratura è stata condotta mediante una Structured Literature Review utilizzando la banca dati Scopus, selezionata in ragione della sua ampia copertura delle principali riviste internazionali nei settori dell'economia marittima, dei trasporti e delle politiche ambientali.

La ricerca bibliografica è stata effettuata mediante la seguente stringa:

TITLE-ABS-KEY ("FuelEU") OR TITLE-ABS-KEY ("EU ETS") AND TITLE-ABS-KEY ("Shipping")

L'interrogazione della banca dati ha restituito un campione iniziale di 61 contributi, prevalentemente articoli scientifici pubblicati tra il 2007 e il 2026. Non sono stati applicati ulteriori filtri relativi all'anno di pubblicazione o alla lingua, al fine di preservare la completezza dell'analisi.

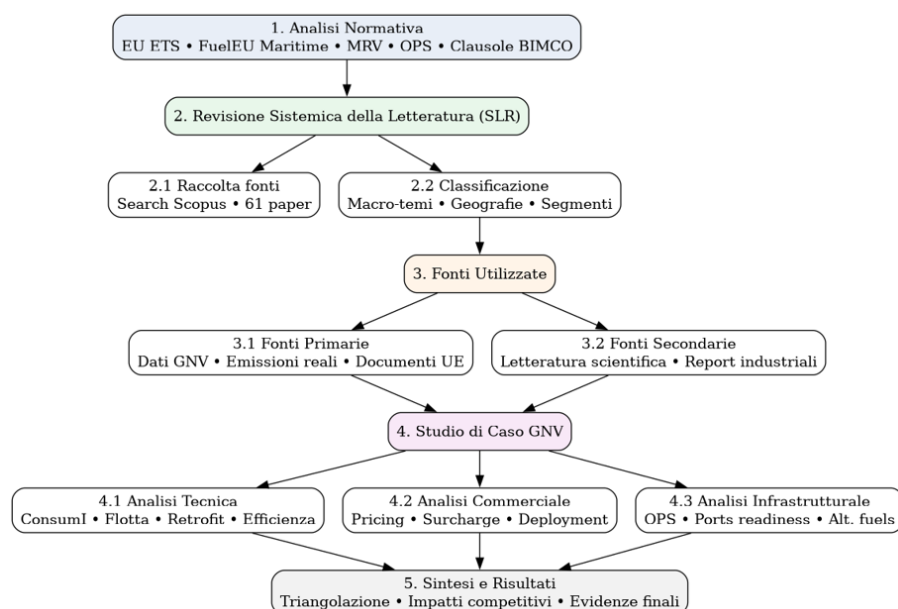


Figura 1 Metodologia. Fonte: Elaborazione Leone F.

Al termine dello screening, i contributi selezionati sono stati classificati secondo tre criteri:

- macro-tema di ricerca;
- area geografica di riferimento;
- segmento di trasporto analizzato.

Questa classificazione è stata utilizzata per individuare gli orientamenti prevalenti della ricerca internazionale, evidenziare eventuali concentrazioni tematiche e, soprattutto, identificare le principali lacune della letteratura con riferimento al settore ferry (Figura 2 e Figura 3, Sinistra).

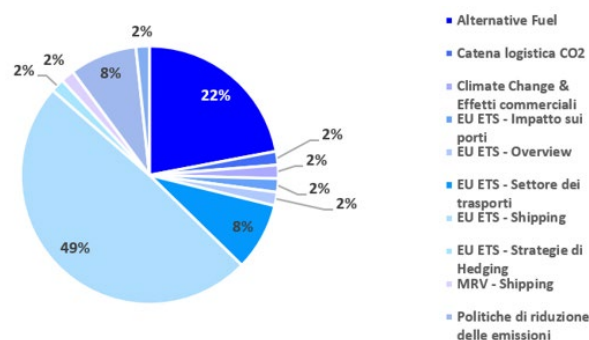


Figura 2 – Classificazione dei contributi per macro-temi. Fonte: Elaborazione Leone F.

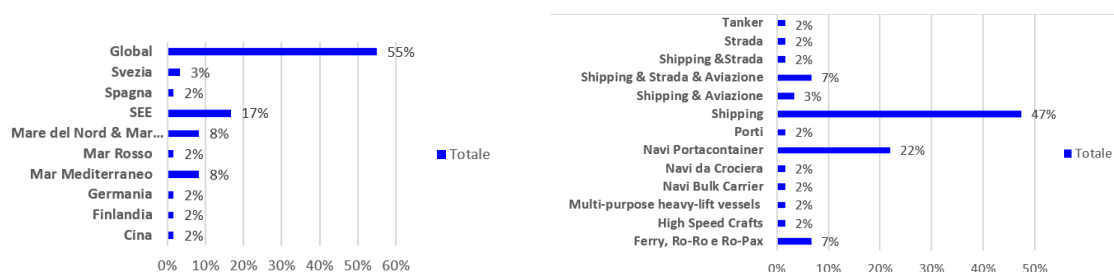


Figura 3 – Sinistra: Distribuzione geografica degli studi. Destra: Ambito specifico di indagine. Fonte: Elaborazione Leone F.

Nel loro insieme, tali elaborazioni mostrano un rapido incremento della produzione scientifica successivamente all'introduzione del pacchetto Fit for 55 e confermano che la maggior parte delle

ricerche si concentra sullo shipping nel suo complesso o sul comparto container, mentre risultano ancora limitati gli studi dedicati alle compagnie ferry, Ro-Ro e Ro-Pax (Figura 3, Sinistra).

La seconda fase della ricerca ha previsto l'integrazione di fonti di diversa natura, opportunamente distinte in funzione del loro ruolo nell'analisi. Le fonti scientifiche comprendono gli articoli selezionati mediante la revisione della letteratura e costituiscono il riferimento teorico del lavoro. Le fonti normative comprendono la normativa europea e internazionale relativa all'EU ETS e al FuelEU Maritime (direttive, regolamenti, documenti della Commissione Europea e normativa IMO), utilizzata per ricostruire il quadro regolatorio di riferimento. Le fonti tecniche e istituzionali comprendono dataset e pubblicazioni di organismi internazionali e operatori specializzati (IMO, IEA, Clarksons, Lloyd's Register), utilizzati esclusivamente per supportare l'analisi tecnologica e infrastrutturale del settore. Infine, le fonti primarie comprendono dati tecnici e operativi della compagnia GNV, documentazione aziendale e osservazioni dirette maturate da uno degli autori nell'ambito delle attività di Revenue & Yield Management. Le evidenze empiriche sono presentate esclusivamente in forma aggregata e anonimizzata, nel rispetto della riservatezza delle informazioni aziendali. La distinzione tra le diverse categorie di fonti ha consentito di mantenere separati il contributo derivante dalla letteratura scientifica, quello normativo e quello empirico, migliorando la trasparenza dell'analisi.

L'analisi empirica è sviluppata attraverso il caso della compagnia Grandi Navi Veloci (GNV), selezionata in quanto operatore rappresentativo del comparto ferry mediterraneo e direttamente interessato dall'applicazione delle nuove normative europee. Il caso studio permette di osservare come l'introduzione dell'EU ETS e del FuelEU Maritime influenzi concretamente le strategie aziendali, con particolare riferimento all'applicazione dei surcharge ambientali, alle politiche di pricing, alle decisioni di deployment della flotta e agli investimenti in tecnologie di efficientamento energetico. L'analisi integra dati quantitativi e qualitativi provenienti da documentazione aziendale, fonti normative, osservazioni dirette e confronto sistematico con la letteratura scientifica. Tale processo di triangolazione delle fonti consente di distinguere chiaramente le evidenze empiriche derivanti dal caso GNV dalle interpretazioni sviluppate dagli autori sulla base del confronto con gli studi precedenti. I risultati della revisione della letteratura costituiscono inoltre il quadro teorico di riferimento dell'analisi empirica, consentendo di confrontare le strategie adottate da GNV con quelle discusse nella letteratura internazionale e di evidenziare gli elementi di originalità del caso studio.

4 Impatti di EU ETS e FuelEU Maritime sulle strategie delle compagnie ferry

L'estensione dell'EU Emissions Trading System (EU ETS) al trasporto marittimo, entrata in vigore il 1° gennaio 2024, rappresenta uno dei principali strumenti attraverso cui l'Unione Europea intende conseguire gli obiettivi di decarbonizzazione previsti dal Green Deal europeo e dal pacchetto Fit for 55. Il sistema ETS applica al trasporto marittimo il principio del cap-and-trade, imponendo alle compagnie di navigazione l'obbligo di acquistare e restituire quote di emissione (European Union Allowances – EUA) proporzionali alle emissioni di gas a effetto serra (esprese in CO₂ equivalente) prodotte durante l'attività operativa. L'introduzione del sistema è stata prevista in maniera graduale, con una copertura pari al 40% delle emissioni nel 2024, al 70% nel 2025 e al 100% a partire dal 2026. Attualmente il sistema è pienamente operativo e le compagnie devono restituire quote per la totalità delle emissioni soggette all'EU ETS. Il regolamento distingue tra viaggi effettuati tra porti dello Spazio Economico Europeo (SEE), per i quali è considerato il 100% delle emissioni generate, e viaggi tra un porto SEE e un porto extra-SEE, per i quali rientra nell'EU ETS il 50% delle emissioni del viaggio. Sono inoltre contabilizzate al 100% le emissioni prodotte durante la permanenza della nave nei porti SEE. Accanto all'EU ETS opera il Regolamento FuelEU Maritime, entrato in vigore nel 2025, che affronta la decarbonizzazione da una prospettiva complementare. Mentre l'EU ETS attribuisce un costo

economico alle emissioni di CO₂e, il FuelEU Maritime impone una progressiva riduzione dell'intensità dei gas a effetto serra dei combustibili utilizzati a bordo, adottando un approccio Well-to-Wake che considera l'intero ciclo di vita dell'energia impiegata. Il regolamento promuove inoltre l'utilizzo dell'On-Shore Power Supply (OPS) durante la permanenza in porto e introduce meccanismi di flessibilità, quali banking, borrowing e pooling, finalizzati a facilitare il raggiungimento degli obiettivi di conformità da parte delle compagnie.

L'applicazione congiunta delle due normative determina un cambiamento sostanziale nella gestione economica e operativa delle imprese di navigazione. L'EU ETS interviene infatti sul costo delle emissioni prodotte, mentre il FuelEU Maritime incentiva la progressiva transizione verso combustibili e tecnologie a minore intensità carbonica.

La prima conseguenza concreta di questo nuovo quadro regolatorio è rappresentata dall'introduzione dei sovrapprezzi ambientali (environmental surcharge), attraverso i quali le compagnie cercano di trasferire almeno in parte ai passeggeri e agli operatori merci il costo della conformità all'EU ETS e al FuelEU Maritime. Sebbene le modalità di applicazione differiscano tra i diversi operatori, tali surcharge costituiscono oggi una delle principali leve attraverso cui il settore ferry sta adattando i propri modelli commerciali alle nuove condizioni regolatorie. Questi surcharge assumono forme differenti. Alcune compagnie, come Brittany Ferries e Irish Ferries, li espongono esplicitamente nel prezzo del biglietto, differenziandoli per rotta, tipologia di veicolo o direttrice di traffico. Altre, come GNV, unificano in un'unica voce i costi riconducibili sia all'EU ETS sia al FuelEU Maritime, aggiornandoli annualmente sulla base del budget operativo e delle previsioni relative al prezzo delle quote EUA. Una terza modalità è rappresentata dall'embedding, adottato ad esempio da Baleària e Moby/Tirrenia, che incorpora i costi ambientali direttamente nel prezzo finale del biglietto senza evidenziarli separatamente. Il calcolo dei surcharge segue oggi una procedura sostanzialmente condivisa tra gli operatori. A partire dai consumi previsti per ciascuna rotta vengono stimate le emissioni di CO₂e, alle quali sono applicate le percentuali di copertura previste dall'EU ETS e il prezzo atteso delle quote EUA. Il costo complessivo viene successivamente ripartito tra traffico passeggeri e traffico merci, diventando parte integrante della struttura tariffaria di ciascuna linea. Tale meccanismo collega direttamente conformità ambientale, pricing e redditività delle rotte, modificando in maniera significativa i modelli di gestione commerciale delle compagnie ferry.

La Tabella 1 confronta le principali modalità con cui alcuni operatori europei del comparto ferry hanno introdotto i surcharge ambientali, evidenziando differenti livelli di trasparenza, articolazione tariffaria e modalità di comunicazione verso il mercato.

Nel complesso, i surcharge rappresentano la risposta più immediata all'aumento dei costi regolatori e costituiscono la prima manifestazione degli effetti economici prodotti dall'introduzione dell'EU ETS e del FuelEU Maritime. Tuttavia, l'adattamento delle compagnie ferry non si limita alla revisione delle politiche tariffarie. Le due normative influenzano progressivamente anche le scelte tecnologiche, l'impiego dei combustibili alternativi, l'organizzazione delle operazioni portuali e le decisioni di deployment della flotta, determinando una più ampia trasformazione dei modelli operativi del settore.

Operatore	Impostazione Surcharge	Esempi di rotte	Trasparenza & Fonte
<i>Brittany Ferries</i>	ETS per persona e per veicolo; gli importi variano per rotta/durata e data di viaggio	Irlanda–Francia; Francia–Spagna; UK–Francia	Pagina “About the EU ETS and surcharge” con esempi e prezzi aggiornabili (B2C)
<i>Irish Ferries</i>	Voci fisse per adulto/bambino/veicolo, variano in base al mercato servito	Irlanda–Francia; Irish Sea; Dover–Calais	Pagina ufficiale “Environmental charge” con dettaglio per rotta e note su esclusioni da sconti
<i>Moby / Tirrenia</i>	Contributo EU ETS incluso nel prezzo biglietto; applicato per passeggero e per veicolo	Italia–Sardegna/Corsica; collegamenti insulari	Pagina assistenza con spiegazione del contributo e delle esenzioni (Santa Teresa–Bonifacio, Elba, Arcipelago Toscano)
<i>GNV</i>	Comunicazioni dettagliate ETS e FuelEU sia lato pax sia merci	Italia, Marocco, Tunisia, Algeria, Baleari, Albania	Pagina ETS cargo con matrici per rotta e distinzione ETS/FuelEU
<i>Grimaldi Lines / Trasmed</i>	Voce ambientale combinata ETS + Fuel EU lato cargo e con riflessi sui servizi pax	Italia, Spagna, Tunisia, Grecia	Circolari operative e avvisi pubblici su ETS+FuelEU
<i>Corsica Sardinia Ferries</i>	La componente ETS può essere embedded senza riga separata pubblica	Italia–Corsica/Sardegna; Baleari (stagionale)	Siti commerciali e info viaggio (assenza di tabelle ETS pax pubbliche)
<i>Baleària</i>	Policy ETS con esenzioni fino al 2030 per isole <200k ab. e RUP (impatto concentrato su Penisola–Mallorca/Ceuta/Melilla e su rotte con Maghreb)	Penisola–Baleari; Estrecho; Ceuta/Melilla; Spagna–Maghreb	Pagina “Normativa ETS” senza dettaglio delle tariffe applicate
<i>DFDS (Ro-Pax)</i>	Matrici ETS pubbliche (prevalenza freight) con scaglioni per prezzo EUA e valori per rotta	Dover–Calais/Dunkerque; Newhaven–Dieppe; Baltico/Nord Europa	Pagina ETS surcharges con metodologia e aggiornamenti mensili
<i>Stena Line (Ro-Pax)</i>	Schema MaTrix ETS con livelli €/m per rotta;	Nord Europa/Baltico; UK–IE/FR	PDF MaTrix ETS (agg. 2025) con regole e valori per rotta
<i>Unity Line (Ferry Baltico)</i>	Surcharge ETS comunicato mensilmente; metodo emissioni flotta medie × prezzo EUA con finestra 21 (t-1) à 20 (t)	Baltico (PL–SE)	Pagina “ETS surcharge announcement” con storico PDF mesi precedenti

Tabella 1 Tab.1 - Tabella di confronto tra operatori Ferry in ambito di applicazione sovrapprezzi ETS e Fuel EU. Fonte: Elaborazione Leone F.

L'estensione dell'EU Emissions Trading System (EU ETS) al trasporto marittimo dal 1° gennaio 2024 e l'entrata in vigore del FuelEU Maritime dal 2025 modificano la funzione obiettivo delle compagnie ferry, dove la minimizzazione dei costi non è più separabile dalla riduzione dell'impronta climatica e dalla conformità normativa (Flodén et al. 2024). Nel comparto ferry tali misure si inseriscono in un modello caratterizzato da rotte regolari, alta frequenza e forte pressione competitiva. I costi ETS vengono inizialmente trasferiti ai clienti tramite surcharge, con effetti rilevanti sul prezzo del carburante e possibili shift modali verso strada e ferro, soprattutto nei segmenti Ro-Ro e Ro-Pax (Flodén et al., 2024). Di conseguenza, ETS e FuelEU inducono un ripensamento operativo articolato in quattro aree: speed management, interazione nave-porto (OPS), deployment e strategie di bunkering. Lo slow steaming consente di ridurre consumi ed emissioni, ma nel settore ferry è limitato da esigenze di puntualità e frequenza. Con l'EU ETS, il costo delle emissioni rende più conveniente ridurre la velocità in specifiche finestre operative. Studi recenti dimostrano che l'ottimizzazione della velocità per tratta può ridurre significativamente emissioni e costi, pur rispettando i vincoli operativi (Sun et al., 2025). La maggiore trasparenza delle emissioni rafforza il ruolo di tali scelte anche in ambito contrattuale.

Un'altra leva chiave riguarda le operazioni portuali e l'utilizzo dell'On-Shore Power Supply (OPS), che consente di spegnere i generatori a bordo. FuelEU prevede obblighi progressivi di utilizzo dell'OPS, mentre il regolamento AFIR impone agli Stati membri di sviluppare infrastrutture adeguate. Nel settore ferry, dove i consumi a banchina sono elevati, l'OPS può generare benefici significativi e ripetuti. Le decisioni di deployment (assegnazione navi, frequenze, porti) sono sempre più influenzate dai costi emissivi. L'EU ETS incentiva configurazioni che riducono miglia

inutili, tempi di attesa e consumi a banchina, mentre il FuelEU spinge verso l'uso di navi fuel-flexible su rotte con accesso a combustibili alternativi e OPS. La disponibilità infrastrutturale condiziona quindi le scelte operative (Ajeeb et al. 2025; He 2024; Hwang et al. 2019). Questo porta allo sviluppo di corridoi verdi, in cui rotte e porti sono integrati come sistema. Il caso Baleària sul collegamento Tarifa–Tangeri, con traghetti elettrici e infrastrutture dedicate, ne è un esempio. Analogamente, nel Nord Europa progetti sul metanolo, come quelli di DFDS e Stena Line, mostrano che l'adozione di nuovi carburanti è possibile solo in presenza di filiere e infrastrutture adeguate. In questo contesto, il deployment diventa un problema di matching tra capacità della nave (fuel flexibility, OPS readiness) e capacità del porto (infrastrutture energetiche e di bunkeraggio). Le compagnie tenderanno quindi a concentrare le navi più avanzate sulle rotte meglio attrezzate, massimizzando il ritorno degli investimenti e la compliance, mentre su altre rotte continueranno a utilizzare soluzioni transitorie in attesa dello sviluppo infrastrutturale

5. Caso GNV

Il caso GNV consente di osservare in modo concreto come l'introduzione dell'EU ETS e del FuelEU Maritime stia modificando le strategie commerciali delle compagnie ferry. Tra i primi effetti osservabili vi è l'introduzione di un sistema di sovrapprezzi ambientali (environmental surcharge) differenziato in funzione della rotta, della tipologia di traffico e dell'impatto delle due normative sui costi operativi.

La Tabella 2 evidenzia come GNV abbia adottato una struttura tariffaria che distingue chiaramente la componente riconducibile all'EU ETS da quella derivante dal FuelEU Maritime, applicando importi differenti in funzione delle caratteristiche operative delle singole linee. L'analisi mette in evidenza come il livello dei surcharge non dipenda esclusivamente dall'ambito geografico della rotta (intra o extra UE), ma sia il risultato della combinazione tra distanza percorsa, consumi previsti, frequenza del servizio e composizione della domanda passeggeri e merci.

Le linee da e per la Sicilia presentano valori relativamente contenuti. Sui collegamenti Genova–Palermo e Genova–Termini Imerese il sovrapprezzo ETS è pari a 9 € per passeggero e 10 € per veicolo, mentre la componente FuelEU varia tra 3 € e 4 €. Valori analoghi si osservano sulle linee Napoli–Palermo e Civitavecchia–Palermo, dove la minore percorrenza rispetto alle rotte verso il Nord Africa limita il fabbisogno di quote di emissione pur rimanendo le traversate interamente soggette al sistema ETS. La diversa incidenza della componente FuelEU riflette invece il differente profilo energetico delle singole linee e la quantità di combustibile impiegata.

Le rotte verso la Sardegna presentano i valori più contenuti dell'intero network nazionale. Sui collegamenti Genova–Olbia e Civitavecchia–Olbia la quota ETS si colloca tra 4 € e 5 €, mentre la componente FuelEU rimane compresa tra 0 € e 2 €. La minore distanza delle traversate, associata a consumi inferiori e a tempi di navigazione più ridotti, determina infatti un'esposizione economica significativamente inferiore rispetto alle linee per la Sicilia. Una configurazione differente emerge per i collegamenti con la Tunisia. Le linee Genova–Tunisi, Civitavecchia–Tunisi e Palermo–Tunisi presentano surcharge ETS compresi tra 7 € e 11 € per passeggero, ai quali si aggiungono quote FuelEU comprese tra 2 € e 4 €. Sebbene tali collegamenti siano soggetti all'applicazione del 50% delle emissioni ETS in quanto rotte extra-UE, la maggiore distanza delle traversate e i consumi energetici più elevati determinano livelli di surcharge superiori rispetto a molte rotte nazionali. Questo evidenzia come l'incidenza economica dell'EU ETS non dipenda esclusivamente dalla percentuale di copertura prevista dal regolamento, ma anche dall'intensità energetica complessiva del servizio.

Trade	Linea	Quota ETS Pax	Quota ETS Veicolo	Quota Fuel EU Pax	Quota Fuel EU Veicolo
SICILIA	Genova - Palermo	9,0 €	10,0 €	3,0 €	4,0 €
	Genova - Termini	9,0 €	10,0 €	3,0 €	4,0 €
	Napoli - Palermo	5,0 €	4,0 €	2,0 €	1,0 €
	Napoli - Termini	5,0 €	4,0 €	2,0 €	1,0 €
	Civitavecchia - Palermo	8,0 €	6,0 €	4,0 €	4,0 €
	Civitavecchia - Termini	8,0 €	6,0 €	4,0 €	4,0 €
SARDEGNA	Genova - P.Torres	5,0 €	4,0 €	2,0 €	1,0 €
	Civitavecchia - Olbia	4,0 €	3,0 €	0,0 €	0,0 €
	Genova - Olbia	5,0 €	4,0 €	2,0 €	1,0 €
TUNISIA	Genova - Tunisi - Malta	7,0 €	7,0 €	2,0 €	2,0 €
	Civitavecchia - Tunisi	7,0 €	7,0 €	2,0 €	2,0 €
	Palermo - Tunisi	7,0 €	7,0 €	2,0 €	2,0 €
MAROCCO	Genova - Tangeri	11,0 €	9,0 €	4,0 €	4,0 €
	Sete - Tangeri	10,0 €	8,0 €	4,0 €	4,0 €
	Sete - Nador	10,0 €	8,0 €	4,0 €	4,0 €
	Barcellona - Tangeri	9,0 €	8,0 €	3,0 €	3,0 €
	Barcellona - Nador	8,0 €	6,0 €	3,0 €	3,0 €
	Genova - Barcellona	6,0 €	6,0 €	3,0 €	3,0 €
	Almeria - Nador	2,0 €	3,0 €	1,0 €	1,0 €
	Civitavecchia - Tangeri	10,0 €	9,0 €	4,0 €	4,0 €
ALBANIA	Bari - Durazzo	2,0 €	2,0 €	1,0 €	0,0 €
BALEARI	Valencia - Ibiza	—	—	0,0 €	0,0 €
	Barcellona - Palma	6,0 €	0,0 €	3,0 €	0,0 €
	Barcellona - Ibiza	—	—	0,0 €	0,0 €
	Valencia - Palma	6,0 €	0,0 €	3,0 €	0,0 €
	Barcellona - Mahon	—	—	0,0 €	0,0 €

Tabella 2 GNV: Quote ETS e FuelEU applicate da GNV nel 2025. Elaborazione Leone F.

L'effetto è ancora più evidente sulle linee con il Marocco, che rappresentano il segmento maggiormente esposto ai costi ambientali. Sui collegamenti Genova-Tangeri e Sète-Tangeri la componente ETS raggiunge rispettivamente 11 € e 10 € per passeggero, mentre la quota FuelEU arriva fino a 4 €. Anche le rotte Barcellona-Tangeri e Barcellona-Nador presentano valori elevati, riconducibili alla maggiore lunghezza delle traversate e ai conseguenti consumi di combustibile. In questo caso il surcharge rappresenta uno strumento essenziale per trasferire almeno parzialmente ai clienti l'aumento dei costi di conformità derivanti dall'applicazione congiunta dell'EU ETS e del FuelEU Maritime. Le linee verso l'Albania mostrano invece valori sensibilmente inferiori. La tratta Bari-Durazzo presenta surcharge ETS e FuelEU limitati, coerentemente con la breve distanza della traversata e con il conseguente ridotto consumo energetico. Particolare è infine il caso delle Baleari. Sulle linee Barcellona-Palma e Valencia-Palma la componente ETS è compresa tra 0 € e 6 €, mentre il contributo FuelEU si mantiene intorno a 3 €. Ciò riflette la minore lunghezza delle tratte e un diverso equilibrio tra il costo delle emissioni e quello associato agli obiettivi di riduzione dell'intensità carbonica dei combustibili.

Nel complesso, la distribuzione dei surcharge mostra come GNV abbia sviluppato un modello di pricing fortemente differenziato tra le diverse direttrici geografiche. La definizione del sovrapprezzo ambientale non rappresenta infatti una semplice applicazione automatica della normativa, ma costituisce il risultato di un processo di pianificazione che considera simultaneamente la distanza della rotta, il profilo di consumo della nave, il prezzo atteso delle quote EUA, la ripartizione tra traffico passeggeri e merci e le caratteristiche commerciali di ciascuna linea. Da un punto di vista manageriale, l'introduzione dei surcharge modifica profondamente il processo di formazione del prezzo finale del biglietto. La crescente quota non scontabile riduce infatti il peso relativo delle tradizionali politiche promozionali, obbligando il Revenue & Yield Management a rivedere le strategie tariffarie. Il prezzo finale non dipende più esclusivamente dalla domanda e dalla capacità disponibile, ma incorpora una componente regolatoria che varia nel tempo in funzione dell'evoluzione del mercato delle quote di emissione.

e degli obblighi imposti dal FuelEU Maritime. In questo senso, il surcharge ambientale si configura non soltanto come uno strumento di recupero dei costi, ma come una nuova leva strategica attraverso cui le compagnie gestiscono l'equilibrio tra conformità normativa, redditività delle rotte e competitività commerciale. L'introduzione dei surcharge ambientali ha inciso profondamente anche sui processi di Revenue & Yield Management, modificando le modalità con cui vengono definiti i prezzi di vendita e gestita la capacità delle diverse linee. Prima dell'entrata in vigore dell'EU ETS e del FuelEU Maritime, le politiche tariffarie erano determinate principalmente dall'equilibrio tra domanda, capacità disponibile, stagionalità e livello di concorrenza. Il nuovo quadro regolatorio introduce invece una componente di costo rigida e non scontabile che limita il margine di manovra delle tradizionali strategie promozionali.

Nel caso di GNV, il Revenue & Yield Management è chiamato a gestire una struttura del prezzo sempre più articolata, nella quale la quota regolatoria (ETS e FuelEU), insieme alle tasse portuali e agli altri oneri obbligatori, rappresenta una parte crescente del prezzo finale del biglietto. Di conseguenza, gli sconti commerciali possono essere applicati esclusivamente alla quota base del trasporto e ai servizi accessori, mentre i surcharge ambientali rimangono invariati. Questo fenomeno determina un progressivo aumento della componente non scontabile del prezzo finale, riducendo l'efficacia delle campagne promozionali e modificando il rapporto tra riduzione del prezzo e incremento della domanda. L'effetto risulta particolarmente evidente sulle rotte caratterizzate da elevata sensibilità al prezzo, come i collegamenti con Tunisia e Algeria, dove la domanda presenta una marcata stagionalità ed è fortemente influenzata dal costo complessivo del viaggio. In questi mercati il reparto commerciale è chiamato a bilanciare due esigenze contrapposte: da un lato preservare la redditività delle linee attraverso il recupero dei maggiori costi regolatori; dall'altro mantenere livelli tariffari competitivi rispetto agli altri operatori presenti sul mercato. La crescente incidenza dei surcharge ambientali rende quindi il processo di definizione del prezzo finale significativamente più complesso rispetto al periodo precedente all'introduzione delle nuove normative.

L'applicazione dell'EU ETS e del FuelEU Maritime non influenza tuttavia soltanto le strategie tariffarie, ma modifica anche le decisioni relative al deployment della flotta. L'assegnazione delle navi alle diverse linee non dipende più esclusivamente dalla domanda, dalla capacità disponibile o dai tradizionali criteri commerciali, ma incorpora nuovi parametri legati alla conformità ambientale. Nel caso GNV, la pianificazione della flotta tende progressivamente a privilegiare l'impiego delle unità caratterizzate da migliori prestazioni ambientali sulle rotte maggiormente esposte ai costi regolatori. Navi dotate di scrubber, predisposizione per l'On-Shore Power Supply (OPS) o alimentazione LNG consentono infatti di ridurre l'impatto economico dell'EU ETS e di migliorare la conformità agli obiettivi del FuelEU Maritime, contribuendo a contenere il costo del carbonio per viaggio. Questa evoluzione rende il deployment un processo di ottimizzazione multidimensionale, nel quale vengono valutati simultaneamente elementi commerciali, operativi e ambientali. La disponibilità di infrastrutture portuali per il bunkeraggio di combustibili alternativi, la presenza di impianti OPS, la lunghezza della traversata, i consumi previsti e la composizione del traffico passeggeri e merci diventano variabili che influenzano direttamente la scelta della nave da impiegare su ciascuna linea.

L'effetto finale è un crescente livello di integrazione tra pianificazione della flotta e funzioni commerciali. Le decisioni operative non possono più essere assunte indipendentemente dagli impatti economici prodotti dal nuovo quadro regolatorio, mentre il Revenue & Yield Management è chiamato a valutare non soltanto la risposta della domanda alle variazioni di prezzo, ma anche gli effetti che differenti configurazioni della flotta producono sui costi ETS e FuelEU.

L'analisi del caso GNV conferma come l'introduzione congiunta dell'EU ETS e del FuelEU Maritime non si traduca esclusivamente in un incremento dei costi operativi, ma determini una progressiva trasformazione dei processi decisionali delle compagnie ferry. Sotto il profilo commerciale, il caso evidenzia come l'introduzione dei surcharge ambientali rappresenti una risposta necessaria all'internalizzazione del costo delle emissioni, in linea con quanto osservato nella letteratura internazionale (Flodén et al., 2024; Wang et al., 2025). Tuttavia, l'esperienza di

GNV mostra anche che l'impatto delle due normative varia significativamente tra le diverse direttrici geografiche. Le differenze osservate tra Sicilia, Sardegna, Tunisia, Marocco e Baleari dimostrano che il livello dei surcharge non dipende soltanto dal regime di applicazione dell'EU ETS, ma dall'interazione tra distanza della rotta, consumi energetici, struttura della domanda e caratteristiche operative delle singole linee. Ne consegue che le politiche tariffarie non possono più essere uniformi sull'intero network, ma richiedono un approccio differenziato per mercato e per collegamento. Il caso studio evidenzia inoltre come il deployment della flotta stia assumendo una funzione strategica sempre più rilevante. La scelta della nave da assegnare a una determinata linea non risponde più esclusivamente a criteri di capacità o di domanda, ma incorpora valutazioni relative al costo del carbonio, alle caratteristiche emissive delle unità e alla disponibilità di infrastrutture energetiche nei porti serviti. La pianificazione operativa evolve così verso una logica di ottimizzazione integrata, nella quale decisioni commerciali, tecnologiche e ambientali risultano strettamente interdipendenti.

Rispetto alla letteratura esistente, il caso GNV offre un contributo empirico in un ambito ancora poco esplorato. Molti studi hanno analizzato gli effetti dell'EU ETS e del FuelEU Maritime sul trasporto marittimo nel suo complesso o sul comparto container, mentre risultano ancora limitate le evidenze dedicate alle compagnie ferry. L'analisi sviluppata mostra come, in questo segmento, l'impatto delle due normative presenti caratteristiche specifiche derivanti dall'elevata frequenza dei servizi, dalla forte stagionalità della domanda, dalla presenza contemporanea di traffico passeggeri e merci e dai ridotti margini di flessibilità operativa. Nel complesso, il caso GNV conferma che la competitività futura delle compagnie ferry dipenderà sempre meno dalla sola efficienza operativa e sempre più dalla capacità di integrare conformità normativa, strategie commerciali e pianificazione della flotta. Nel loro insieme, tali evidenze consentono di rispondere alla research question formulata nell'introduzione, mostrando come l'applicazione congiunta dell'EU ETS e del FuelEU Maritime stia modificando le strategie operative e commerciali delle compagnie ferry.

6. Conclusioni

Il presente studio ha analizzato gli effetti congiunti dell'EU Emissions Trading System (EU ETS) e del Regolamento FuelEU Maritime sul comparto ferry, con l'obiettivo di comprendere come il nuovo quadro regolatorio europeo stia modificando le strategie operative e commerciali delle compagnie di navigazione. Attraverso la revisione della letteratura, l'analisi del quadro normativo e il caso studio GNV, il lavoro ha evidenziato che le due normative non rappresentano semplicemente nuovi obblighi ambientali, ma incidono direttamente sulle modalità con cui le imprese definiscono prezzi, pianificano la flotta e costruiscono il proprio vantaggio competitivo.

I risultati mostrano come l'impatto dell'EU ETS e del FuelEU Maritime non sia uniforme né tra operatori né tra le diverse rotte servite dalla stessa compagnia. La ricerca evidenzia che il costo della conformità dipende dalla combinazione di fattori regolatori, caratteristiche operative delle linee, profilo emissivo della flotta e disponibilità di infrastrutture energetiche nei porti. Ne consegue che il nuovo quadro europeo tende a favorire gli operatori che hanno già avviato investimenti in efficientamento energetico, combustibili alternativi e digitalizzazione dei processi gestionali, mentre aumenta la pressione competitiva sulle flotte meno efficienti.

Dal punto di vista manageriale, i risultati suggeriscono che l'adattamento alle nuove normative richiede un approccio integrato che coinvolga contemporaneamente pianificazione commerciale, gestione della flotta e investimenti tecnologici. Il pricing non può più essere definito esclusivamente sulla base delle dinamiche di domanda e offerta, ma deve incorporare l'evoluzione dei costi regolatori e gli effetti dei surcharge ambientali sulla competitività delle diverse rotte. Parallelamente, il deployment della flotta assume un ruolo strategico, poiché l'assegnazione delle navi alle singole linee dipende sempre più dalle loro caratteristiche emissive, dalla disponibilità di combustibili alternativi e dalla presenza di infrastrutture OPS nei porti serviti.

Le evidenze emerse suggeriscono inoltre alcune implicazioni rilevanti per i decisori pubblici. In primo luogo, l'efficacia dell'EU ETS e del FuelEU Maritime dipenderà dalla capacità di accompagnare gli obblighi regolatori con un adeguato sviluppo delle infrastrutture portuali, in particolare per quanto riguarda l'On-Shore Power Supply e il bunkeraggio dei combustibili alternativi. In secondo luogo, l'analisi mostra come gli effetti economici delle due normative possano variare significativamente tra rotte e mercati differenti, suggerendo l'opportunità di monitorare nel tempo eventuali impatti sulla competitività dei collegamenti marittimi e sulla continuità territoriale, soprattutto nelle aree periferiche e insulari.

Il presente studio presenta alcuni limiti che aprono interessanti prospettive di ricerca. L'analisi empirica è infatti basata su un singolo caso studio e, pur consentendo un approfondimento dettagliato dei meccanismi di adattamento aziendale, non permette di generalizzare i risultati all'intero comparto ferry. Inoltre, il quadro regolatorio europeo è ancora in evoluzione e molti effetti dell'applicazione congiunta dell'EU ETS e del FuelEU Maritime potranno essere valutati soltanto nei prossimi anni, quando le compagnie avranno completato i propri processi di adeguamento. Sviluppi futuri della ricerca potrebbero estendere l'analisi ad altre compagnie operanti nel Mediterraneo e nel Nord Europa, confrontando differenti modelli di adattamento strategico e valutando gli effetti delle nuove normative sulla competitività dei diversi mercati. Un ulteriore filone di ricerca potrebbe approfondire il ruolo delle infrastrutture portuali e dei corridoi verdi nel favorire la transizione energetica del trasporto marittimo. Nel complesso, il lavoro evidenzia che l'EU ETS e il FuelEU Maritime stanno accelerando un cambiamento strutturale del settore ferry. La sostenibilità ambientale non costituisce più soltanto un requisito di conformità normativa, ma diventa una componente essenziale della strategia competitiva delle compagnie di navigazione, influenzando le decisioni commerciali, operative e di investimento e contribuendo a ridefinire gli equilibri competitivi del trasporto marittimo europeo.

Contributo degli autori:

Concettualizzazione e metodologia: H.G. e F.L.; Validazione: H.G. e F.L.; Indagine: F.L.; Risorse: F.L.; Cura dei dati: F.L.; Stesura dell'articolo—versione originale: H.G. e F.L.; Scrittura—revisione e modifica: F.L. e H.G.; Supervisione: H.G. Tutti gli autori hanno letto e approvato la versione pubblicata del manoscritto.

Riferimenti bibliografici

Ajeeb, W., Gomes, D. M., Costa Neto, R., & Baptista, P. (2025). Life cycle analysis of hydrotreated vegetable oils production based on green hydrogen and used cooking oils. *Fuel*, 390, 134749. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.134749>

Arana, M. (2026, February 20). First results of the EU ETS Observatory [Conference presentation]. European Sea Ports Organisation (ESPO), Brussels, Belgium. https://www.ateia-euskadi.org/upload/secciones-publicas/2026/02/26/presentation-espo-260220-m.arana_original.pdf

Braidotti, L., Utzeri, S., Del Piero, E., & Marino, A. (2025). Impact of new environmental rules on the fuel and emissions costs of a Mediterranean cruise. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*. <https://doi.org/10.3233/PMST250021>

Christodoulou, A., & Cullinane, K. (2022). *Potential alternative fuel pathways for compliance with the FuelEU Maritime Initiative*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 112, 103492. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103492>

European Parliament and Council of the European Union. (2023a). Directive (EU) 2023/959 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 amending Directive 2003/87/EC and Decision (EU) 2015/1814. *Official Journal of the European Union*, L 130, 134–202.

European Parliament and Council of the European Union. (2023b). Regulation (EU) 2023/1805 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport, and amending Directive 2009/16/EC. *Official Journal of the European Union*, L 234, 48–100.

European Commission, Directorate-General for Climate Action. (2024). *The EU ETS and MRV Maritime: General guidance for shipping companies (Guidance Document No. 1 – Updated version)*.

European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport. (2025). *Guidance on the FuelEU Maritime Regulation*.

Faber, J., Hanayama, S., Zhang, S., Pereda, P., Comer, B., Hauerhof, E., van der Loeff, W. S., Smith, T., Zhang, Y., Kosaka, H., Adachi, M., Bonello, J.-M., Galbraith, C., Gong, Z., Hirata, K., Hummels, D., Kleijn, A., Lee, D. S., Liu, Y., ... Xing, H. (2020). *Fourth IMO greenhouse gas study 2020: Full report and annexes*. International Maritime Organization.

Flodén, J., Zetterberg, L., Christodoulou, A., Parsmo, R., Fridell, E., Hansson, J., Rootzén, J., & Woxenius, J. (2024). Shipping in the EU emissions trading system: Implications for mitigation, costs and modal split. *Climate Policy*, 24(7), 969–987. <https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2309167>

He, Y., Yan, X., Fan, A., Yin, X., Meng, Q., Zhang, L., & Liu, P. (2024). Assessing the influence of actual LNG emission factors within the EU emissions trading system. *Transport Policy*, 159, 345–358. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2024.10.030>

Hwang, S., Jeong, B., Jung, K., Kim, M., & Zhou, P. (2019). Life cycle assessment of LNG fueled vessel in domestic services. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(10), Article 359. <https://doi.org/10.3390/jmse7100359>

Joki-Korpela, E., Ojala, M.-L., & Ojala, L. (2025). The business environment for island ferry services in the Central Baltic Region: Possibilities and preconditions to engage in CO₂ reduction (Deliverable D1.2.2). REISFER Project, Interreg Central Baltic Programme.

Leal-Arcas, R. (2012). Unilateral trade-related climate change measures. *The Journal of World Investment & Trade*, 13(6), 875–927.

Lloyd's Register. (2023). *Fuel for thought: Methanol*. Lloyd's Register Group Limited.

Lloyd's Register. (2024). *Fuel for thought: Biofuel*. Lloyd's Register Group Limited.

Lloyd's Register. (2025a). *Fuel for thought: LNG*. Lloyd's Register Group Limited.

Lloyd's Register. (2025b). *Fuel for thought: Hydrogen*. Lloyd's Register Group Limited.

Lynce de Faria, D. (2024). The EU emission trading system tax regime and the issue of unfair maritime competition. *Sustainability*, 16(21), Article 9474. <https://doi.org/10.3390/su16219474>

Martínez-Moya, J., Feo-Valero, M., & Vega, A. (2025). *Policy-mix to decarbonise transport: Emission Trading System and subsidies on short-sea-shipping demand*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 149, 105042. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2025.105042>

Morchio, G., Carozzo, V., Satta, G., & Vottero, B. (2022). Tecnologie e opzioni di investimento “green” nel settore Ferry, Ro-Ro e Ro-Pax. *Impresa Progetto – Electronic Journal of Management*, 2022(2).

Orchard, K., Hay, M., Ombudstvedt, I., Skagestad, R., Joos, M., Nysæter, G., Sjøbris, C., Jarøy, A. G., Durusut, E., & Craige, J. (2021). *The status and challenges of CO₂ shipping infrastructures*. In *Proceedings of the 15th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-15)*.

Sun, M., Vortia, M. P., Xiao, G., & Yang, J. (2025). Carbon policies and liner speed optimization: Comparisons of carbon trading and carbon tax combined with the European Union Emissions Trading Scheme. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(2), Article 204. <https://doi.org/10.3390/jmse13020204>

Vierth, I., Ek, K., From, E., & Lind, J. (2024). The cost impacts of Fit for 55 on shipping and their implications for Swedish freight transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 179, Article 103894.

Wang, J., Zhang, B., Zhu, Q., & Liu, J. (2025). Emission surcharge in the European Union Emissions Trading System: A competitive analysis for shipping companies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 202, Article 104338.

Wissner, N., & Graichen, V. (2024). *Maritime transport in the EU climate policy: Key issues for the EU 2040 and 2050 target*. Öko-Institut / Agora Energiewende.