

CLEAN BERTH – WP3.1.2

D.3.1.2.1 Rapporto consolidato sull'attuale situazione e le principali criticità riguardo la sostenibilità ambientale ed efficienza energetica dei porti dell'Area di Programma

Indice

1. Introduzione	4
2. Inventario delle emissioni di gas serra	5
3. Area geografica e limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario	6
3.1. Confini del porto di Capodistria, limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario e dati di base. 7	
3.2. Confini dei porti di Trieste e Monfalcone, limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario e dati di base.....	8
3.3 Confini di Porto Nogaro, limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario e dati di base	9
3.4. Confini dei porti di Venezia e Chioggia, limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario e dati di base	11
4. Breve riassunto della metodologia.....	13
5. Fattori di emissione e conversioni.....	14
6. Inventario delle emissioni di gas serra	15
6.1. Emissioni del comparto terrestre	15
6.2 Emissioni comparto marittimo	17
6.3. Emissioni totali	19
7. Criticità individuate e conclusione	22
Letteratura.....	24

Elenco figure

Figura 1. Infrastrutture portuali in riferimento all’inventario dei gas a effetto serra nel porto di Capodistria.....	7
Figura 2. Panoramica dell'area geografica del porto di Trieste con i singoli settori dell’inventario delle emissioni di GHG.....	9
Figura 3: Aree del porto Margreth.	10
Figura 4: Area geografica del porto di Venezia.	111
Figura 5: Confronto della quantità delle emissioni di gas serra tra i porti per struttura della fonte in comparto terrestre.	17
Figura 6: Confronto della quantità delle emissioni di gas serra tra i porti per struttura della fonte in comparto marittimo.	19
Figura 7: Confronto di emissioni totali di gas a effetto serra dei porti dell’Area di Programma	21

Elenco tabelle

Tabella 1: Aspetti dell’inventario delle emissioni di gas serra.	8
Tabella 2: Attività prese in considerazione nella elaborazione dell’inventario delle emissioni di gas serra.	10
Tabella 3: Attività e fonti incluse nell’inventario (valido per i porti di Venezia e Chioggia).	12
Tabella 4: Panoramica delle emissioni del comparto terrestre per fonte.....	16
Tabella 5: Panoramica delle emissioni del comparto marittimo per fonte e per porto.	18
Tabella 6: Emissioni totali di gas a effetto serra per i porti dell’Area di Programma.....	20

1. Introduzione

A seguito dei cambiamenti tecnici e mutamenti sul mercato globale, nonché delle normative in materia di tutela ambientale, negli ultimi decenni il settore portuale ha attraversato una fase di profonda trasformazione. La maturazione di consapevolezza dei porti e degli attori della catena logistica sull'importanza della tutela ambientale, della qualità dell'aria e dell'efficienza energetica è stata fortemente influenzata, in particolare, dagli atti e impegni assunti in tema di tutela ambientale. Dato che il settore marittimo è una delle principali fonti di emissioni di gas a effetto serra nel settore dei trasporti, le pressioni volte a ridurre tali emissioni sono legittime. A seconda della metodologia, varie fonti stimano che il settore marittimo contribuisca per il 2% - 3% alle emissioni totali di gas a effetto serra a livello globale, con quote di gran lunga più elevate di emissioni di SO_x (5%-10%) e NO_x (17%-31%), dovute all'alto contenuto di zolfo e azoto in combustibili pesanti (Merk, 2014; IMO, 2015). Le proiezioni evidenziano che, in assenza di interventi, entro il 2050 la quota di emissioni di gas a effetto serra, prodotte nel settore marittimo, potrebbe aumentare fino al 17% delle emissioni totali a livello globale (Parlamento europeo, 2015). La maggior parte delle emissioni viene rilasciata durante la navigazione in alto mare, tuttavia queste hanno un impatto minore sulla salute umana rispetto alle emissioni rilasciate nei porti. Secondo l'Organizzazione marittima internazionale (IMO), circa l'11% delle emissioni del settore marittimo è prodotto da navi all'ancora o all'ormeggio in porto; tale quota è ancora maggiore (fino al 20%) per le petroliere (IMO, 2020).

La percentuale maggiore delle emissioni totali dirette di gas serra nei porti è generata dalle navi in manovra e all'ormeggio. Nei paesi sviluppati, tale quota supera il 70% (Merk, 2014). I principali responsabili per le emissioni di gas serra nel comparto a terra del porto sono i macchinari portuali pesanti, i mezzi di trasporto merci (autocarri in entrata al porto) e le locomotrici, mentre le restanti attrezzature portuali di norma contribuiscono in misura minore alle emissioni totali. I porti, in quanto grandi consumatori di elettricità da combustibili fossili, producono, anche indirettamente, grandi quantità di emissioni di gas a effetto serra. Utilizzando energia pulita e l'elettricità in modo efficiente, i porti possono ridurre significativamente l'impronta di carbonio delle loro attività.

A livello internazionale, l'IMO si è assunta l'onere di vigilare sull'applicazione delle norme relative alla tutela ambientale. Da diversi decenni, l'IMO ha adottato una filiera di atti normativi e misure per il controllo e la prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi. Tra le misure recenti figurano l'impegno a ridurre le emissioni marine del 50% entro il 2050 e la normativa sull'uso di combustibili per uso marittimo a basso tenore di zolfo, entrata in vigore nel 2020. I porti europei si adoperano già da parecchi anni per diventare più eco-compatibili. Ciò è dimostrato anche dalle attività dell'Organizzazione europea dei porti marittimi (ESPO), che già nel 1994 ha inserito la tutela dell'ambiente tra i punti in agenda. Nel 2016, ESPO ha inserito la qualità dell'aria in testa

alla sua lista di priorità. La riduzione dell’impatto delle attività portuali, in particolare la riduzione dell’inquinamento atmosferico e dell’impronta di carbonio, rimangono tuttora al centro delle priorità dell’ESPO (ESPO Environmental Report, 2020). L’ESPO prevede di ridurre in media del 50% le emissioni di gas serra nei porti entro il 2030. Entro quella data, alcuni porti raggiungeranno la cosiddetta “carbon neutrality”.

La necessità di ridurre le emissioni di gas serra è stata riconosciuta anche dai porti partner del progetto Clean Berth che si stanno adoperando per diventare “porti verdi” in linea con la strategia dell’UE. Questi sforzi vengono implementati anche attraverso il progetto Clean Berth. La predisposizione di un inventario delle emissioni rappresenta un primo passo importante per tutti gli stakeholder del porto e permette l’identificazione delle attività e dei dispositivi che producono emissioni dirette o indirette di gas serra e la valutazione delle quantità di emissioni per ciascuna attività o fonte di emissione. L’inventario delle emissioni (GHG) rappresenta uno strumento importante che può essere utilizzato anche per confrontare le quantità di emissioni tra terminal o porti, consentendo in questo modo di identificare le criticità e adottare le decisioni più efficaci su investimenti prioritari o introdurre i cambiamenti tecnologici utili a ridurre le emissioni.

2. Inventario delle emissioni di gas serra

La piattaforma metodologica per l’implementazione dell’inventario GHG è un documento sviluppato nell’ambito dell’attività WP 3.1.2.1 con l’obiettivo di elaborare un approccio armonizzato alla raccolta di dati relativi alla quantità e al tipo di consumo energetico, nonché alle categorie di fonti di emissione. Dal punto di vista metodologico, il documento fa riferimento al calcolo delle emissioni di gas serra e ai fattori di emissione, come definito nel vademecum EMEP/EEA “Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016”, nonché alle metodologie raccolte nelle linee guida IPCC (2006) “Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. Per il calcolo delle emissioni, i porti partner devono inoltre seguire le linee guida nazionali. Il calcolo dell’inventario GHG comprende tutte le attività portuali che, direttamente o indirettamente, generano emissioni di gas serra. La classificazione delle singole fonti di emissione si basa sulle caratteristiche amministrative, operative e gestionali dei porti che concorrono a formare le relazioni e gli impegni fra gli stakeholder portuali.

L’inventario delle emissioni di gas serra comprende le emissioni dirette di gas serra delle navi e degli impianti di lavoro mobili, utilizzati nel trasbordo delle merci da/verso la nave e per le manipolazioni all’interno dell’area portuale. In questo gruppo rientrano le emissioni di tutti i macchinari di trasbordo, delle navi da carico e navi passeggeri all’ormeggio e durante le manovre,

dei veicoli pesanti in entrata in zona portuale, delle navi di servizio portuale (ad es. pilotaggio, rimorchio, movimentazione dei rifiuti), delle locomotrici portuali e di altri veicoli e imbarcazioni, utilizzati nelle attività portuali. Oltre alle emissioni dirette, l'inventario di GHG contiene anche le emissioni indirette da riscaldamento/climatizzazione, produzione di energia elettrica (prelevata dalla rete pubblica) che viene consumata nello svolgimento delle attività portuali presso i terminal, nonché tutte le altre emissioni calcolabili, generate durante la produzione di energia elettrica consumata nelle attività e nei processi ausiliari portuali.

Sono incluse anche le emissioni derivanti dalla raccolta, dallo smaltimento e dal trattamento dei rifiuti. La relazione non include le emissioni generate durante la navigazione delle navi al di fuori dell'area portuale e le emissioni derivanti dai viaggi di lavoro e dalle attività produttive nell'area portuale. La relazione altresì non include le potenziali emissioni di gas refrigeranti (HFC). I dettagli della metodologia di calcolo sono disponibili nella relazione sull'attività del WP 3.1.2.1. A differenza dei rapporti dei singoli porti che contengono anche una stima delle emissioni di altre sostanze nocive per la salute umana e l'ambiente (SO₂, NO_x, PM10), la presente relazione si limita alle emissioni di CO₂ eq.

3. Area geografica e limiti amministrativo-organizzativi dell'inventario

La relazione sull'inventario delle emissioni di gas è geograficamente limitata a sei aree circoscritte e interconnesse: le zone portuali di Trieste, Venezia, Chioggia, Porto Nogaro, Monfalcone e Capodistria. Le emissioni generate dalle attività in prossimità del porto o dai vicini corridoi di trasporto non sono incluse nella presente relazione. I confini e le caratteristiche geografiche di ciascuna area sono indicati in seguito nel presente documento.

In termini organizzativi e amministrativi, i porti coinvolti nel processo di censimento differiscono notevolmente tra loro, sia dal punto di vista di gestione e organizzazione del lavoro, che per le loro dimensioni. La modalità di rilevamento delle emissioni è stata adattata anche alle caratteristiche di ciascun porto. Questo ha portato a delle differenze minori nella metodologia utilizzata per rilevare le emissioni tra i porti. Le specificità derivanti dalle caratteristiche amministrativo-organizzative e il volume dei rilevamenti previsti sono illustrati separatamente per ciascun porto più avanti nel presente documento.

3.1. Confini del porto di Capodistria, limiti amministrativo-organizzativi dell'inventario e dati di base

Il confine geografico dell'inventario delle emissioni coincide con l'area portuale gestita da Luka Koper, d.d. Il porto si estende su una superficie di 2.720.000 m². Nell'anno base 2019, il porto ha gestito un totale di 22,8 milioni di tonnellate di trasbordo. I principali dati, insieme alla visualizzazione delle posizioni e delle dimensioni dei terminal, sono riportati in Figura 1.



Figura 1. Infrastrutture portuali in riferimento all'inventario dei gas a effetto serra nel porto di Capodistria.

In linea con la metodologia impostata, tutte le emissioni di gas serra del porto sono state calcolate in base al consumo di prodotti energetici, combustibili e fattori di emissione per ciascun gruppo di prodotti energetici. I rilevamenti non sono stati effettuati. In termini organizzativi e amministrativi, la valutazione delle emissioni di GHG include le fonti di emissioni e i processi, come illustrato in Tabella 1. Nell'area portuale non viene prodotta energia elettrica.

Tabella 1: Aspetti dell'inventario delle emissioni di gas serra.

Elenco di aspetti inclusi	Elenco di aspetti non inclusi
✓ Terminal passeggeri	✓ Ship design Tipo/forma di nave
✓ Terminal per container e terminal per rinfuse	✓ Pianificazione percorsi di navigazione
✓ Terminal per merci deperibili	✓ Traffico nell'entroterra (stradale e ferroviario)
✓ Altri edifici portuali	✓ Trasporto passeggeri
✓ Trasporto interno	✓ Lavori di costruzione e manutenzione portuale
✓ Navi ormeggiate	✓ Porto turistico per natanti e darsene
✓ Veicoli stradali e navi (servizi portuali) - veicoli e imbarcazioni complessivi	
✓ Navi ormeggiate e traffico navale interno	

Tutti i dati necessari sono stati raccolti dalla documentazione di Luka Koper, d.d. Nell'inventario non sono incluse le emissioni delle navi da carico durante le manovre e l'ancoraggio.

3.2. Confini dei porti di Trieste e Monfalcone, limiti amministrativo-organizzativi dell'inventario e dati di base

La valutazione dell'inventario delle emissioni si riferisce a due aree geograficamente distinte dei porti di Trieste e Monfalcone, che sono sotto la giurisdizione dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale. Il porto di Trieste occupa una superficie di 2.300.000 m²; nel 2019 ha registrato 62 milioni di tonnellate di trasbordo. Il porto di Monfalcone nel 2019 ha gestito un totale di 4 milioni di tonnellate di trasbordo.

In termini organizzativi e amministrativi, l'inventario delle emissioni di gas serra comprende le emissioni dirette e indirette di GHG, suddivise per gruppi di emissioni, come specificato nella metodologia, sviluppata nell'ambito del WP 3.1.2.1.

Va notato che il calcolo non include la quantità di energia utilizzata dagli utenti del porto (terminalisti) prodotta da fonti rinnovabili (impianti fotovoltaici), che rappresenta il 23% dell'energia elettrica consumata nel porto.

I dati utilizzati per il calcolo delle emissioni di gas serra nei due porti provengono da diverse fonti. In particolare, una parte dei dati è stata raccolta attraverso un questionario d'indagine, sviluppato sulla piattaforma Limesurvey e distribuito a tutti gli utenti e gli stakeholder del porto. Le domande erano strutturate in modo tale da offrire a ciascun gruppo di intervistati l'accesso a una sezione individuale del questionario. Queste sezioni coprivano diversi segmenti di servizi portuali, suddivise per aree (ad esempio, gli operatori di terminal accedevano a una sezione specifica con l'elenco di dispositivi, veicoli o attrezzature che generano emissioni di gas serra, e

un capitolo sui consumi di elettricità). Per includere tutte le fonti nel calcolo delle emissioni di GHG, è stato predisposto un apposito questionario per le imprese di trasporto su strada. Attraverso questo questionario sono stati raccolti dati sui mezzi commerciali pesanti che entrano nell'area portuale (tipo di veicolo, consumo di carburante, numero di ingressi). Nella stima delle emissioni di gas serra per le aziende che non hanno risposto al questionario si è tenuto conto del valore delle emissioni riportate dai rispondenti del gruppo con la stessa tipologia di attività, incrementato del 2%. I dati raccolti si riferiscono ai porti di Trieste e Monfalcone relativamente all'anno 2019.

La Figura 2 illustra le posizioni e le dimensioni dei diversi settori del porto di Trieste in cui è stato eseguito l'inventario delle emissioni di gas serra.

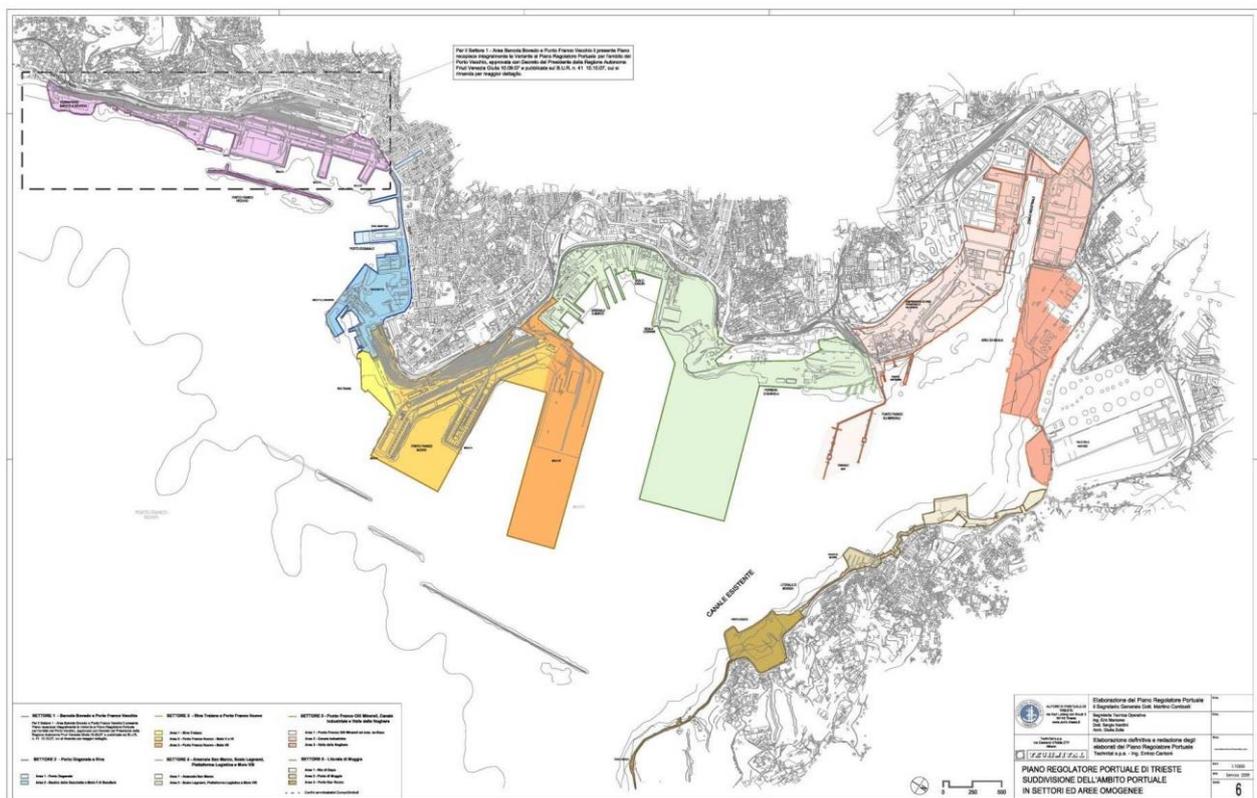


Figura 2: Panoramica dell'area geografica del porto di Trieste con i singoli settori dell'inventario delle emissioni di GHG (fonte - Piano regolatore portuale di Trieste, 2011).

3.3 Confini di Porto Nogaro, limiti amministrativo-organizzativi dell'inventario e dati di base

Si tratta di una superficie ridotta di 25 ettari che comprende la zona industriale Aussa-Corno, parte dell'infrastruttura pubblica di Porto Nogaro Vecchio nel porto di Margreth e parte della banchina di proprietà dell'azienda Industrie Chimiche Caffaro. Nel 2019, il porto ha gestito un totale di 1,4 milioni di tonnellate di trasbordo. La Figura 3 mostra le aree del porto Margreth.

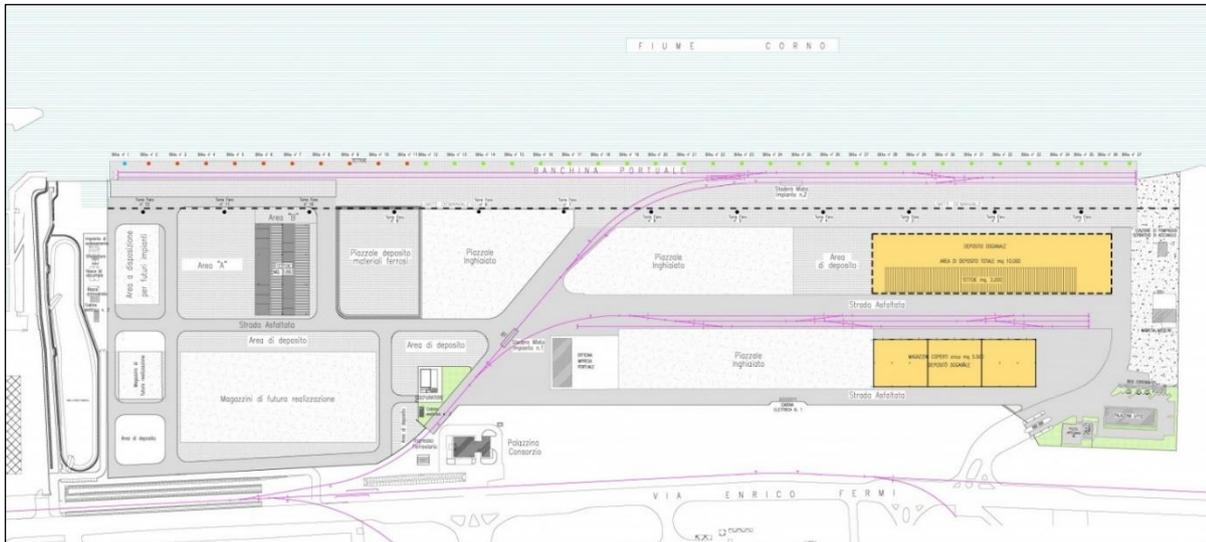


Figura 3: Aree del porto Margreth.

L’inventario delle emissioni tiene conto di tutte le emissioni derivanti dalle attività di gestione finanziaria od operativa del Consorzio Cosef (Autorità Portuale), nonché di tutte le altre emissioni provenienti dalle attività portuali all’interno dell’area del porto. Le limitazioni amministrative e operative dell’inventario sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2: Attività prese in considerazione nella elaborazione dell’inventario delle emissioni di gas serra.

Attività incluse nell’inventario “Carbon Footprint”
Edifici Cosef e di altre istituzioni pubbliche
Gestione e manutenzione delle attività portuali comuni
Terminal industriali e terminal di traffico marittimo commerciale
Altri edifici privati nell’area portuale
Mobilità e servizi interni
Emissioni di imbarcazioni (navi e imbarcazioni di servizio) durante la fase di navigazione all’interno del porto, di manovra e di attracco
Trasporto merci su strada e ferrovia sulle infrastrutture di collegamento (interne ed esterne al porto)

I dati per la stima delle emissioni di gas serra sono stati in parte ricavati tramite un questionario distribuito dall’Autorità portuale a tutti gli stakeholder. Gli stakeholder si sono prontamente attivati, fornendo i dati richiesti sul consumo di prodotti energetici nello svolgimento delle attività portuali all’interno del porto. Ulteriori informazioni sono state raccolte durante gli incontri dell’Autorità portuale con i principali stakeholder selezionati.

3.4. Confini dei porti di Venezia e Chioggia, limiti amministrativo-organizzativi dell’inventario e dati di base

Il porto di Venezia si estende su una superficie totale di oltre 2.045 ettari. I 30 km di banchine del porto sono in uso condiviso da 27 terminal, tra cui, oltre ai terminal destinati al trasbordo delle merci, è presente anche un terminal passeggeri. Nel 2019, nel porto sono stati movimentati 25 milioni di tonnellate di merci. Il porto di Chioggia è un porto minore, situato nell’omonimo bacino con un trasbordo movimentato nel 2019 di 1,3 milioni di tonnellate. La Figura 4 mostra una mappa della distribuzione dei terminal nel porto di Venezia.



Figura 4: Area geografica del porto di Venezia.

L’inventario delle emissioni di gas serra comprende tutte le emissioni attribuibili alle attività portuali che sono di competenza del gestore portuale. L’inventario non include le emissioni delle

attività industriali interne al porto, le emissioni delle navi all’ormeggio durante la loro inoperatività e le emissioni delle navi nella fase di navigazione esterna dall’area portuale.

Tabella 3: Attività e fonti incluse nell’inventario (valido per i porti di Venezia e Chioggia).

Funzioni	Attività
Edifici all’interno del porto (AdSPMAS)	1 Combustione in fonti mobili 1 Combustione in fonti fisse 2 Consumo di energia elettrica
Altri edifici all’interno del porto (di proprietà pubblica e privata)	3 Combustione in fonti fisse 3 Consumo di energia elettrica
Manutenzione e gestione delle aree comuni all’interno del porto	1 Combustione in fonti mobili 1 Combustione in fonti fisse 2 Consumo di energia elettrica
Terminal passeggeri marittimo	3 Attrezzature per la movimentazione di merci (emissioni da fonti fisse) 3 Attrezzature per la movimentazione di merci (elettricità)
Terminal merci	3 Attrezzature per la movimentazione di merci (emissioni da fonti fisse) 3 Attrezzature per la movimentazione di merci (elettricità)
Terminal merci privati Terminal merci generiche	3 Attrezzature per la movimentazione di merci (emissioni da fonti fisse) 3 Attrezzature per la movimentazione di merci (elettricità)
Mezzi di servizio interni ed esterni	3 Veicoli commerciali 3 Veicoli industriali (trasporto merci) - autocarri esterni ai terminal 3 Veicoli industriali (trasporto merci) - autocarri interni ai terminal 3 Altri veicoli industriali 3 Altre autovetture
Terminal intermodale - strada/ferrovia all’interno dell’area portuale	3 Locomotrici
Navi da carico e navi passeggeri in fase di manovra e navigazione all’interno dell’area portuale	3 Navi da carico e navi passeggeri in fase di manovra
Navi da carico e navi passeggeri all’ormeggio	3 Navi da carico e navi passeggeri in fase di attracco
Imbarcazioni di servizio in fase di manovra e navigazione	3 Imbarcazioni di servizio in fase di manovra
Imbarcazioni di servizio all’ormeggio o all’ancora	3 Imbarcazioni di servizio in fase di attracco

I dati per la stima delle emissioni di gas serra sono stati ricavati da fonti ufficiali del gestore portuale (AdSPMAS) e da altri stakeholder portuali.

4. Breve riassunto della metodologia

Il presente capitolo riassume brevemente la metodologia sviluppata nell'ambito dell'attività di progetto WP 3.1.2.1. Gli inventari delle emissioni di gas serra per ciascun porto sono stati predisposti sulla base della metodologia EMEP/EEA (2016) e IPCC (IPCC, 2006) per le emissioni di CO₂ per tutti i segmenti di attività portuale, ad eccezione di alcuni casi specificatamente segnalati. La metodologia per la valutazione dell'inventario si basa sulle attività e sulla durata delle stesse. L'inventario delle emissioni di gas serra è elaborato sulla base della durata dell'attività, del carico o della velocità e delle caratteristiche delle attrezzature portuali di movimentazione delle merci o delle caratteristiche delle navi. Sono state rilevate e valutate le seguenti fonti:

- Edifici esistenti nella zona del porto,
- Gestione e manutenzione delle parti comuni nella zona del porto,
- Terminal portuali (passeggeri/merci),
- Infrastrutture di strade interne al porto,
- Navi da carico e navi passeggeri, nonché imbarcazioni di servizio all'ormeggio,
- Navi da carico e navi passeggeri, nonché imbarcazioni di servizio in manovra,
- Terminal intermodali stradali e ferroviari e interporti.

Sono stati identificati diversi tipi di prodotti energetici e categorie di fonti di emissioni:

- Consumo di energia elettrica da rete,
- Caldaie o generatori di calore,
- Gruppi elettrogeni o accumulatori di corrente,
- Impianti di climatizzazione o di refrigerazione,
- Veicoli commerciali stradali,
- Macchinari portuali pesanti,
- Imbarcazioni di servizio,
- Locomotrici,
- Impianti antincendio contenenti gas fluorurati a effetto serra,
- Possesso e/o gestione di ormeggi,
- Riciclaggio di rifiuti oleosi (sludge),
- Produzione di corrente elettrica o calore da fonti rinnovabili,
- Qualsiasi altro gas per usi diversi.

La valutazione non include le emissioni di GHG generati dalle attività industriali non riconducibili alle attività portuali e situate all'interno del porto. A seconda della disponibilità di dati per le singole fonti di emissione, i porti hanno applicato diversi approcci (Tier) nell'ambito della metodologia IPCC. A causa delle limitazioni legate al modo in cui i dati necessari per calcolare le emissioni sono registrati e raccolti, i porti hanno utilizzato prevalentemente l'approccio Tier 1.

L'inventario è stato valutato secondo il metodo "bottom-up" per le singole attività rientranti nei vari gruppi di emissioni.

Le autorità portuali hanno raccolto i dati sui consumi energetici, sulla durata delle singole attività e sulle caratteristiche delle attrezzature dai propri inventari, dai registri degli stakeholder portuali o tramite questionari.

Per il calcolo delle emissioni indirette da consumi di corrente proveniente dalla rete pubblica sono stati utilizzati i dati sui consumi di energia, raccolti nei punti di misurazione oppure prelevati dalle bollette e i fattori di emissione nazionali per il settore energetico. Il calcolo delle emissioni dei mezzi pesanti (T.I.R.) che entrano e si spostano all'interno dell'area portuale è basata sulla distanza media percorsa all'interno del porto e sul numero totale di autocarri. La stima delle emissioni tiene conto del fattore di emissione come stabilito dalla norma ISO UNI EN 16258:2013. Il valore calcolato delle emissioni è maggiorato del 5,6% a causa delle emissioni generate durante le soste e le attese (Hannu Jääskeläinen, 2017).

Le emissioni delle navi (cargo, passeggeri e imbarcazioni di servizio) sono stimate in base ai dati sull'attività delle singole categorie di navi e imbarcazioni all'interno dei limiti marittimi del porto. I dati sono raccolti da vari registri (registri dei piloti portuali, registri delle società di servizi di rimorchio portuale, database AIS e VTS e altri registri). Il calcolo prende in considerazione la durata delle attività e i fattori di emissione per le singole categorie di navi (per tipo di nave, potenza dei motori principali e ausiliari, caldaie, ecc.) e delle attività, come definito dall'IMO e da altri organismi e organizzazioni pertinenti (IVL- Swedish Environmental Research Institute, 2004; ENTEC, 2002). Le quantità calcolate di emissioni di gas serra sono state convertite in CO₂ equivalente (CO₂ eq) utilizzando gli indici GWP - Global Warming Potential.

5. Fattori di emissione e conversioni

I fattori di emissione, insieme all'energia consumata, permettono di elaborare la stima delle emissioni di sostanze inquinanti a seconda della fonte. Dipendono dal tipo di fonte di energia e dal tipo, volume e potenza del gruppo elettrogeno. Nella stima delle loro emissioni di gas a effetto serra, i porti partner del progetto hanno tenuto conto dei valori pubblicati a livello internazionale, europeo e nazionale per i fattori di emissione medi. A livello internazionale, i fattori di emissione per il settore marittimo sono pubblicati dall'IMO (IMO Greenhouse Gas Study, 2014, 2020), mentre l'EU pubblica i fattori di emissione nelle relazioni e sul sito web dell'Agenzia europea dell'Ambiente (AEA - <http://efdb.apps.eea.europa.eu/>). In Italia, i fattori di emissione nazionali sono pubblicati nei rapporti annuali dell'Inventario Nazionale ISPRA (2020), mentre in Slovenia,

essi sono riportati nei rapporti annuali dell'Agenzia per l'ambiente della Repubblica di Slovenia (ARSO). Poiché le legislazioni nazionali stabiliscono metodologie diverse per il calcolo di determinati fattori di emissione, i valori variano da paese a paese (ad esempio per l'unità di energia elettrica). I dettagli e la fonte di ciascun fattore di emissione specifico del singolo porto sono forniti in relazioni disgiunte.

6. Inventario delle emissioni di gas serra

Nel presente capitolo sono indicate le emissioni totali di gas serra, calcolate in ciascun porto in base alla metodologia, sviluppata nella prima fase delle attività del WP 3.1.2.1. L'inventario include tutte le emissioni dirette e indirette, derivanti dalle attività portuali in mare e a terra. Le differenze evidenziate sono dovute a diverse dimensioni, organizzazione del lavoro, attrezzature disponibili e livello di specializzazione dei singoli porti e solo in misura minore a modalità di rilevazione delle emissioni di gas serra applicate.

6.1. Emissioni del comparto terrestre

Nel 2019, le attività portuali nel comparto terrestre di tutti i porti inclusi nell'analisi hanno generato 101.466 tonnellate di emissioni di CO_{2eq}, pari al 23% di emissioni totali di tutti i porti inclusi nell'analisi. Nel confronto reciproco delle emissioni del comparto terrestre tra porti si possono osservare alcune differenze che sono dovute alle caratteristiche dei porti stessi.

Nel porto di Venezia, la quota maggiore delle emissioni deriva da macchinari portuali e autocarri in entrata al porto, mentre le emissioni indirette dalla produzione di energia elettrica rappresentano solo una minima parte delle emissioni del comparto terrestre di questo porto. Una composizione simile di emissioni è osservabile anche nel porto di Chioggia; i due principali gruppi di inquinanti sono i macchinari portuali e i mezzi pesanti, mentre le emissioni indirette dalla produzione di energia elettrica rappresentano solo una minima parte delle emissioni del comparto terrestre di questo porto. Nei porti di Trieste e Monfalcone, le principali fonti di emissioni sono le macchine operatrici portuali e le emissioni indirette dal consumo di corrente elettrica. Il traffico stradale (mezzi pesanti T.I.R., veicoli di servizio e veicoli commerciali) nel complesso rappresenta una quota relativamente minore di emissioni del comparto terrestre di questi due porti. Porto Nogaro è un porto minore che contribuisce con una percentuale inferiore all'1% alle emissioni totali del comparto terrestre. Per quanto riguarda la composizione delle emissioni del comparto terrestre, la quota principale appartiene alle macchine operatrici

portuali. Il porto di Capodistria differisce dagli altri porti in termini di struttura delle fonti di emissioni nel comparto terrestre, giacché la maggior parte delle emissioni deriva dalle emissioni indirette dovute al consumo di energia elettrica, seguite dalle macchine operatrici portuali e autocarri esterni in entrata nel porto.

Tabella 4: Panoramica delle emissioni del comparto terrestre per fonte.

	Totale (t)	Totale %
Macchine operatrici portuali	41.614	41,0
Mezzi pesanti (T.I.R.) - esterni	19.665,5	19,4
Energia elettrica	27.659,1	27,3
Ferrovia portuale	1.952,3	1,9
Riscaldamento - locali caldaie	4.433,9	4,4
Veicoli stradali - attività dei servizi	3.926,7	3,9
Altro (autovetture, altri veicoli commerciali, incenerimento dei rifiuti)	2214,2	2,2
Totale (t)	101.465,7	100

Anche nei dati complessivi dei singoli porti, la quota maggiore di emissioni nel comparto terrestre proviene dall'utilizzo dei macchinari portuali pesanti, per un totale di 41.614 tonnellate di CO_{2eq}, pari al 41% delle emissioni totali, seguito dalle emissioni indirette dal consumo di energia elettrica, 27.659 tonnellate di CO_{2eq} (27,3%) e dalle emissioni dei veicoli pesanti che entrano nel porto, 19.665 tonnellate di CO_{2eq} (19,4 %). Le rimanenti fonti rappresentano insieme circa il 12% di tutte le emissioni.

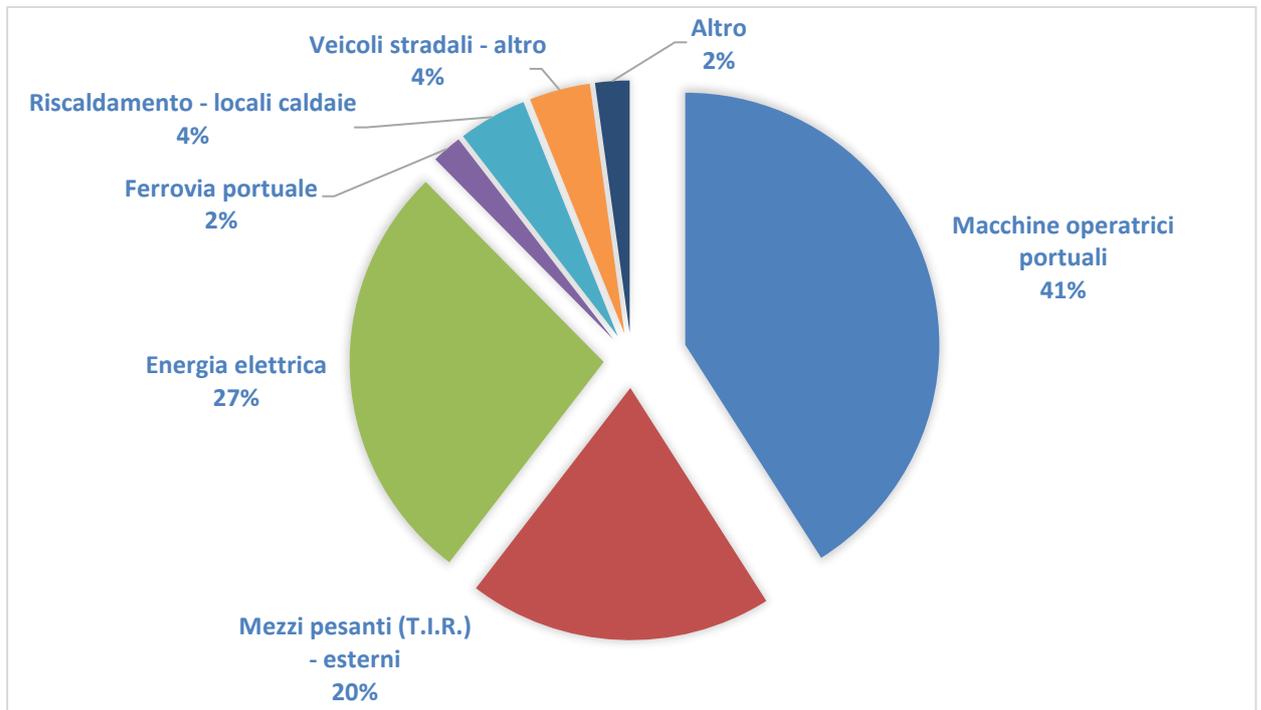


Figura 5: Confronto della quantità delle emissioni di gas serra tra i porti per struttura della fonte in comparto terrestre.

6.2 Emissioni comparto marittimo

Questa categoria combina le emissioni generate durante la navigazione e l'ormeggio di tutte le navi entro i confini geografici dei porti. Oltre alle emissioni delle navi passeggeri e navi cargo, rientrano in questa categoria anche le emissioni di altre imbarcazioni all'interno del porto, quali rimorchiatori, pilotine, imbarcazioni di sorveglianza, dei vigili del fuoco, ecc. In tutti i porti inclusi nell'indagine sono state rilevate un totale di 336.402 tonnellate di emissioni di CO_{2eq}, pari al 77% di tutte le emissioni registrate. Tale dato è coerente con i risultati di rilevazioni comparabili in

cui, analogamente, è stato segnalato che le emissioni in mare rappresentano una quota relativamente maggiore delle emissioni totali (Winnes et al., 2015). Oltre l'80% di queste emissioni sono prodotte dalle navi all'ormeggio durante il carico o lo scarico delle merci, mentre la quota restante è conferita dalle navi durante manovra e da altre imbarcazioni durante la fornitura di servizi portuali e ausiliari. A seconda delle specificità dei porti, la quota di emissioni delle navi all'ormeggio rispetto alle emissioni totali in ciascun porto varia notevolmente tra i porti partner.

Tabella 5: Panoramica delle emissioni del comparto marittimo per fonte e per porto.

	Totale (t)	Totale %
Traffico navale (all'ormeggio)	274.714	81,6
Traffico navale (in manovra)	60.428	18,0
Imbarcazioni da diporto o turismo	1.260,2	0,4
Totale (t)	336.402,2	-

Nell'ambito del comparto marittimo, la quantità di emissioni dipende in gran parte dal numero di navi ormeggiate, dal tipo di navi, dalla loro stazza, dal carburante utilizzato, dalla durata di scalo e dalle caratteristiche dei motori principali e ausiliari e delle caldaie. Le petroliere tendono ad avere scali più lunghi rispetto ad altri tipi di navi ed emissioni più elevate perché pompano il carico con le pompe navali, quindi devono avere i motori ausiliari sempre in funzione durante lo scalo. Anche le navi passeggeri devono mantenere in funzione i motori ausiliari per lunghi tempi durante la sosta nel porto, dato che devono fornire elettricità per far funzionare tutti gli impianti della nave (riscaldamento, condizionamento, acqua calda ecc.). Sebbene le navi portacontainer abbiano soste più brevi rispetto alle petroliere, lo studio rileva elevate emissioni di inquinanti da questo tipo di navi (Merk, 2014). I porti differiscono significativamente anche in termini di caratteristiche fisiche, tra le quali spicca per un maggiore impatto sulla quantità di emissioni la distanza dall'ingresso al porto ai singoli ormeggi presso i terminal.

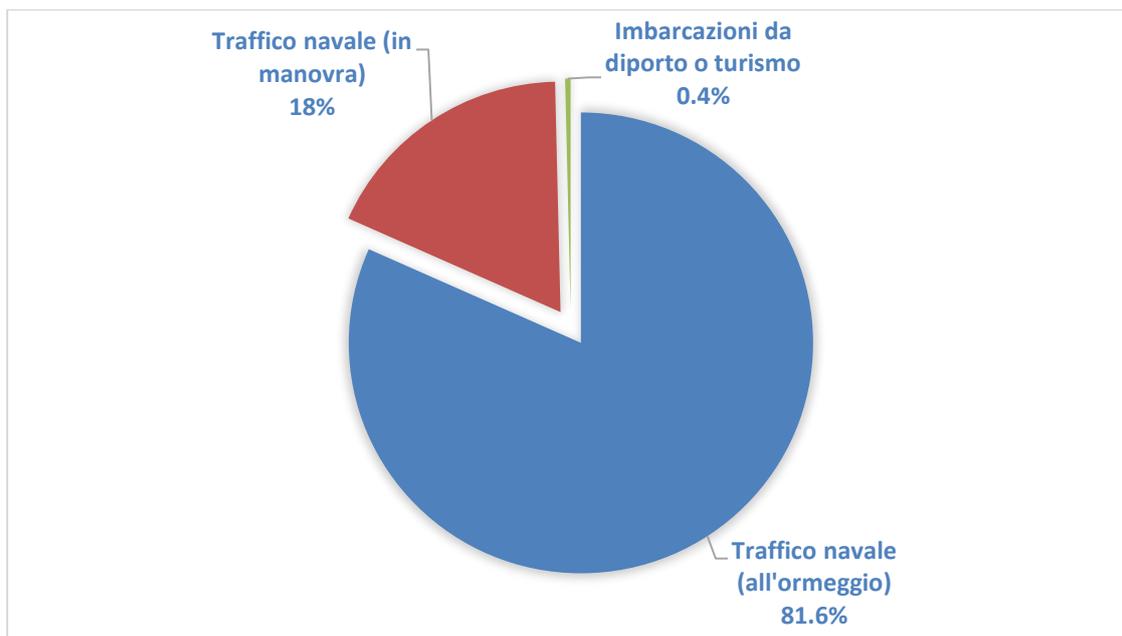


Figura 6: Confronto della quantità delle emissioni di gas serra tra i porti per struttura della fonte in comparto marittimo.

6.3. Emissioni totali

L'inventario delle emissioni di gas serra ha evidenziato che le emissioni variano considerevolmente a seconda del tipo di terminal e tra i singoli porti. I terminal container e merci generiche, nei quali è presente un'intensa attività di trasbordo sul lato terrestre del porto, registrano un'alta quota di emissioni generate da macchine operatrici portuali e mezzi pesanti, oltre a una quota elevata di emissioni indirette dovute al consumo di energia elettrica. Nei terminal per merci liquide (prodotti chimici, prodotti petroliferi, ecc.), la quota di emissioni è relativamente più elevata nel comparto marittimo, principalmente a causa delle emissioni delle navi derivanti dalle soste più lunghe nel porto e dall'uso di motori ausiliari per il pompaggio del carico.

Confrontando i dati dei porti partner, la quota relativa di emissioni più alta spetta al porto di Venezia. Questo porto si colloca dietro il porto di Trieste in termini di trasbordo e ha solo due milioni di tonnellate in più di trasbordo rispetto al porto di Capodistria, ma è tra i primi in Italia e il primo in Europa per numero di passeggeri e numero di navi da crociera all'ormeggio. Fra tutti i porti inclusi nell'indagine, il porto di Venezia, nella parte marittima dell'area portuale, registra anche tempi più lunghi di navigazione verso i terminal, il che aumenta ulteriormente la quantità di emissioni nel comparto marittimo. Di conseguenza, anche la quantità di emissioni nel comparto marittimo è la maggiore nel porto di Venezia.

Tabella 6: Emissioni totali di gas a effetto serra per i porti dell'Area di Programma

Fonti di emissione	Totale [t CO2eq]	Totale [%]
Macchine operatrici portuali	41.614,00	10%
Mezzi pesanti (T.I.R.) - esterni	19.665,50	4%
Energia elettrica	27.659,10	6%
Ferrovia portuale	1.952,30	0%
Riscaldamento - locali caldaie	4.433,90	1%
Veicoli stradali - attività dei servizi	3.926,70	1%
Altro (autovetture, altri veicoli commerciali, incenerimento dei rifiuti)	2.214,20	1%
Sub-totale terra	101.465,70	23%
Traffico navale (all'ormeggio)	274.714,00	63%
Traffico navale (in manovra)	60.428,00	14%
Imbarcazioni da diporto o turismo	1.260,00	0%
Sub-totale mare	336.402,00	77%
Totale	437.867,70	100%

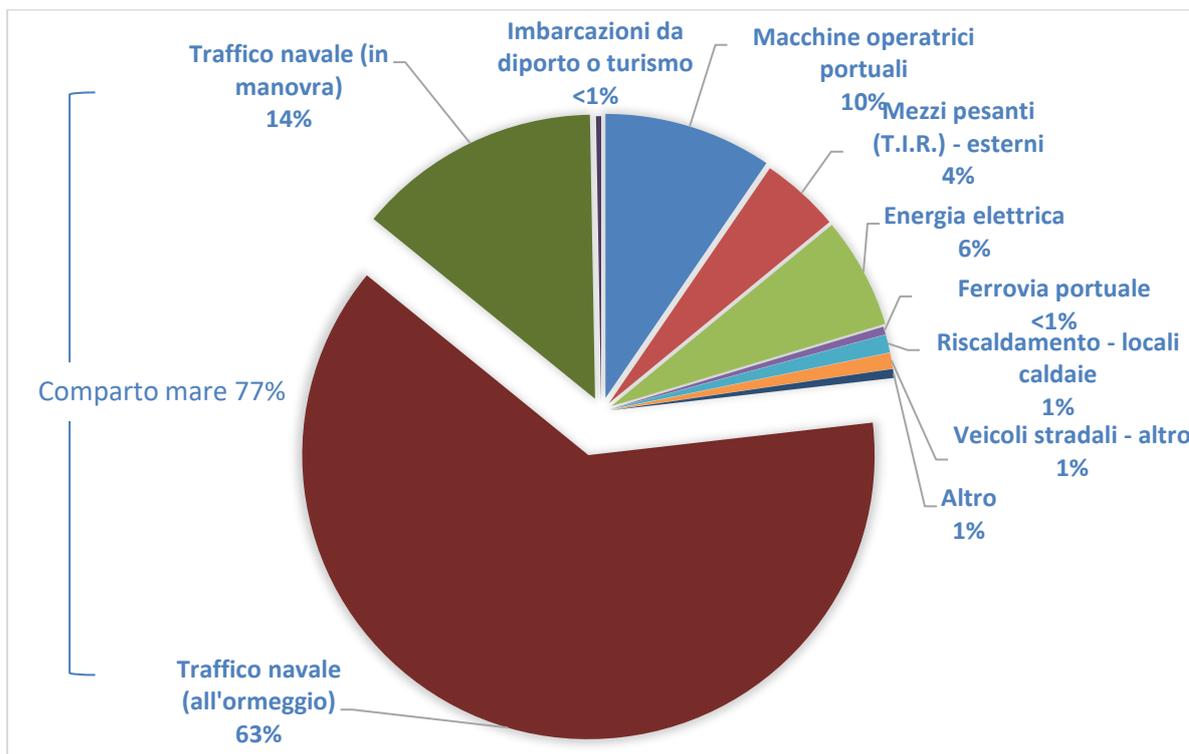


Figura 7: Confronto di emissioni totali di gas a effetto serra dei porti dell'Area di Programma

Va notato che la relazione del porto di Capodistria sull'inventario delle emissioni di gas serra non contiene dati sulle emissioni dalle navi durante manovre e navigazione all'interno dell'area portuale. Ciononostante, per poter correttamente interpretare e confrontare la quantità di emissioni in ciascun porto, è necessario utilizzare un indicatore adeguato. Per confrontare le emissioni tra i porti, tipicamente viene usato l'indicatore t CO₂/tonnellata di trasbordo, kg CO₂/TEU o kg CO₂/h per passeggero. Le emissioni medie per tonnellata di merce movimentata sono pari a 3.9 kg CO₂, mentre le emissioni per singola nave all'ormeggio sono di 1.9 t CO₂. Il livello delle emissioni è paragonabile ad altri porti europei, ad esempio il porto di Valencia, dove nel 2018 sono stati calcolati 4,3 kg CO₂eq/tonnellata di cargo (Ballester et al. 2020).

7. Criticità individuate e conclusione

L'analisi evidenzia che la sfida principale dei porti nel loro impegno per ridurre gli impatti negativi del trasbordo rappresentano le navi durante l'ormeggio e le manovre nei porti, nonché i macchinari portuali pesanti che contribuiscono maggiormente alle emissioni di gas serra. Tali gruppi producono l'86% di emissioni totali di CO₂ in tutti i porti analizzati. Le quote calcolate sono in linea con studi comparabili in altri porti che non dispongono di un sistema di alimentazione elettrica a terra (onshore power supply), dove le emissioni delle navi rappresentano di norma tra il 50% e 70% delle emissioni totali di CO₂ nel porto – si veda per esempio il porto di Barcellona, per il quale Villalba e Gemechu (2011) hanno calcolato che le emissioni generate dalle attività nel comparto terrestre del porto sono pari alle emissioni delle navi, mentre le emissioni rilasciate durante le manovre e la navigazione sono tipicamente diverse volte inferiori a quelle generate all'ormeggio. Le navi all'ormeggio necessitano di energia elettrica per far funzionare i loro sistemi, di solito generata dai gruppi elettrogeni ausiliari. Inoltre, la maggior parte dei tipi di navi genera calore e vapore con il conseguente ulteriore rilascio di emissioni di gas serra. Le maggiori fonti di emissioni di CO₂ sono le navi container e le navi Ro-Ro, che sono anche le più numerose, nonché le portarinfuse e le petroliere che tendono ad avere scali più lunghi. Nel 2019, il terminal passeggeri del porto di Venezia ha registrato 497 ormeggi di navi da crociera. Su questo tipo di navi, i motori ausiliari e le caldaie funzionano continuamente per fornire elettricità e calore, motivo per cui anche le loro emissioni di CO₂ sono maggiori rispetto alle navi mercantili. Nel porto di Venezia, la quota di gran lunga maggiore di emissioni proviene da navi e imbarcazioni nella parte offshore; tale quota è solo leggermente inferiore nel porto di Trieste, dove le navi e le imbarcazioni contribuiscono a una percentuale appena inferiore di emissioni nel porto.

I porti consumano molta elettricità per movimentare merci e passeggeri, per cui è fondamentale conoscere come viene generata e in quale modo viene utilizzata l'energia elettrica nel porto. Attraverso un consumo razionale e "autogenerazione" di energia elettrica da fonti rinnovabili, i porti possono contribuire in maniera significativa alla riduzione delle emissioni di gas serra. I maggiori consumatori di energia elettrica nei porti sono i terminal per container e rinfuse. Nell'insieme delle emissioni, il consumo di elettricità contribuisce al 6% delle emissioni totali.

In base ai risultati degli inventari delle emissioni di gas serra di tutti i porti inclusi nell'indagine, si può concludere che le misure da intraprendere devono essere orientate alla riduzione delle emissioni nel comparto marittimo dei porti, in particolare per quanto riguarda le emissioni delle navi all'ormeggio. Vi sono diverse misure in tal senso, che spaziano dalla riduzione dei tempi di sosta delle navi all'ancora e all'ormeggio, l'uso di combustibili alternativi per i motori marini (LNG, LBG, metanolo, biometanolo), l'allacciamento delle navi alla rete elettrica a terra (onshore power supply), fino a modificare le caratteristiche delle navi, e dipendono dalle fattibilità di attuazione e dall'efficienza prevista in ogni porto.

Alcune di queste misure devono essere concepite a carattere fortemente regionale, richiedono una stretta cooperazione tra i porti e gli armatori, e comportano elevati livelli di investimento. Senza una cooperazione congiunta, sforzi e una politica comune tra i porti della regione, non è realistico aspettarsi che gli armatori investano in nuove tecnologie per ridurre le emissioni di CO₂.

Letteratura

Cloquell Ballester, V., Lo-Iacono-Ferreira, V. G., Artacho-Ramírez, M. Á., & Capuz-Rizo, S. F. (2020). The Carbon Footprint of Valencia Port: A Case Study of the Port Authority of Valencia (Spain). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8157.

European Parliament (2015). Emission Reduction Targets for International Aviation and Shipping. Vedere [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU\(2015\)569964_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU(2015)569964_EN.pdf)

ESPO (2020). ESPO Environmental Report 2020. Vedere <https://www.espo.be/media/Environmental%20Report-WEB-FINAL.pdf>

IMO (2015). Third IMO GHG Study 2014. Vedere <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf>

IMO (2015). Third IMO GHG Study 2014. Vedere <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Greenhouse-Gas-Studies-2014.aspx>

IMO (2020). Fourth IMO GHG Study 2020 – Final report. MEPC 75/7/15. Vedere <https://imoarcticsummit.org/wp-content/uploads/2020/09/MEPC-75-7-15-Fourth-IMO-GHG-Study-2020-Final-report-Secretariat.pdf>

ISPA (2020). Italian greenhouse inventory. Vedere <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/national-inventory-report>

Jääskeläinen, H. (2017). Idling Emissions. Vedere https://dieselnet.com/tech/emissions_idle.php.

Merk, O. (2014). Shipping Emissions in Ports. Vedere: <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DP201420.pdf> [Ultimo accesso 14.09.2020].

Villalba, G., & Gemechu, E. D. (2011). Estimating GHG emissions of marine ports—the case of Barcelona. *Energy Policy*, 39(3), 1363-1368.

Winnes, H., Styhre, L., & Fridell, E. (2015). Reducing GHG emissions from ships in port areas. *Research in Transportation Business & Management*, 17, 73-82.