Attività T.3.2

Individuazione delle misure di mitigazione prioritarie per i portatori di interesse

Prodotto T.3.2.1

Relazione sulle misure per ridurre le emissioni inquinanti

Partner responsabile:

Qualitair Corse

Zone de Lergie, RT50

20250 Corte, France

Autore:

Amaury ARLOTTO

Data:

Agosto 2022

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

La coopération au cœur de la Méditerranée

Tabella dei contenuti

Introduzione 6

Descrizione del calcolo delle emissioni e dei parametri di modellazione 7

1. Collegamento Elettrico in Banchina (Cold Ironing) 11

2. Uso di combustibili alternativi 16

2.1 Navi LNG 16

2.2 Navi Ammoniaca 20

2.3 Navi a idrogeno, elettriche e ibride 23

3. Miglioramenti tecnico-logistici al porto e alle navi 26

3.1 Filtrazione delle emissioni inquinanti (Scrubber a umido/secco e FAP) 26

3.2 Filtrazione di combustibili e oli 29

3.3 Gestione dell'energia e del consumo (GEC) 31

3.4 Logistica portuale 33

4. Legislazione (Area SECA) 35

Metodologia per il passaggio dalle carte agli scenari 37

Informazioni necessarie per la descrizione di uno scenario AER NOSTRUM 38

Scenari previsti dai partner 39

Scenari Qualitair Corse 39

Ajaccio 39

Bastia 42

Scenari AtmoSud 43

Tolone 44

Nizza 46

Scenari ARPAL / UNIGE 47

Genoa 49

Scenari ARPAT 52

Livorno 54

Scenari ARPAS / UNICA 56

Cagliari e Olbia 57

Conclusione 58

Bibliografia 59

Tabella delle abbreviazioni 62

Tabella delle cifre

Figura 1 : Esempio di scalo di un traghetto Corsica Ferries a Bastia nel gennaio 2022 – AIS 8
Figura 2 : Ripartizione delle emissioni per tipo di nave ad Ajaccio (2019) 9
Figura 3 : Ripartizione delle emissioni secondo la fase dello scalo ad Ajjacio (2019) 9
Figura 4 : Ripartizione delle emissioni per unità di tempo ad Ajaccio (2019) 10
Figura 5 : Schema di collegamento di una nave in banchina 11
Figura 6 : Futura nave LNG della Corsica Linea, Galeotta – Corsica Linea 16
Figura 7 : Impatto del ciclo di vita del carburante sul riscaldamento globale – ClearSeas 17
Figura 8 : Navi LNG - ClearSeas 18
Figura 9 : Rappresentazione di una nave alimentata ad ammoniaca – Impressione dell'artista di N. de Vries 20
Figura 10 : MS Roald Amundsen, Nave ibrida – Hurtigruten 23
Figura 11 : La Bastø Electric, la nave elettrica più grande del mondo (139m) – Révolution Energétique 24
Figura 12 : La Yara Birkeland, la prima nave da carico 100% elettrica – Révolution Energétique .. 25
Figura 13 : Schema di funzionamento di un filtro antiparticolato a secco – La Méridionale 26
Figura 14 : Ciclo di trattamento dei fumi, processo a secco – Solvair Solutions 27
Figura 15 : Il motore Girolata MP4 de La Méridionale testato con la tecnologia OCEAMm – OCEAMm 29
Figura 16 : Riduzione della fuliggine in funzione del tasso di additivi a basso carico – OCEAMm 30
Figura 17 : Esempi di azioni MDE su alcune navi della Corsica Linea – Corsica Linea 31
Figura 18 : Porto di Savona con navi direttamente in città - CruiseMapper 33
Figura 19 : Pennacchio di fumo da una nave a Bastia nel 2021 – Qualitair Corse 35
Figura 20 : Mix energetico in Corsica 39
Figura 21 : Impianti di generazione elettrica di EDF in Corsica – EDF 40
Figura 22 : Scheda utilizzati per gli scenari su Ajaccio 41
Figure 23 : Scheda utilizzati per gli scenari su Bastia 42
Figura 24 : Differenza relativa tra lo scenario "Riferimento futuro" e lo scenario "Contenuto di zolfo molto basso" per le concentrazioni di PM2.5 durante il periodo invernale nell'area APICE (area del Grand Port maritime de Marsiglia). 43
Figura 25 : Differenza assoluta tra le concentrazioni di PM2,5 degli scenari SN100 (SECA + NECA) e la situazione di riferimento 2020. 44
Figura 26 : Scheda utilizzati per gli scenari su Tolone 45
Figura 27 : Scheda utilizzati per gli scenari su Tolone 46
Figura 28 : Traffico passeggeri e merci - Porto di Genova 47
Figura 29 : Scheda utilizzati per gli scenari su Genoa 51
Figura 30 : Traffico portuale per tipologia di nave a Livorno nel 2021 52
Figura 31 : Numero di scali per categoria di navi nel 2021 53
Figura 32 : Emissioni dei principali inquinanti e CO2 per tipologia di nave 53
Figura 33 : Scheda utilizzati per gli scenari su Livorno 55
Figura 34 : Scheda utilizzati per gli scenari su Cagliari e Olbia 57

Tabella delle tabelle

Tabella 1 : Cronologia di uno scalo tipico 8
Tabella 2 : Cronologia parziale di uno scalo con Cold Ironing 13
Tabella 3 : Metodologia Schede / Scenari 37
Tabella 4 : Caratteristiche principali per descrivere uno scenario 38

Introduzione

Questo rapporto fa parte del progetto Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020 "AER NOSTRUM" - L'aria bene comune", che ha come obiettivo principale quello di migliorare la sostenibilità delle attività marittime e portuali in ambito commerciale, contribuendo alla riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici e al miglioramento della qualità dell'aria nelle aree vicine ai porti.

Nell'ambito del progetto T3 "Prospettive sulla qualità dell'aria derivanti dall'identificazione delle misure di mitigazione e della strategia di gestione" - l'attività T3.2 è pianificata in due parti.

La prima parte consiste in una rassegna delle principali tecnologie attualmente disponibili sul mercato e di quelle che potrebbero essere disponibili a medio termine (entro 5-10 anni) per ridurre le emissioni inquinanti e di CO2. Il benchmark finale è presentato sotto forma di schede descrittive che raggruppano le caratteristiche economiche, logistiche e tecnologiche di ogni soluzione, quindi i parametri da prendere in considerazione per la loro integrazione in uno scenario di modellazione.

In seguito a questo lavoro di bibliografia svolto da Qualitair Corse, i partner del progetto sono invitati a incontrarsi con gli attori locali dei porti studiati durante comitati tecnici per definire con loro quali progetti sono allo studio con l'obiettivo di ridurre le emissioni nel porto. Come risultato di questi incontri, le azioni selezionate dovrebbero essere descritte secondo le caratteristiche specifiche di ogni soluzione, vale a dire; le dimensioni economiche e finanziarie rilevanti per la valutazione da parte degli armatori/porti del relativo investimento (informazioni dettagliate sulle spese di capitale e operative - CAPEX, OPEX - su ogni soluzione tecnologico in considerazione), le implicazioni positive in termini di riduzione delle emissioni, i possibili rischi e svantaggi, così come le indicazioni sintetiche che permettono di valutare/misurare l'efficacia degli investimenti a livello economico, finanziario e ambientale.

La seconda parte del rapporto riassume tutti gli scenari basati sulle schede che ogni partner del progetto vuole prendere in considerazione per il suo porto o i suoi porti di riferimento. Un lavoro di prioritizzazione sarà necessario per preparare il lavoro di modellazione per i partner interessati e per dare le basi per potenziali studi complementari per i partner senza strumenti di modellazione.

Questo rapporto costituisce l'output T3.2.1 che mira a fornire agli armatori una sorta di linea guida in cui sono evidenziati i **vantaggi/svantaggi** tecnico-economici delle diverse misure di mitigazione.

Descrizione del calcolo delle emissioni e dei parametri di modellazione

Al fine di proporre ipotesi e parametri rilevanti per ogni scenario, è importante prima stabilire una lista di dati comuni per ogni figura.

Per ogni traghetto/flotta, una combinazione di lavoro di inventario accoppiato con informazioni logistiche fornisce una solida base per la modellazione, per esempio:

Carburante (HSFO[1], LSFO[2], GNL[3], NH_3, Elec/H_2) **Disinquinamento** (FAP[4], Scrubber AA/AC[5], Ø) **Tecnologia** (CDE[6], Filtro dell'olio, Ø)	Stabilisce le emissioni inquinanti da ciascuna fonte
Consente di calcolare l'impatto delle emissioni sulla città	**Meteo / Topografia / Numero di navi** **Posizione di parcheggio** **Fase di durata** (Manovra/Parcheggio)

Questi elementi saranno dettagliati in modo più approfondito più avanti nella presente relazione nel contesto dei dettagli di alcune schede.

Ai fini del progetto, si accetta che uno scalo di una nave si articola come segue:

Processo*: *5 fasi distinte possono essere identificate durante uno scalo marittimo.

1 - Fase di crociera d'arrivo (PROP[7] ON, GEN[8] OFF)

2 - Fase di manovra d'arrivo (PROP ON, GEN OFF)

3 - Fase di attracco senza Cold Iron (PROP OFF, GEN ON)

4 - Fase di manovra di partenza (PROP ON, GEN OFF)

5 - Fase di crociera di partenza (PROP ON, GEN OFF)

Si dice che una nave completa la sua fase di crociera di arrivo quando attraversa il confine dell'area di studio del modello. La nave è quindi considerata in fase di manovra finché, una volta attraccata e ormeggiata, viene dato l'ordine "Terminato per la macchina (TPLM)" e i motori di propulsione vengono spenti. I generatori (o motori ausiliari) subentrano poi per fornire il sistema elettrico di bordo durante la fase di parcheggio. Poco prima della partenza, i motori di propulsione vengono riavviati (e i generatori spenti di nuovo) e la nave intraprende quindi la sua manovra di partenza, che è anche considerata completa quando lascia la zona di studio. La fase di partenza della crociera è quindi presa in considerazione a questo punto.

1 - Crociera d'arrivo *(Fuori dall'area di studio)*		
Propulsione ON	Generatori OFF	
2 - Manovra d'arrivo		
Propulsione ON	Generatori OFF	Durata : T_{MAN1}
3 - Parcheggio *(dopo TPLM - Terminato per la macchina)*		
Propulsione OFF	Generatori ON	Durata : T_{MOLO}
4 - Manovra di partenza		
Propulsione ON	Generatori OFF	Durata : T_{MAN2}
5 - Crociera di partenza *(Fuori dall'area di studio)*		
Propulsione ON	Generatori OFF	

Tabella 1 : Cronologia di uno scalo tipico

Le fasi 1 e 5 sono quindi percepite come uno sfondo di inquinamento e non intervengono direttamente nei calcoli di impatto sulla città durante le simulazioni.

Questa sequenza è valida non importa il porto di scalo, la logistica di arrivo e di partenza. La durata di ogni fase dipende dalle condizioni meteorologiche, dai regolamenti locali o dai vincoli del porto. Questo avrà un impatto sulle emissioni totali secondo i criteri di calcolo definiti dal Centro di Coordinamento Inventario Territoriale (CCIT[9]).

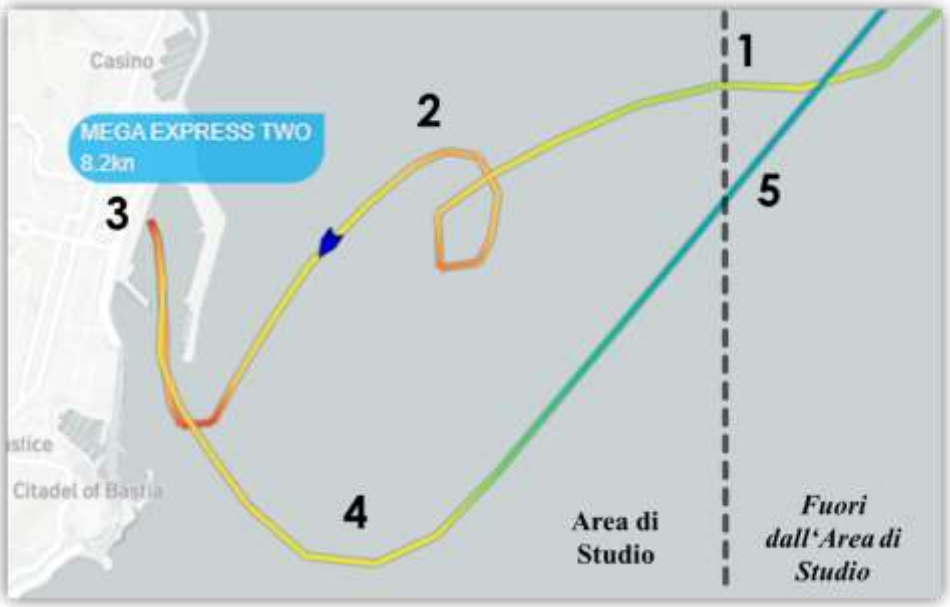

Figura 1 : Esempio di scalo di un traghetto Corsica Ferries a Bastia nel gennaio 2022 – AIS

Il calcolo delle emissioni secondo il tipo di nave e le diverse fasi del porto di scalo permette di orientare i progetti da studiare e di stimare l'impatto positivo che una soluzione potrebbe avere. Per esempio, nel 2019, i traghetti hanno rappresentato la quota maggiore di emissioni inquinanti, il che permette di dare la priorità alle soluzioni di riduzione delle emissioni ottimizzate per le navi passeggeri.

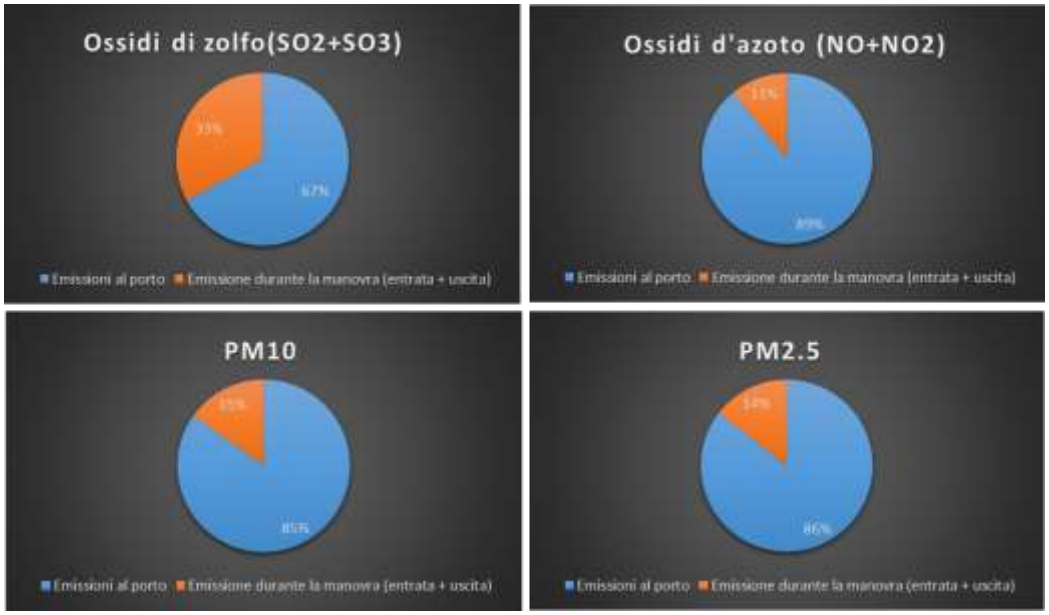

Figura 2 : Ripartizione delle emissioni per tipo di nave ad Ajaccio (2019)

Quando si controlla la quantità di emissioni secondo la fase dello scalo, diventa chiaro che è durante la fase di parcheggio che viene emessa la maggior parte dell'inquinamento. Ciò è dovuto principalmente al fatto che la durata della fase di parcheggio è in media molto più lunga della fase di manovra, soprattutto per i traghetti che rimangono in porto tutto il giorno. In questo caso, una soluzione basata su un collegamento elettrico alla banchina sarebbe di reale interesse per eliminare/ridurre la maggior parte di queste emissioni.

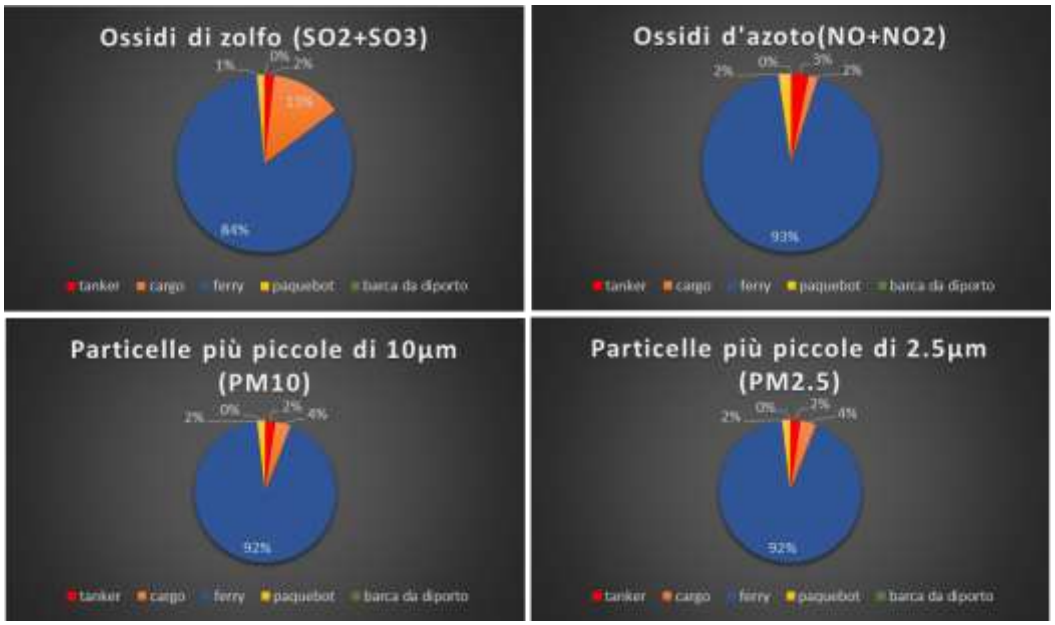

Figura 3 : Ripartizione delle emissioni secondo la fase dello scalo ad Ajjacio (2019)

D'altra parte, quando si tratta di scali più brevi, la proporzione tende a cambiare drasticamente. Confrontando le emissioni totali del grafico precedente per unità di tempo (e considerando che le fasi di manovra durano complessivamente 40min), vediamo che la fase transitoria è la più emettente. È questa fase che viene più spesso criticata quando si ricevono reclami sui pennacchi delle navi. Il diagramma sottostante rappresenta analiticamente l'osservazione visiva di tale eccesso di fumo al momento degli arrivi/partenze.

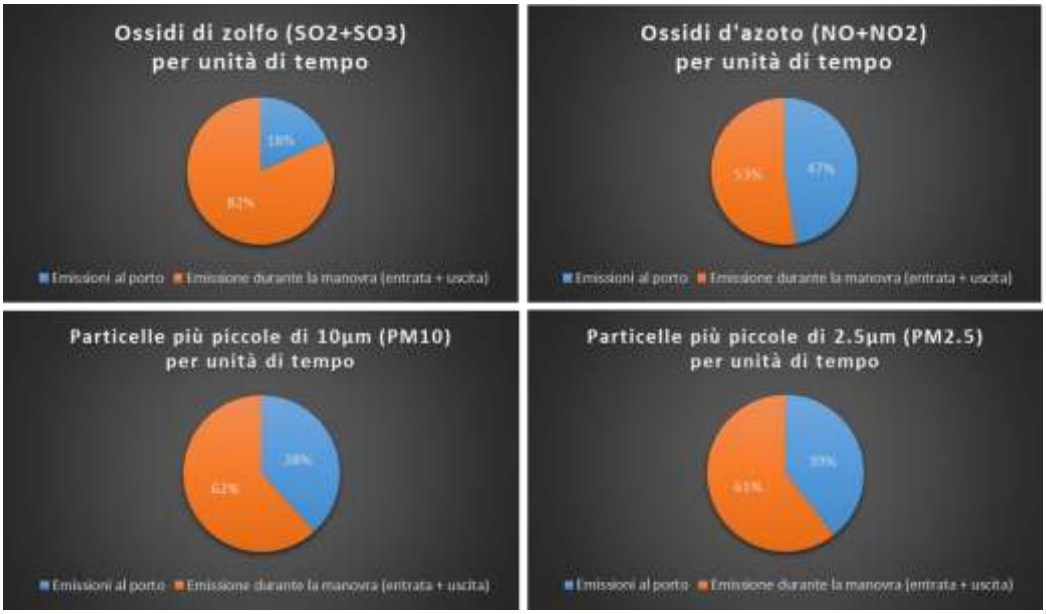

Figura 4 : Ripartizione delle emissioni per unità di tempo ad Ajaccio (2019)

In questi casi, le soluzioni orientate al disinquinamento sembrano più rilevanti per arginare questi picchi di emissioni legati all'aumento del carico motore per le manovre.

Non c'è quindi una sola soluzione da implementare per migliorare la qualità dell'aria, ma alcune dipendono anche dai vincoli logistici specifici di ogni scalo (impossibilità ad esempio di collegare la nave alla rete per scali inferiori alle 2 ore).

Il resto di questa relazione descrive un pannello non esaustivo di possibili soluzioni da implementare, che possono evolversi in base a innovazioni tecnologiche e/o cambiamenti nella logistica portuale, che serviranno come base per la definizione di scenari dettagliati da parte dei partner della programma.

1. Collegamento Elettrico in Banchina (Cold Ironing)

I – Collegamento Elettrico in Banchina *Cold Ironing / CENAB*[10]	
Scheda 1	*Collegamento delle Navi alla rete tenendo conto del metodo di produzione dell'energia elettrica*

Responsabilità	*Porti / Armatori / Fornitori di elettricità*	**Disponibilità**	*Breve/Medio termine*

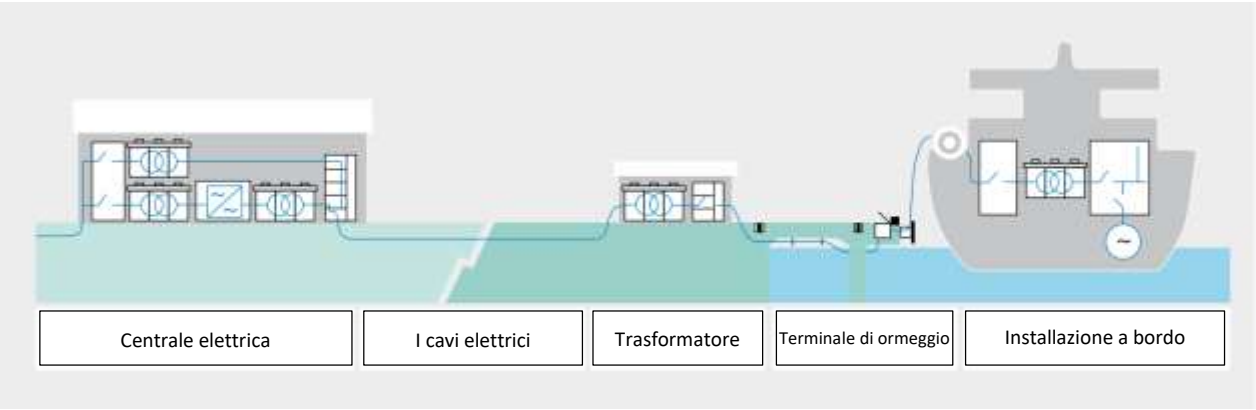

Figura 5 : Schema di collegamento di una nave in banchina

Descrizione :

Quando una nave fa scalo in un porto, deve per la maggior parte del tempo mantenere in funzione i suoi generatori di bordo per garantire le funzioni essenziali (sicurezza, logistica portuale, servizi primari/ventilazione, ecc). Per ridurre drasticamente le emissioni di sostanze inquinanti emesse dalle navi in porto, la principale soluzione attualmente in progetto è quella di collegare i generatori alla rete in modo tale da fermare completamente le macchine, eliminando così il rumore generato.

Questo progetto fa parte del quadro **Cold Ironing / Collegamento Elettrico delle Navi Ai Bacini (CENAB)**, che è stato implementato nella maggior parte dei grandi porti commerciali con una rete elettrica adattata. Tuttavia, il tema diventa più complesso quando le attuali infrastrutture di produzione di energia non sono sufficientemente dimensionate per soddisfare le esigenze delle navi (~2MW per un traghetto e fino a ~10MW per una nave da turismo) o non sono decarbonizzate.

Le attuali tecnologie e standard di connessione via cavo possono ospitare tutti gli scali più lunghi di 2,5 ore, con alcuni vincoli di sicurezza obbligatori durante il collegamento di una nave alla banchina. In futuro, la possibilità di collegare le navi per induzione (cioè senza bisogno di cavi) ridurrà al minimo il tempo trascorso sui generatori.

Riduzione delle emissioni previste:

Per stabilire il guadagno complessivo di questa soluzione, è importante conoscere la fonte di generazione elettrica che permette la connessione della nave. Se l'energia disponibile è prodotta nelle vicinanze del porto, le emissioni indirette locali devono essere prese in considerazione per includerle nel calcolo dell'impatto.

Nel caso di elettricità decarbonizzata (pannelli solari, idrogeno verde, nucleare, ecc.) o di una centrale termica sufficientemente lontana dall'area portuale, le emissioni locali possono essere considerate pari a zero, il guadagno è quindi massimo, la soluzione è quindi zero emissioni a livello del porto (così come nei modelli di simulazione).

Nel caso dell'elettricità prodotta nel porto o nelle sue immediate vicinanze per mezzo di una centrale termica, cogenerazione o LNG, l'ipotesi di una riduzione totale delle emissioni non è possibile. Pertanto, è necessario prendere in considerazione le emissioni in eccesso indotte dalla domanda di energia delle navi. Il calcolo delle emissioni sarà fatto stimando la quantità di inquinanti emessi in relazione alla potenza richiesta.

Durata utile :

Il Cold Ironing diventa utile quando i generatori di bordo sono completamente spenti e l'energia di bordo è fornita dalla rete esterna. Questa fase utile termina quando i generatori vengono riavviati per preparare la partenza. La sequenza esatta dipende dal tipo di nave e dal porto di scalo, e il tempo utile può variare per un tempo di parcheggio equivalente.

Corso d'azione: *7 fasi distinte possono essere identificate durante uno scalo.*

1 - Fase di crociera d'arrivo (PROP[11] ON, GEN[12] OFF, Fuori dall'Area di Studio)
2 - Fase di manovra d'arrivo (PROP ON, GEN OFF, Nell'Area di Studio)
3.1 - Fase di attracco senza Cold Ironing 1 (PROP OFF, GEN ON, Nell'Area di Studio)
3.2 - Fase di attracco con Cold Ironing (PROP OFF, GEN OFF, Nell'Area di Studio)
➔ Durata utile con Cold Ironing
3.3 - Fase di attracco senza Cold Ironing 2 (PROP OFF, GEN ON, Nell'Area di Studio)
4 - Fase di manovra di partenza (PROP ON, GEN OFF, Nell'Area di Studio)
5 - Fase di crociera di partenza (PROP ON, GEN OFF, Fuori dall'Area di Studio)

Glossario :

T_{APP}: Tempo di approdo con GEN ON
$T_{COLDIRONING}$: Durata della fase Cold Iron con GEN OFF
T_{IMB} : Tempo di imbarco con GEN ON
T_{MOLO}: Tempo di attracco totale con PROP OFF (= $T_{APP} + T_{COLDIRONING} + T_{IMB}$)
T_{MAN1} : Durata totale della manovra di arrivo con PROP ON
T_{MAN2} : Durata totale della manovra di partenza con PROP ON
T_{PROP} : Tempo totale di spedizione con PROP ON (= $T_{MAN1} + T_{MAN2}$)
T_{PORTO} : Durata totale della nave nell'area di studio

2 - Manovra d'arrivo		
Propulsione ON	Generatori OFF	Durata : T_{MAN1}

3.1 - Parcheggio *(dopo TPLM - Treminato per la macchina)*		
Propulsione OFF	Generatori ON	Durata : T_{APP}

3.2 – Parcheggio Cold Ironing *(dopo l'approdo)*		
Propulsione OFF	Generatori OFF	Durata : $T_{COLDIRONING}$

3.3 – Parcheggio *(prima dell'imbarco)*		
Propulsione OFF	Generatori ON	Durata : T_{IMB}

4 - Manovro di partenza		
Propulsione ON	Generatori OFF	Durata : T_{MAN2}

Tabella 2 : Cronologia parziale di uno scalo con Cold Ironing

Procedura generalizzata di collegamento a terra *(Fonte Corsica Linea e La Méridionale)*:

Per ragioni di sicurezza e per evitare qualsiasi possibile blackout, è solo una volta completato lo sbarco (T_{APP} ~ 30min/1h a seconda del numero di passeggeri/merci accompagnate da sbarcare) che viene lanciato il collegamento elettrico alla banchina:

- Un elettricista della nave va nella stanza dei collegamenti e apre la porta laterale.
- Utilizzando un telecomando, punta il fiocco di collegamento a terra verso la nave
- Porta il cavo all'estremità del fiocco nella stanza delle connessioni e inserisce la presa di connessione del fiocco.
- Nella sala di controllo dei motori della nave, l'ufficiale di guardia dei motori avvia la sequenza di collegamento della nave con la terraferma, che avviene automaticamente. Alla fine di questa sequenza, il trasformatore e il quadro di media tensione sono alimentati a 11.000V.
- Una volta fatto questo collegamento, l'ufficiale di guardia richiede l'accoppiamento del collegamento a terra con gli alternatori diesel della nave. Il sistema di gestione dell'energia della nave chiude quindi l'interruttore di bassa tensione e trasferisce progressivamente l'uscita elettrica dai generatori diesel all'alimentazione a terra.
- Alla fine della sequenza di accoppiamento, tutti i bisogni elettrici della nave sono soddisfatti da terra e i generatori diesel sono spenti.

Una volta che la nave è collegata, i generatori sono spenti e la rete di bordo è fornita dalla connessione a terra. L'intero processo richiede una media di 15 minuti.

Procedura generalizzata di disconnessione a terra ***(Fonte Corsica Linea e La Méridionale)*****:**

Allo stesso modo, il processo inverso è iniziato appena prima delle prove di sicurezza della nave e la preparazione per l'imbarco (**TIMB** ~ 1h/2h a seconda del numero di passeggeri/carico accompagnato da imbarcare).

- L'ufficiale di guardia del motore richiede il disaccoppiamento del collegamento a terra. Il sistema di gestione dell'energia della nave avvia i generatori diesel e trasferisce progressivamente la produzione di energia da terra ai generatori diesel. Alla fine della sequenza, l'interruttore di bassa tensione si apre e nessuna energia viene fornita alla nave da terra.
- L'ufficiale di guardia chiede la disconnessione della nave dalla riva. Questo viene fatto automaticamente dalla nave. Alla fine di questa sequenza, l'impianto di media tensione della nave non è più in tensione.
- L'elettricista della nave va poi nella stanza dei collegamenti, scollega la presa di corrente e riporta il fiocco nella sua posizione di parcheggio.

➔ La procedura totale rispettando i vincoli di sicurezza richiede quindi almeno 1,5 ore di funzionamento (fino a 3 ore in alcuni casi specifici) con i generatori. Questo è incompatibile con gli scali brevi, in particolare nel periodo estivo quando la fase di banchina dura raramente più di 2 ore.

Vantaggi / Svantaggi per l'armatore :

Un traghetto consuma tra i 500 e i 2000 litri all'ora di gasolio (1), la connessione alla rete permetterebbe un risparmio di carburante per l'armatore (compreso il costo del contratto elettrico).

L'adattamento tecnico della nave può essere effettuato durante le chiamate di manutenzione tecnica a cui le navi sono regolarmente sottoposte. I finanziamenti possono essere messi in comune con le regioni e il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR). Il costo varia tra 1 e 1,5 milioni di euro per nave a seconda delle dimensioni, con un tempo di installazione di circa 4 settimane (2).

In effetti, la nave deve essere dotata di un pannello elettrico supplementare collegato al suo quadro principale e, in molti casi, di un trasformatore riduttore (3).

La difficoltà tecnica sta nella capacità di trasferire l'energia a bordo senza interruzione durante l'arresto graduale dei generatori, e viceversa al momento della partenza, adattandosi allo standard internazionale di tensione per le navi, cioè 11.000 volt.

Vantaggi / Svantaggi per il porto :

Il lavoro di installazione dei terminali elettrici richiede una logistica per garantire la continuità delle attività portuali, e per affrontare le sfide tecniche di potenza e frequenza della rete elettrica di bordo per accogliere le navi in visita. Una nuova sottostazione elettrica deve essere dotata di interruttori e sezionatori, un interruttore automatico di messa a terra, un trasformatore, dispositivi di protezione (trasformatori e relè di protezione della linea), mezzi di comunicazione tra la nave e la banchina, e spesso un convertitore di frequenza per adattare la frequenza della rete terrestre a quella di ogni nave.

I traghetti consumano tipicamente tra 1 e 3 MW su una frequenza di 50 Hz. Le navi da crociera sono per lo più sullo standard americano di 60Hz e richiedono fino a 12MW.

L'elettricità viene fornita o acquistandola da un fornitore di energia, nel qual caso è necessario l'appoggio delle autorità locali per offrire un prezzo di rivendita equo, o attraverso la produzione diretta dal porto (parco fotovoltaico, idrogeno, ecc.).

L'investimento dipende dalle dimensioni del porto, dall'energia disponibile e dal numero di banchine attrezzate. Il Grand Port de Marseille (GPMM) ha investito 20 milioni di euro nel 2019 (4).

Esempio di progetto Cold Ironing – La Méridionale:

Dopo sette anni di studi e negoziati, il primo collegamento in banchina è stato installato nel 2017 dal Grand Port de Marseille (GPMM) in collaborazione con la compagnia di navigazione La Méridionale, investendo un totale di 4,4 milioni di euro cofinanziati dall'Agenzia francese per la transizione ecologica (ADEME) e dal FESR (5). Le tre navi (la Piana, la Girolata e la Kalliste) possono ora spegnere i loro generatori durante le loro lunghe soste (~12h).

Oltre al risparmio di 1.200 tonnellate di gasolio in banchina, il porto ha concesso alla compagnia un bonus ecologico di 216.000 euro all'anno in tasse portuali ridotte (6). La riduzione stimata è di circa 6.800 tonnellate di CO2, 7,7 tonnellate di particelle fini, 49 tonnellate di NO2 e 4 tonnellate di SO2, l'equivalente in particelle (PM10) e emissioni di CO2 di più di 3.000 veicoli al giorno e 65.000 altri veicoli al giorno per gli ossidi di azoto (NOx) (7).

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e da quelli del progetto :

- Potenza richiesta (dipende dal numero e dal tipo di navi da collegare)
- Potenza installata (dipende dall'installazione esistente o dalla creazione della porta)
- Frequenza rete/nave (50 o 60 Hz)
- Tempo necessario per collegare una barca alla banchina (Dipende da vincoli logistici e di sicurezza)
- Costo stimato (dipende dai progetti proposti)
- Tipo di energia disponibile (Nucleare, Centrale termica, Solare, ecc.)
- Disponibilità
- Rifornimento di carburante
- Legislazione sui materiali pericolosi
- Posto utilizzato sul porto
- Tempi di utilizzo
- Quantità di inquinanti emessi indirettamente dalla produzione di energia elettrica fuori dall'area di studio

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di navi *(collegate e non)*
- Numero e ubicazioni delle banchine elettriche
- Stima delle emissioni della centrale (Dipende dal combustibile utilizzato)
- Frequenza di utilizzo dell'impianto

2. Uso di combustibili alternativi

2.1 Navi a LNG

II – Combustili alternativi	
Scheda 2.1	*Navi a LNG*

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Breve/Medio termine*

Figura 6 : Futura nave a LNG della Corsica Linea, Galeotta – Corsica Linea

Descrizione :

Una soluzione per ridurre le emissioni di inquinanti emessi direttamente dalle navi durante tutto il periodo di navigazione/manovra è l'uso di un combustibile alternativo all'olio combustibile pesante HSFO, generalmente usato, che è un alto emettitore di particelle fini e di zolfo.

Alcune navi stanno già operando con combustibili alternativi in modo più o meno avanzato.

Questo è in particolare il caso delle navi **LNG (Liquid Natural Gas)**, un combustibile fossile noto per emettere molto meno particelle fini, ossidi di azoto e di zolfo. Il gas naturale è considerato da molti un combustibile abbondante, economico e più pulito. Si prevede che supererà il carbone come seconda fonte di energia più importante del mondo - dopo il petrolio - entro il 2040 (8).

Per il trasporto via nave, il gas naturale deve prima essere raffreddato in forma liquida per ridurre considerevolmente il suo volume. Nella sua forma liquida, nota come LNG, il gas naturale richiede 600 volte meno spazio quando è tenuto a una temperatura di - 160 °C a pressione atmosferica per un trasporto efficiente su lunghe distanze (9).

Riduzione delle emissioni previste :

Nel contesto della scheda 2.1, la nave che arriva al porto opera con LNG, e le emissioni sono quelle dei motori di propulsione per la fase di manovra, e quelle dei generatori per la fase di parcheggio. Rispetto ai combustibili tradizionali, la combustione del gas naturale produce l'85-90% in meno di ossidi di zolfo (SOx) e di particelle fini e il 35-85% in meno di ossidi di azoto (NOx), a seconda del tipo di motore. Si prevede anche una riduzione media del 25% delle emissioni di CO2, con il valore effettivo che dipende dal carburante di confronto e dalla qualità del LNG.

Va notato, tuttavia, che la presa in considerazione dei vari metodi di estrazione può variare questo risultato su scala globale. Il rilascio involontario di metano nell'atmosfera a causa di perdite durante la manipolazione/trasporto o la combustione incompleta ha un effetto di riscaldamento globale fino a 25 volte superiore a quello causato dall'anidride carbonica (il cui potenziale di riscaldamento globale (**GWP**) è **25 volte superiore a quello della CO2 in termini di effetto serra**) (10).

Confrontando le emissioni per CO2 equivalente e per tonnellata di carico trasportata per nave su 1 km, l'impatto del LNG sul riscaldamento globale è maggiore di quello del combustibile HSFO da un rilascio di metano superiore all'1% del volume totale di LNG proveniente dal Qatar e al 2% per quello che passa attraverso il Mare del Nord (11).

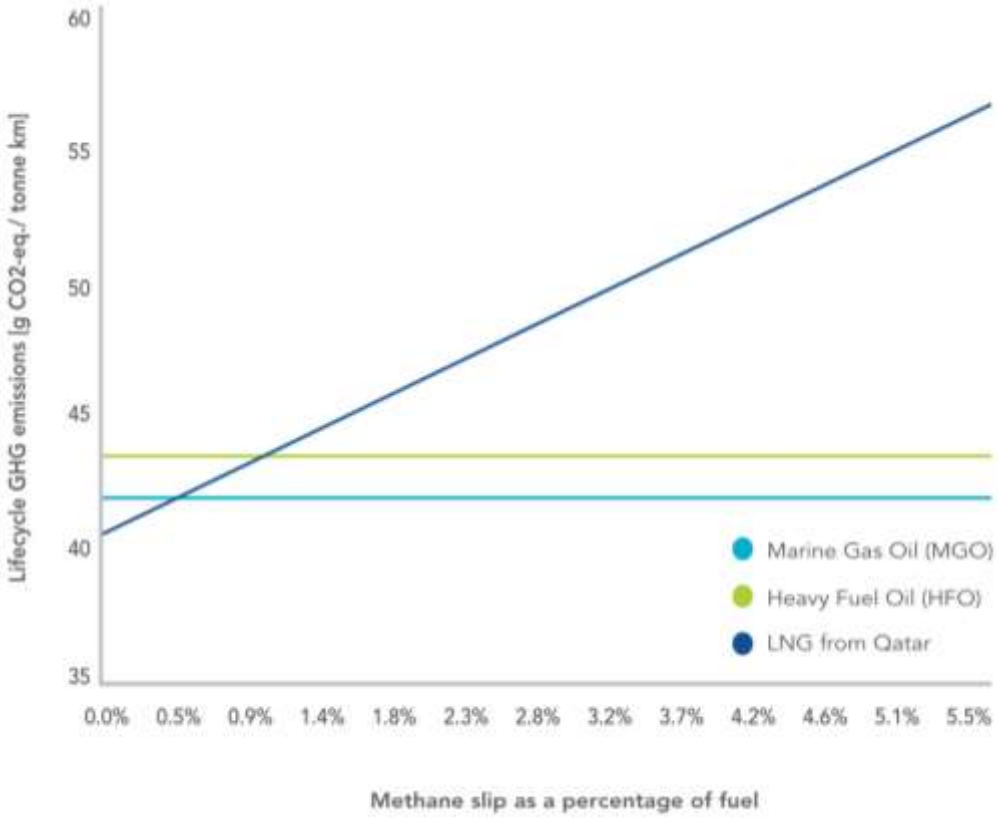

Figura 7 : Impatto del ciclo di vita del carburante sul riscaldamento globale – ClearSeas

Dato che lo studio AER NOSTRUM si concentra solo sull'impatto locale delle soluzioni implementate, le emissioni indirette non saranno prese in considerazione, a maggior ragione se si considera che le procedure di rifornimento delle navi sono sufficientemente sicure per evitare qualsiasi perdita.

Durata utile :

La nave, che funziona interamente a LNG, vedrà le sue emissioni di particelle fini drasticamente ridotte durante l'intero porto di scalo. La nave non dovrebbe essere collegata a un sistema di alimentazione a terra, poiché la sua rete di bordo è alimentata anche da LNG.

Adattamento delle navi:

Prima di convertire le navi all'uso del LNG come combustibile, sono necessari diversi passaggi, tra cui

- Studiare la fattibilità della conversione in considerazione dell'età, delle condizioni e della struttura della nave;
- Identificare i cantieri navali disponibili in grado di effettuare la conversione;
- Installare nuovi motori, motori ausiliari e serbatoi di carburante progettati per LNG;
- Effettuare test e ispezioni per garantire la qualità e confermare che tutti i requisiti della società di classificazione siano soddisfatti;
- Effettuare prove in mare per verificare che la nave funzioni correttamente;
- Addestrare l'equipaggio per garantire l'uso sicuro ed efficiente del nuovo tipo di carburante.

Rischi e logistica del LNG :

Come menzionato in precedenza, i rischi principali riguardano le perdite di metano durante il ciclo di vita del LNG, dall'estrazione all'utilizzo, comprese le fasi di liquefazione a -160°C, trasporto e stoccaggio.

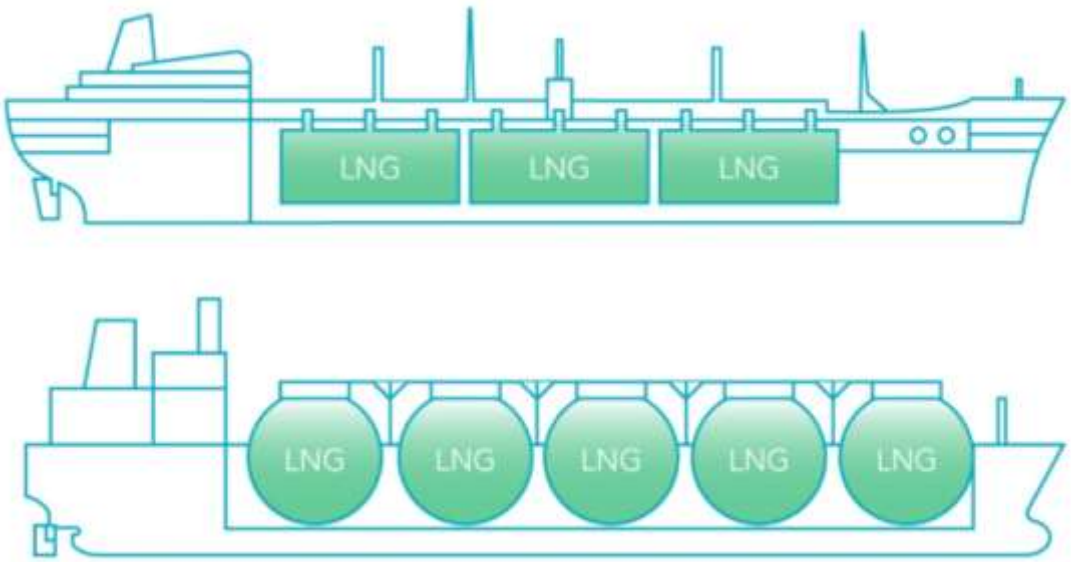

Figura 8 : Navi a LNG - ClearSeas

Le navi metaniere sono progettate e costruite con molte caratteristiche di sicurezza, tra cui serbatoi isolati e strutture a doppio scafo, ma anche :

- Sistema di sicurezza di traboccamento che ferma automaticamente il carico dei serbatoi di carico quando viene raggiunto un certo livello.
- Valvole di protezione contro la sovrapressione su ogni serbatoio per mantenere la pressione ad un livello ideale durante tutto il viaggio.
- Ampie procedure di sicurezza e formazione per garantire operazioni sicure (12).

Negli ultimi 60 anni di trasporto di GNL, sono state registrate piccole fuoriuscite di GNL durante le operazioni di carico e scarico del carico. La sua forma liquida non è infiammabile, e il GNL forma rapidamente una nuvola di vapore se versato, presentando un pericolo di incendio in presenza di calore o altre fonti di accensione. Inoltre, il danno criogenico è possibile a causa della temperatura iniziale della forma liquida, così come il soffocamento a causa dell'alta concentrazione di gas.

Tuttavia, tali fuoriuscite sono improbabili, dati i numerosi standard di sicurezza tecnici e logistici e le misure di sorveglianza attiva che sono in atto per ridurre il rischio di attacco deliberato.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato
- Logistica di rifornimento
- Disponibilità
- Guadagno lordo previsto
- Possibile adattamento delle navi

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di navi GNL
- Miscela GNL / olio combustibile pesante
- Emissioni di navi GNL

Questa scheda riguarda principalmente gli armatori che dovranno fornire nuovi dati sulle emissioni associati a questa tecnologia. La logistica del rifornimento sarà descritta dai porti e dai fornitori di energia. Maggiori informazioni su https://clearseas.org/en/lng/.

2.2 Navi Ammoniaca

II – Combustili alternativi	
Scheda 2.2	*Navi ad Ammoniaca*

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Breve/Medio termine*

Figura 9 : Rappresentazione di una nave alimentata ad ammoniaca – Impressione dell'artista di N. de Vries

Descrizione :

Una soluzione per ridurre le emissioni di inquinanti emessi direttamente dalle navi durante l'intero periodo di navigazione/manovra sta gradualmente passando all'**ammoniaca** come combustibile alternativo, soprattutto per le navi container. Noleggiatori, costruttori navali, compagnie di navigazione e anche finanziatori del settore hanno capito che le navi da **carico a "zero emissioni"** devono essere introdotte rapidamente. Il gas naturale liquefatto è - nonostante le sue qualità - una tecnologia che ha poco o nessun potenziale di riduzione delle emissioni di gas serra, in particolare a causa delle **perdite di metano** lungo la catena di approvvigionamento e durante il funzionamento del motore.

L'ammoniaca (**NH_3**), composta da azoto e idrogeno, è ora l'opzione preferita. Gassoso a temperatura e pressione standard, è liquefatto a -33°C e può essere mantenuto liquido a 10 bar o, preferibilmente, in forma "criocompressa" (13). Diventa particolarmente interessante nel contesto della produzione rinnovabile, che al momento non è maggioritaria, essendo prodotta principalmente dal metano.

Il suo uso è misto, sia in alcune **celle a combustibile** che nei **grandi motori diesel delle navi di oggi**, dopo alcune modifiche. Questo combustibile è tuttavia noto per essere **corrosivo, tossico e maleodorante**. Non è facilmente infiammabile e ha bisogno di additivi (idrocarburi/idrogeno, ecc.) per essere usato in un motore a combustione. L'idrogeno può essere estratto dall'ammoniaca a bordo della nave ($2NH_3 \rightarrow 3H_2+N_2$).

La sua combustione non produce **biossidi di carbonio**, ma una quantità significativa di **ossidi di azoto**, che richiede un sistema efficiente di disinquinamento a valle (tramite riduzione catalitica selettiva, **SCR**) che utilizza anche l'ammoniaca come agente riducente.

Ad oggi, l'uso dell'ammoniaca come combustibile in un motore a combustione adattato è 3,2 volte più costoso di un combustibile convenzionale allo 0,5% per lo stesso viaggio (14). Questo costo tenderà a diminuire con il miglioramento dei processi di fabbricazione dell'ammoniaca verde. Il suo utilizzo attraverso le celle a combustibile richiede più ricerca prima che sia sufficientemente conveniente, ma potrebbe diventare una tecnologia di primo piano nel panorama marittimo in futuro.

Riduzione delle emissioni previste :

Nel contesto della scheda 2.2, la nave che arriva in porto funziona ad ammoniaca, e le emissioni sono quelle dei motori di propulsione per la fase di manovra, e quelle dei generatori per la fase di parcheggio. È importante prendere in considerazione le riduzioni di particelle fini e di CO_2, ma anche e soprattutto il possibile aumento delle emissioni di NOX che sono in linea di principio trattate all'uscita del motore grazie all'aggiunta di un sistema di disinquinamento SCR. Lo stesso prodotto è usato come combustibile principale (NH_3), come combustibile pilota (decomposizione in H_2), e come riduttore di NO_x.

Di nuovo, le emissioni indirette non locali non sono prese in considerazione dallo studio AER NOSTRUM.

Durata Utile :

La nave operante interamente ad ammoniaca vedrà le sue emissioni di polveri sottili e CO2 drasticamente ridotte per tutta la durata dello scalo.

Rischi dell'ammoniaca :

L'ammoniaca è leggermente meno infiammabile del combustibile convenzionale, quindi il rischio è ridotto. D'altra parte, la sua tossicità comporta la necessità di mettere in atto numerosi sistemi di sicurezza per prevenire e/o contenere qualsiasi rischio di perdita. Se si trova in alte concentrazioni nell'ambiente, può danneggiare gli organismi viventi e causare una reale minaccia all'equilibrio della biodiversità. I livelli normali possono essere recuperati naturalmente dopo qualche tempo attraverso il ciclo naturale dell'azoto nell'aria e nell'acqua (14).

Come carburante marino, è soggetto agli stessi rischi di un carburante convenzionale (difetti di pressione, problemi nel sistema di alimentazione, ecc.) Va notato, tuttavia, che la presenza di idrogeno come risultato della decomposizione dell'ammoniaca prima della combustione in un uso termico dell'ammoniaca porta a maggiori rischi di infiammabilità.

Per ridurre i rischi, oltre ai sistemi di rilevamento di idrogeno e ammoniaca combinati con la ventilazione, le valvole automatiche devono poter essere attivate in caso di perdita.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato
- Logistica di rifornimento
- Disponibilità
- Guadagno lordo previsto
- Possibile adattamento delle navi esistenti

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di navi NH_3
- Miscela NH_3 / olio combustibile pesante
- Emissioni di navi NH_3

Poiché la tecnologia è ancora in fase di sviluppo, questa scheda è presentata come una base ipotetica per progetti futuri. Nuovi dati sulle emissioni devono essere raccolti dagli armatori.

.

2.3 Navi a idrogeno, elettriche e ibride

II – Combustili alternativi	
Scheda 2.3	*Navi a idrogeno, elettriche e ibride*

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Medio / Lungo termine*

Figura 10 : MS Roald Amundsen, Nave ibrida – Hurtigruten

Descrizione :

Una soluzione più futuristica, ma già in uso, prevede l'uso di **navi completamente elettriche**, che non emettono praticamente nessuna emissione, con **idrogeno** accoppiato a celle a combustibile come mezzo di stoccaggio dell'energia, o direttamente a **batterie**. Questa opzione può anche assumere la forma di navi ibride che possono passare a un funzionamento completamente privo di emissioni in modalità elettrica (H2 o Electric). Questo è già il caso di alcune navi turistiche che operano in aree sensibili come i fiordi norvegesi, capaci di operare fino a 30 minuti senza emissioni. Questo potrebbe eliminare la fase di manovra particolarmente emissiva nell'uso convenzionale.

Riduzione delle emissioni previste :

Nel contesto della scheda 2.3, la nave che arriva al porto funziona interamente con energia elettrica. È possibile un'ipotesi che coinvolge navi ibride, utilizzando un carburante più convenzionale per la fase di crociera, e un cambiamento a tutto elettrico quando ci si avvicina ai porti, come per le auto ibride che passano ai motori a combustione interna in autostrada. Il guadagno sarebbe massimo poiché nessuna emissione sarebbe generata dallo scalo delle navi. La tecnologia non è ancora

sufficientemente matura, ma questo sarebbe l'equivalente della soluzione in cui le emissioni sono completamente ridotte alla fonte.

Nel caso delle navi ibride, questo dipende dalla tecnologia a bordo, ma alcuni armatori, come Hurtigruten in Norvegia, hanno annunciato guadagni nell'ordine del 20% di CO2 (3.000 tonnellate in meno all'anno (15)) sfruttando modalità elettriche della durata di 15-30 minuti (16).

Progetti in corso :

La **Norvegia** è un pioniere nella ricerca sulla navigazione senza carbonio, con molti fiordi in ambienti sensibili che richiedono un'attenzione speciale per ridurre l'impatto del traffico.

Bastø Fosen che gestisce una traversata di 10 km del fiordo di Oslo tra Horten e Moss, ha deciso di convertire i suoi tre traghetti diesel in elettrici. La rotta trasporta 3,8 milioni di passeggeri e 1,8 milioni di veicoli ogni anno, rendendola la rotta di navigazione più trafficata della Norvegia.

La prima di queste - la **Bastø Electric** - può ora trasportare 200 auto e 600 passeggeri grazie a una batteria di 4,3MWh che può essere ricaricata in 30 minuti in banchina, il tempo necessario per effettuare le operazioni di sbarco e imbarco.

Quando i tre traghetti che attraversano il fiordo saranno elettrificati, le loro emissioni di CO2 saranno ridotte del 75%. Secondo uno studio di **Siemens Energy**, l'impronta di carbonio generata dalla fabbricazione delle batterie e dalla conversione delle navi in motori elettrici sarà compensata in meno di 7 anni (17).

Figura 11 : La Bastø Electric, la nave elettrica più grande del mondo (139m) – Révolution Energétique

Un altro esempio è quello della prima nave portacontainer elettrica - la **Yara Birkeland -** che è stata recentemente gestita dalla società Yara per fare viaggi giornalieri di circa 10 km, sostituendo 40 000 viaggi all'anno fatti di solito in camion. Il pacco di energia da 6,8 MWh fornisce un'autonomia di 120 km. Il contratto è stato valutato a circa 25 milioni di euro e affidato a **VARD** (18).

Figura 12 : La Yara Birkeland, la prima nave da carico 100% elettrica – Révolution Energétique

Durata Utile :

Poiché la nave funziona interamente con l'elettricità quando si avvicina ai porti, in particolare nella fase di manovra e di parcheggio (a batteria o via H2), l'intera sosta è quindi presa in considerazione.

Va notato che questo sistema è compatibile con il collegamento all'alimentazione da terra, supponendo che possa fornire l'alimentazione da terra e ricaricare le batterie di una possibile modalità ibrida.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato
- Maturità del progetto
  Logistica di rifornimento (serbatoio H2 per fuel cell / Cold Ironing per ricaricare le batterie e garantire la rete di banchina).

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di barche elettriche
- Condizioni di utilizzo di una modalità ibrida (temporalità e relative emissioni)

3. Miglioramenti tecnico-logistici al porto e alle navi

3.1 Filtrazione delle emissioni inquinanti (Scrubber a umido/secco e FAP)

III – Miglioramenti tecnico-logistici	
Scheda 3.1	*Disinquinamento (Scrubber & FAP)*

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Attuale / Breve termine*

Figura 13 : Schema di funzionamento di un filtro antiparticolato a secco – La Méridionale

Descrizione :

Per ridurre le emissioni di inquinanti emessi direttamente dalle navi durante tutto il periodo di navigazione/manovra, è possibile aggiungere **sistemi di controllo dell'inquinamento** a monte delle ciminiere.

Dal 1° gennaio 2020, i regolamenti MARPOL impongono un limite al contenuto di zolfo nel Mediterraneo. Le emissioni di ossido di zolfo non devono superare lo 0,5%. Per raggiungere questo obiettivo, la maggior parte delle navi che collegano la Corsica al continente sono dotate di un sistema di lavaggio dei fumi chiamato scrubber, per catturare le particelle tossiche. Mentre alcuni usano circuiti "chiusi" per conservare l'acqua contaminata e i rifiuti a bordo per il trattamento a terra, altri usano circuiti aperti che scaricano l'acqua inquinata in mare.

Il trattamento a umido dei fumi è un processo che utilizza l'acqua di mare in una torre di lavaggio per ridurre le emissioni inquinanti di una nave. In questo scenario, le acque reflue contenenti solfati e altri elementi (metalli, fuliggine, ecc.) vengono scaricate in mare (in un sistema a circuito aperto) o immagazzinate sulla nave (in un "circuito chiuso").

I cambiamenti dei regolamenti sullo scarico dei cicli aperti hanno proibito il loro uso dal gennaio 2022, ma una deroga è possibile fino al gennaio 2026 in Francia per alcuni armatori (19) (20).

Un trattamento a secco, come suggerisce il nome, non usa acqua. Un processo di trattamento dei gas di scarico utilizza un reagente a base di bicarbonato di sodio che "in teoria" rimuove fino al 100% di **SO_x** e più del 99% del particolato. Nessun rifiuto, residuo o inquinante viene rilasciato nell'aria o nel mare grazie al **riciclaggio dei residui sulla terraferma** (21):

- Il reagente a base di sodio è caricato sulla nave e immagazzinato in silos a bordo.
- Durante il processo, viene iniettato nei gas di scarico della nave. Il residuo di solfato di sodio risultante da una reazione con SOx nel gas di scarico viene filtrato e rimosso dal camino della nave, insieme ad altre particelle come microinquinanti, fuliggine, ecc.
- I residui sono raccolti e immagazzinati in silos a bordo, fino a quando vengono scaricati per il trattamento a terra.

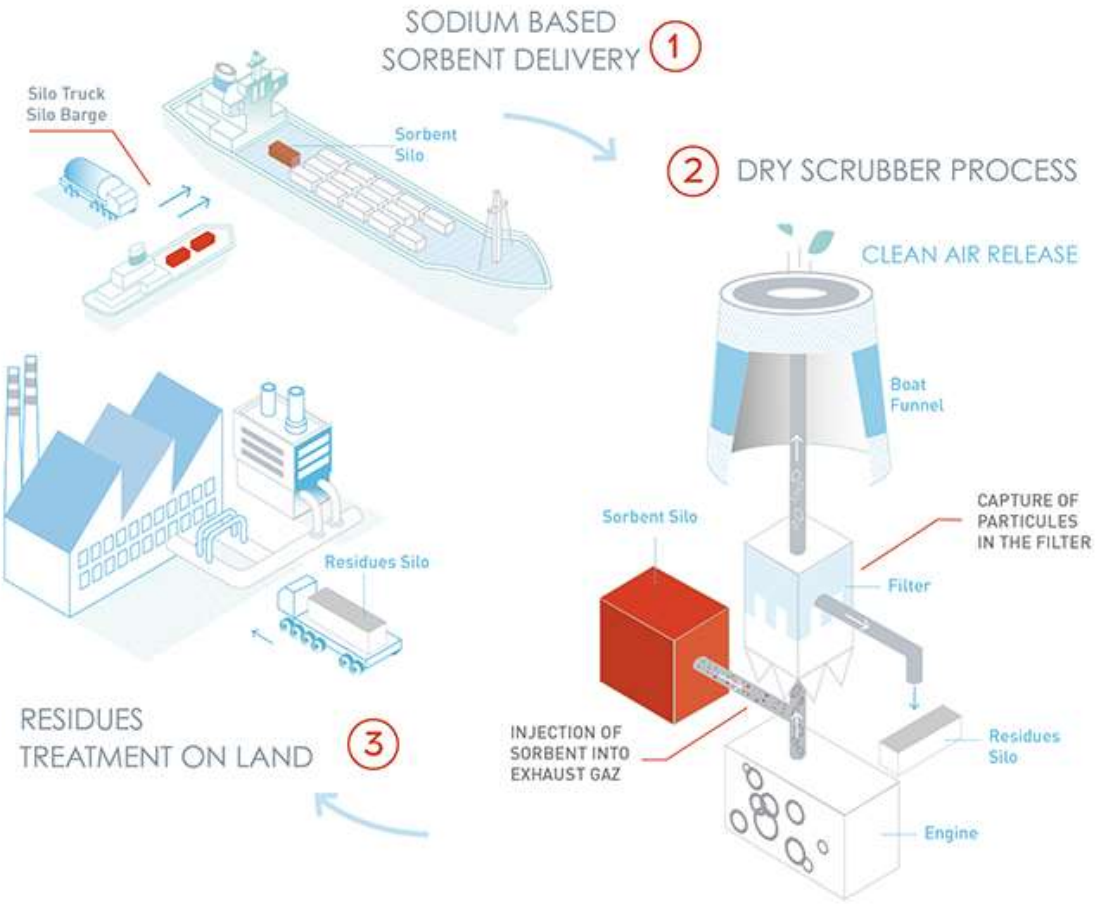

Figura 14 : Ciclo di trattamento dei fumi, processo a secco – Solvair Solutions

Riduzione delle emissioni previste :

Questo dipende dalla tecnologia utilizzata e dal numero di filtri per il numero di motori. La performance attesa è dell'ordine del 99,9% di riduzione delle particelle fini, così come una riduzione di SOX al di sotto delle soglie regolamentari (22).

L'efficienza dei filtri permette di rispettare le soglie di emissione regolamentari e in alcuni casi di utilizzare combustibile più economico con un alto contenuto di zolfo (fino al 3,5%) (23).

Caratteristiche di un trattamento dei gas di scarico a secco :

- Tasso di rimozione delle particelle più alto di un processo a base d'acqua (oltre il 99%)
- Installazione senza bacino di carenaggio possibile in poche settimane
- Può essere combinato con la riduzione catalitica selettiva (SCR) DeNOx per sinergie significative
- Minori costi di capitale e operativi
- Migliore tasso di disponibilità
- Meno manodopera richiesta per la manutenzione e il funzionamento
- Reagente non tossico
- Nessun effluente scaricato in mare
- I residui possono essere trattati e riciclati a terra

Durata Utile :

La nave operante interamente con i suoi filtri, motori di propulsione o generatori, si tiene quindi conto dell'intero scalo.

Costo stimato per nave :

Sulla base degli investimenti fatti dall'armatore La Méridionale, il costo dell'installazione completa di uno scrubber a secco è di circa 10M (24). L'investimento può essere cofinanziato dalla regione, dal porto o anche dall'UE (25).

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato
- Tempo di adattamento
- Disponibilità

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di barche attrezzate
- Numero di motori equipaggiati per nave

3.2 Filtrazione di combustibili e oli

III – Miglioramenti tecnico-logistici	
Scheda 3.2	*Disinquinamento a monte (filtrazione olio/carburante)*

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Attuale / Breve termine*

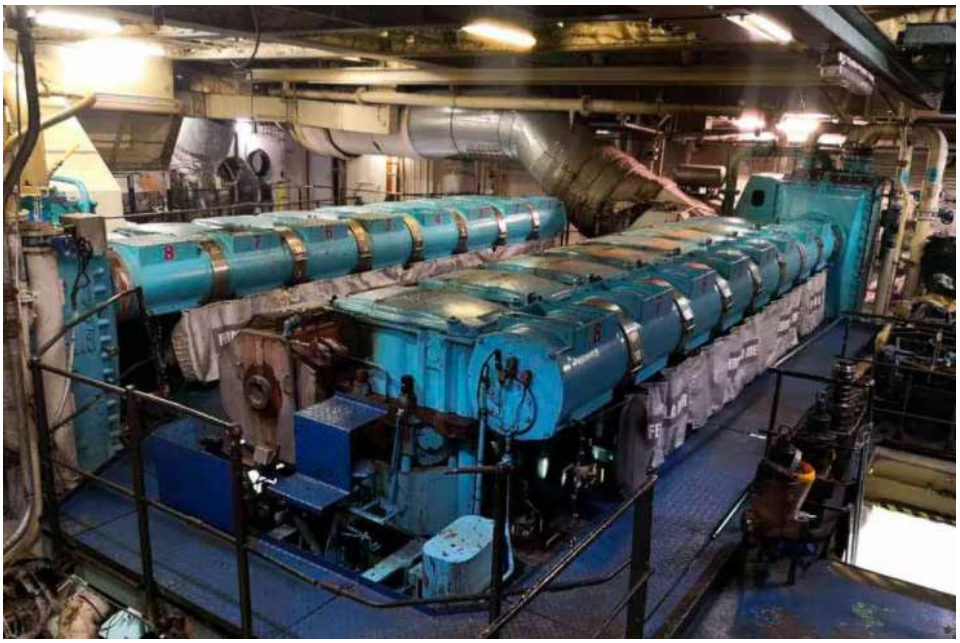

Figura 15 : Il motore Girolata MP4 de La Méridionale testato con la tecnologia OCEAMm – OCEAMm

Descrizione :

Usando un combustibile più pulito a monte, l'emissione di particelle di zolfo al camino può essere significativamente ridotta. Per ottenere questo, un **sistema di filtraggio dell'olio e/o del carburante** è installato a monte del motore per garantire una combustione più completa.

È anche possibile considerare processi che ottimizzano la combustione del combustibile e quindi riducono le emissioni inquinanti prima dello scarico, aggiungendo additivi senza modificare i motori trattati. I test di EcoSoftec sulla *Girolata* di **La Méridionale** in collaborazione con l'Agenzia francese per lo sviluppo dell'ambiente e la gestione dell'energia – **ADEME** – mirano a ottimizzare la combustione e le emissioni atmosferiche dei motori marini **OCEAMm**, riducendo fino al 95% delle particelle ultra fini (per numero) e il 25% delle particelle fini (per massa) (26).

Riduzione prevista delle emissioni :

La riduzione delle emissioni dipende dalla tecnologia utilizzata e dalla qualità del filtro e del carburante iniziale. Il precedente caso OCEAMm riporta una riduzione del PM del 25% secondo un laboratorio indipendente (CERTAM).

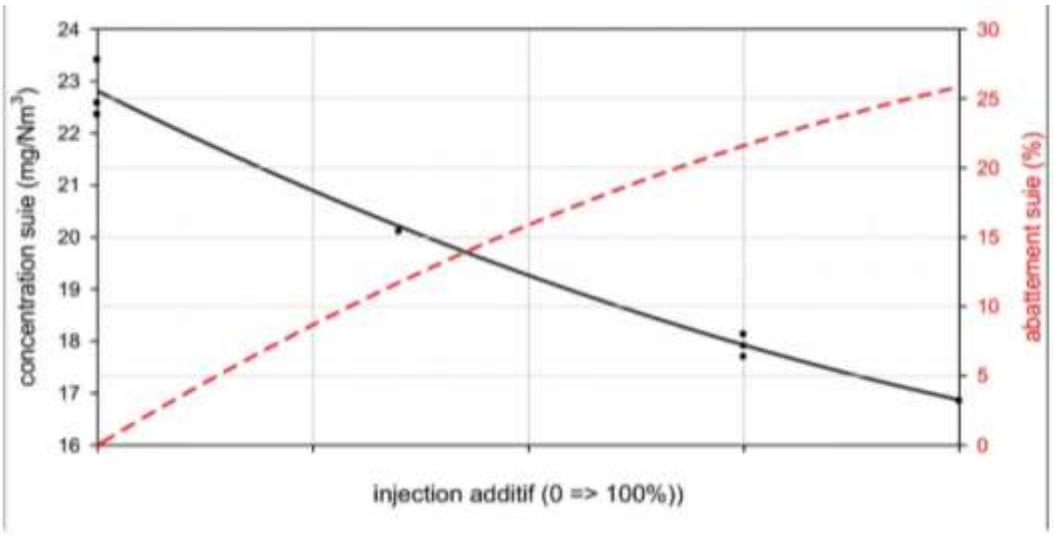

Figura 16 : Riduzione della fuliggine in funzione del tasso di additivi a basso carico – OCEAMm

L'abbattimento totale delle particelle mostra addirittura una riduzione del 90% se le particelle ultra fini sono incluse nel calcolo. Maggiori informazioni su https://oceamm.com/fr/solution/test-la-meridionale.html.

Durata Utile :

Dato che la nave funziona interamente con i propri filtri, motori di propulsione o generatori, viene preso in considerazione l'intero porto di scalo.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato
- Tempo di adattamento
- Disponibilità

Informazioni importanti per la modellazione di scenari :

- Numero di barche attrezzate
- Numero di motori equipaggiati per nave

3.3 Gestione dell'energia e del consumo (GEC)

III – Miglioramenti tecnico-logistici	
Scheda 3.3	Gestione dell'energia e del consumo (GEC[13])

Responsabilità	*Armatori*	**Disponibilità**	*Attuale / Breve termine*

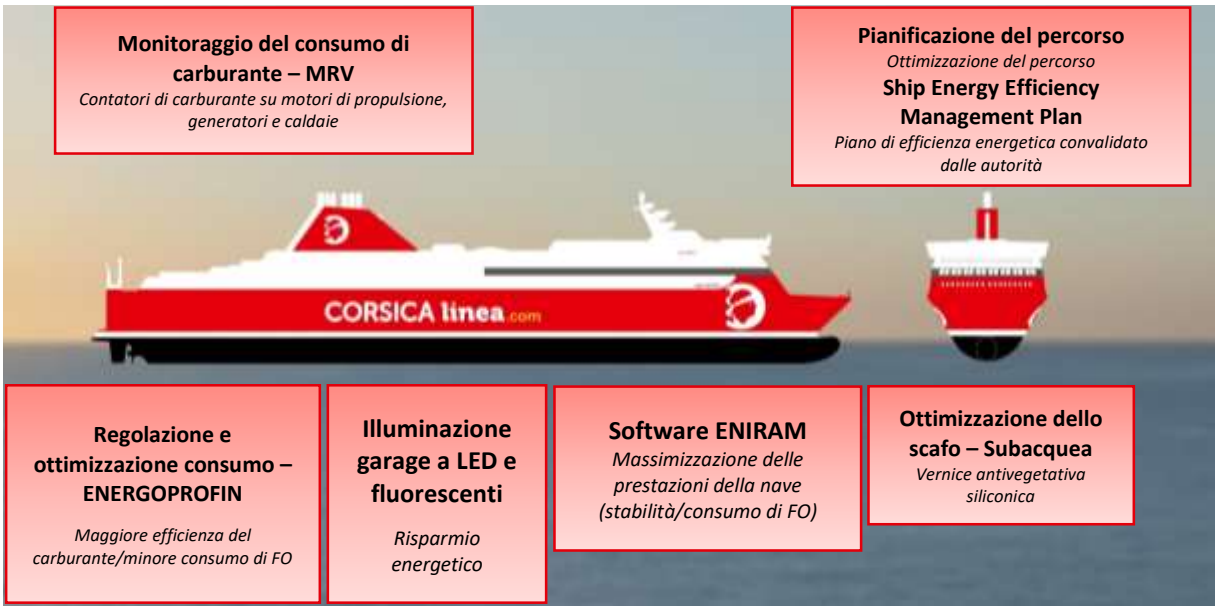

Figura 17 : Esempi di azioni MDE su alcune navi della Corsica Linea – Corsica Linea

Descrizione :

Anche se tutte le navi di una certa categoria (traghetti, merci, turismo, ecc.) sono ampiamente simili in termini di motore, tonnellaggio ed emissioni, è possibile raffinare la scala per identificare le differenze che includono un maggiore o minore grado di gestione della domanda di energia. Ogni nave ha un campo d'azione tecnico-logistico per **ridurre il consumo globale attraverso soluzioni localizzate**. Questo può includere miglioramenti al sistema elettrico di bordo fino all'ottimizzazione dell'efficienza e del percorso delle eliche.

Riduzione prevista delle emissioni :

Questo è uno studio caso per caso. Le emissioni delle navi che già includono alcuni di questi miglioramenti sono direttamente prese in considerazione nella modellizzazione. Tuttavia, se un armatore desidera apportare tali modifiche a una nave esistente, la riduzione potenziale delle emissioni sarà inclusa nei calcoli dello scenario.

Durata Utile :

Poiché la nave è continuamente in funzione con questi miglioramenti MDE, l'intero porto di scalo è interessato, tranne che per i miglioramenti dipendenti dalla fase o per casi specifici (ad esempio, miglioramenti all'elica).

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto :

- Costo stimato per tecnologia
- Disponibilità di tecnologie

Informazioni importanti per la modellazione dello scenario :

- Numero di navi equipaggiate
- Tipo di miglioramento con riduzione stimata del consumo

3.4 Logistica portuale

III – Miglioramenti tecnico-logistici	
Scheda 3.4	Logistica portuale

Responsabilità	*Porti*	**Disponibilità**	*Attuale / Breve termine*

Figura 18 : Porto di Savona con navi direttamente in città - CruiseMapper

Descrizione :

Nella situazione stabilita, tutta una parte riguarda la logistica portuale che può essere ottimizzata in funzione dell'impatto di alcune navi particolarmente inquinanti. Per i porti più sparsi e se possibile, si può prevedere una **riorganizzazione delle navi** in banchina per favorire luoghi lontani dalla città per gli scali lunghi / navi più inquinanti ma anche in funzione delle condizioni meteorologiche sfavorevoli del giorno.

Inoltre, ci può essere una **regola** che regola le **velocità di manovra** in funzione di certi parametri (meteo, durata dello scalo, ecc.).

Infine, **l'ottimizzazione dei tempi di carico/scarico** può avere un impatto sulla durata dello scalo stesso attraverso le soluzioni offerte dalla smart grid.

Riduzione prevista delle emissioni :

Questo è uno studio caso per caso, poiché non tutti i porti hanno gli stessi vincoli. Le riduzioni delle emissioni sono previste principalmente durante la fase di manovra regolamentata e gli impatti sulla popolazione sono ridotti a seconda della posizione delle navi inquinanti / degli scali lunghi.

Durata Utile :

Tutta la durata della sosta o solo per la fase di parcheggio, a seconda della soluzione proposta.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto:

- Costo stimato per tecnologia
- Tipo di soluzione

Informazioni importanti per la modellazione dello scenario:

- Legislazione attuale
- Parametri di parcheggio

4. Legislazione (Area SECA)

IV – Legislazione	
Scheda 4	*Legislazione locale / nazionale / europea*

Responsabilità	*Località / Stato(i)*	**Disponibilità**	*Attuale* ➔ *Lungo termine*

Figura 19 : Pennacchio di fumo da una nave a Bastia nel 2021 – Qualitair Corse

Descrizione :

Oggi, il 90% del commercio internazionale è trasportato via mare, più precisamente, dalle navi da carico che sono alimentate principalmente da combustibili fossili, con l'olio combustibile pesante in testa. Secondo la stessa Organizzazione marittima internazionale (**IMO**), ciò corrisponde al 3% delle emissioni globali di CO2. Ma i ricercatori lanciano l'allarme: entro il 2050, questa quota potrebbe salire al 10% delle emissioni globali. E secondo un rapporto IMO del 2020, questo potrebbe rappresentare dal 90% al 130% delle emissioni del 2008.

Nel 2015, la Francia ha giocato un ruolo chiave nei negoziati dell'IMO che hanno portato alla modifica della Convenzione MARPOL, abbassando il contenuto di zolfo dei combustibili marini allo 0.5% dal 1° gennaio 2020, rispetto al 3.5% precedente (27).

Per rafforzare l'attuazione di questa nuova regola, l'IMO ha anche deciso nel 2018 di vietare non solo l'uso ma anche il trasporto di carburante contenente più dello 0.5% di zolfo. L'obiettivo è quello di garantire che la nave non consumi carburante non conforme mentre si trova in mare aperto, fuori da qualsiasi zona di controllo.

A partire dal 1° gennaio 2025, la legislazione viene inasprita affinché le navi che attraversano il Mediterraneo possano utilizzare solo combustibili a basso tenore di zolfo, con l'obiettivo di migliorare la qualità dell'acqua e dell'aria di questa zona marittima.

Il Mediterraneo diventerà una zona di controllo delle emissioni di zolfo **SECA[14] :**

Sulfur Emission Control Area (28).

Questo obbligo può anche essere usato come base per regolamenti più locali che possono imporre queste tariffe entro 3 miglia dalla costa. Inoltre, si potrebbero prevedere delle eco-tasse per limitare l'uso delle navi considerate troppo vecchie e per incoraggiare il loro rinnovamento/sostituzione.

Riduzione prevista delle emissioni :

A seconda della legislazione, l'impatto complessivo può essere ridotto almeno ai livelli previsti dai regolamenti.

Durata Utile :

Tutta la durata dello scalo.

Informazioni importanti per la descrizione dello scenario che devono essere compilate dai partner locali e di progetto:

- Costo stimato per l'aggiornamento delle navi/carburante utilizzato.

Informazioni importanti per la modellazione dello scenario:

- Legislazione futura / attuale

È importante notare che una parte di questa scheda sarà obbligatoriamente presa in considerazione nel quadro della creazione della zona SECA nel Mediterraneo nel 2025 (29).

Metodologia per il passaggio dalle carte agli scenari

Sulla base di queste schede, viene impostato un lavoro di scenarizzazione per definire le soluzioni previste da e per i diversi porti del programma europeo. Dopo aver presentato questo lavoro bibliografico ai partner locali (porti, armatori, località, ecc.), è importante definire con loro i progetti previsti, il costo associato nonché le caratteristiche tecnico-logistiche necessarie alla descrizione precisa dello scenario (a seconda della soluzione scelta, la scheda in questione permette di chiarire quali informazioni sono essenziali).

Uno scenario è quindi basato su una o più schede, applicate a una certa percentuale di navi. I progetti previsti saranno poi classificati in ordine di probabilità di realizzazione.

Per i partner con strumenti di modellazione (AtmoSud, ARPAT, UNIGE in collaborazione con ARPAL e Qualitair Corse), l'obiettivo è di stabilire una stima dei guadagni di ogni progetto e la riduzione dell'impatto sulla qualità dell'aria. Le emissioni di inquinanti atmosferici nel 2021 insieme ai risultati delle misurazioni nel porto serviranno come base per il confronto con i potenziali guadagni di ogni scenario.

Secondo ogni scheda di dati utilizzata, le emissioni delle navi saranno ponderate e l'impatto ricalcolato. Sarà quindi possibile ottimizzare uno scenario variando alcuni parametri (efficienza del filtro antiparticolato, percentuale di utilizzo del Cold Iron per scalo, ecc.

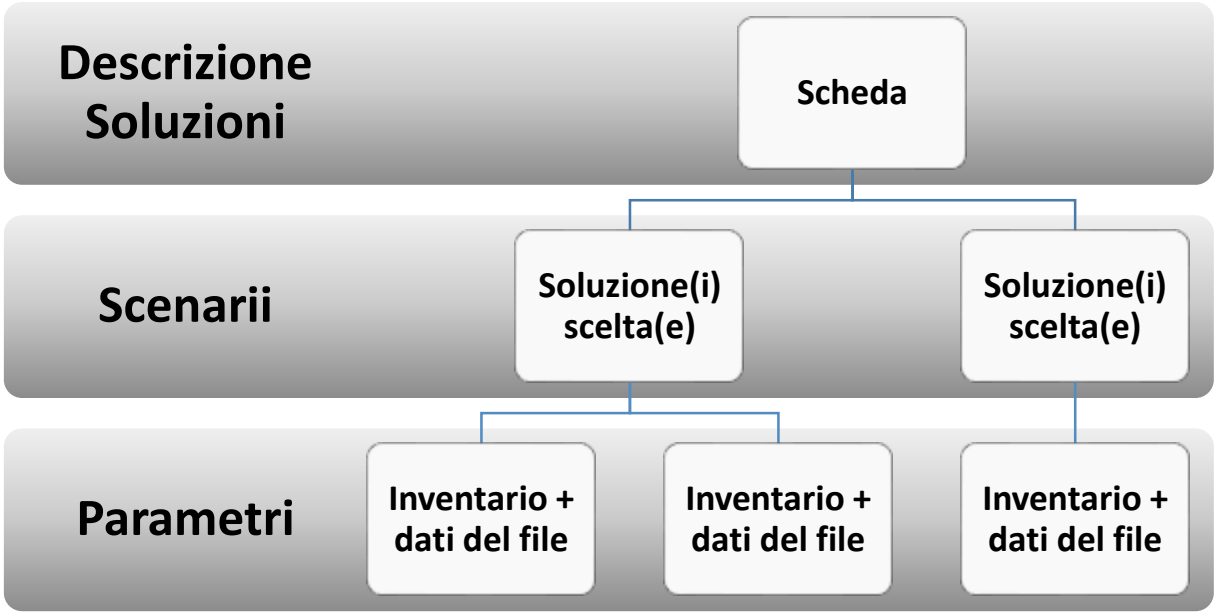

Tabella 3 : Metodologia Schede / Scenari

Scenari di esempio: *50% dei traghetti collegati a CENAB, il resto in LNG, rispettando la legislazione SECA 2025.*

Esempio di parametri: *Emissioni di una centrale termica nel porto, tempo di collegamento alla banchina, efficienza dello scrubber, ecc.*

Informazioni necessarie per la descrizione di uno scenario AER NOSTRUM

Partner interessato :

Qualitair Corse / AtmoSud / ARPAL / UNIGE / ARPAT / ARPAS / UNICA

Porta interessata :

Ajaccio / Bastia / Tolone / Nizza / Genova / Livorno / Cagliari / ecc.

Scenario N°#

Descrizione dettagliata dello scenario con ipotesi di lavoro	...
Foglio(i) di soluzione utilizzato(i)	...
Periodo / Inizio dell'implementazione	...
Costo d'investimento stimato	(Armatore / Porto / Stato)
Numero e tipi di navi coinvolte	Ferry / Ro-Ro / Cargo / Ecc.
Bilancio delle emissioni previste per i principali inquinanti	SOX : ↘ % NOX : ↘ % PMX : ↘ % GHG : ↘ %
Fasi dello scalo interessate	(Crociera / Manovra / Parcheggio)

Tabella 4 : Caratteristiche principali per descrivere uno scenario

Scenari previsti dai partner

Scenari Qualitair Corse

Per definire gli scenari previsti nel quadro del progetto AER NOSTRUM per i porti di Ajaccio e Bastia, due comitati tecnici sono stati organizzati il 18 e 20 gennaio 2022. In totale, una dozzina di partner locali sono stati riuniti; la **Camera di Commercio e dell'Industria (CCI2A & CCI2B)**, le compagnie marittime **Corsica Linea** e **Corsica Ferries**, il fornitore di elettricità **EDF**, la comunità di agglomerazione della regione di Ajaccio **CAPA** e la comunità di agglomerazione di Bastia **CAB**, l'Ufficio dei Trasporti della Corsica **OTC**, la Collettività Corsa **CDC**, l'Agenzia per l'ambiente e la gestione dell'energia **ADEME**, il Segretariato generale degli affari della Corsica **SGAC**, l'Agenzia di sviluppo economico della Corsica **ADEC**, e le associazioni locali del Gruppo di difesa dell'ambiente di Ajaccio e della Regione Corsica **GARDE**, e **U Levante**.

A seconda delle specificità di ogni porto, sono stati considerati diversi scenari per Ajaccio e Bastia. In tutti i casi, sarà effettuata una modellizzazione della situazione attuale utilizzando i dati della campagna di misurazione del 2021 e le emissioni per lavorare con una base pertinente. Dopo l'attuazione di questo "scenario zero", come menzionato nella scheda 4, l'intera flotta che fa scalo in uno dei porti sarà testata nelle condizioni della futura area mediterranea ECA nel 2025.

Un processo di prioritizzazione sarà poi impostato per determinare quali soluzioni dalle schede dovrebbero essere testate in via prioritaria. Dati i vincoli tecnici della modellazione, un primo risultato riguarderà la quantità stimata di inquinanti (Scenario Emissioni), poi l'impatto locale attraverso la modellazione di alcuni di questi scenari ritenuti più rilevanti / probabili in giorni specifici o attraverso una media mensile / annuale.

Ajaccio

A seguito delle discussioni con i partner locali ad Ajaccio, è emerso che la maggior parte delle soluzioni previste ruotano attorno al collegamento elettrico delle navi in banchina e al prossimo arrivo dei traghetti LNG. Devi sapere che Ajaccio ha la particolarità di avere una centrale termica vicino alla città (Vazzio ~3,5 km dal porto) e la cui produzione di elettricità fa parte del mix energetico dell'isola. Il collegamento elettrico delle navi non aumenta necessariamente la produzione dell'impianto (e quindi le emissioni) perché l'energia elettrica in arrivo ad Ajaccio proviene da una distribuzione controllata delle diverse modalità di produzione disponibili in Corsica (30):

Potenza totale installata (*energia idroelettrica*) :

199 MW

Potenza totale installata (*energia termica*):

369 MW

Potenza totale (*EDF Corse + importazioni di collegamenti*):

718 MW

compreso il 28% di energia rinnovabile (idraulica / solare / eolica...)

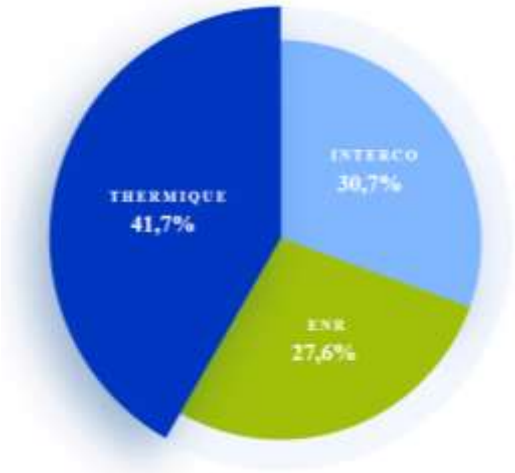

Figura 20 : Mix energetico in Corsica

Il diagramma qui sotto mostra il mix energetico:

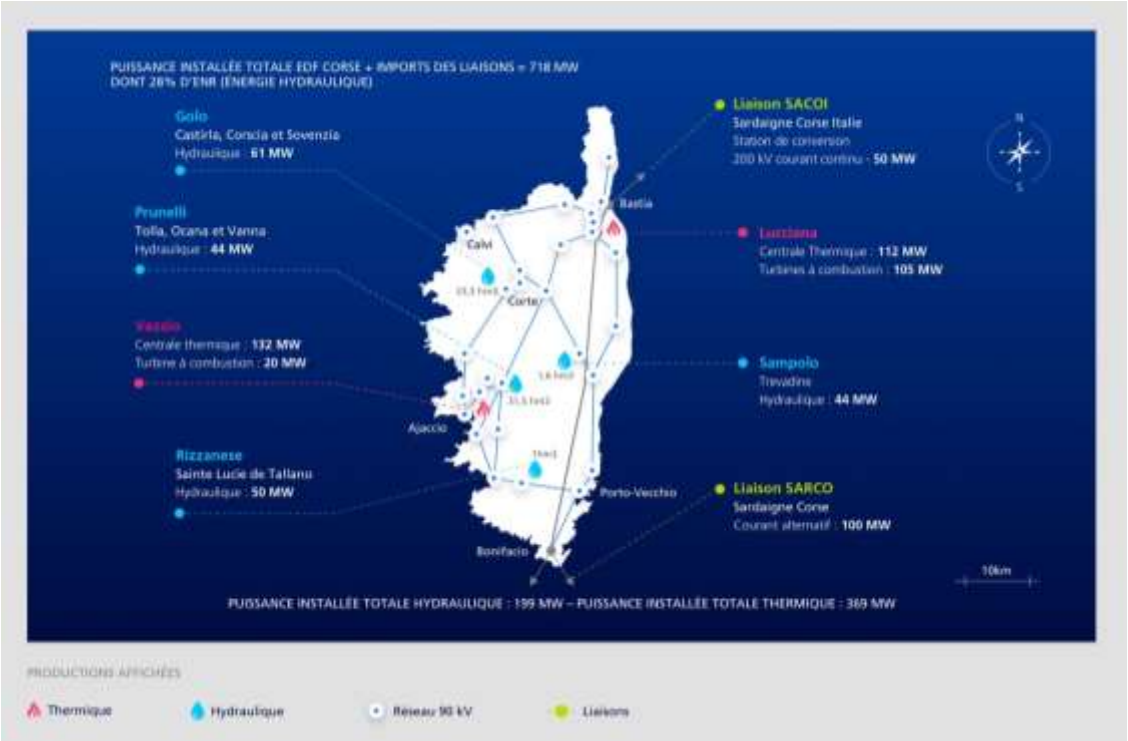

Figura 21 : Impianti di generazione elettrica di EDF in Corsica – EDF

Per quantificare il reale guadagno di una soluzione di tipo Cold Ironing, è necessario stimare con EDF il potenziale aumento delle emissioni della centrale di Vazzio per soddisfare le richieste dei traghetti, e includerle come inquinamento di fondo nel modello nell'area di studio di 2,5 km x 2,5 km. In combinazione con progetti di energia rinnovabile (parco fotovoltaico, centrale a idrogeno, ecc.) sostenuti dal porto, l'impatto potrebbe essere ridotto; il caso ideale sarebbe che tutta la domanda di energia dei traghetti possa essere fornita da un parco fotovoltaico dedicato, consentendo in questo caso una soluzione completamente neutra in termini di emissioni.

Scenari che tengono conto di un Cold Ironing più o meno neutro saranno quindi pianificati per stabilire una stima più precisa del guadagno reale di questa soluzione in funzione dei progetti previsti ad Ajaccio.

Una nuova nave Corsica Linea funzionante a LNG è prevista a partire da giugno 2022, e la sua inclusione negli scenari può anche essere interessante da quantificare.

Le altre soluzioni presentate nelle schede non sono adattate o previste per il porto di Ajaccio in questo momento. Lo strumento di modellazione rimarrà comunque disponibile in caso di richieste specifiche da parte degli armatori che desiderano stimare il guadagno di una soluzione tecnologica a bordo o dai porti con nuove infrastrutture.

Tuttavia, le soluzioni di tipo filtro antiparticolato/scrubber sono già incluse nell'inventario delle emissioni, quindi dipende dal fatto che le navi attrezzate facciano scalo al porto o meno.

L'elenco degli scenari per i quali sarà effettuato un **calcolo delle emissioni** per Ajaccio è il seguente:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 2.1 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e legislazione SECA

Scenario 3.1 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing con emissioni parzialmente decarbonizzate (guadagni stimati con EDF) e flotta attuale

➔ Declinazione in scenari intermedi con emissioni più o meno significative

Scenario 3.2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing con emissioni parzialmente decarbonizzate (guadagni stimati con EDF) e legislazione SECA

➔ Declinazione in scenari intermedi con emissioni più o meno significative

Scenario 4 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale senza Cold Ironing

Scenario 5 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale con Cold Ironing

Scenario 6 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA senza Cold Ironing

Scenario 7 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA con Cold Ironing

Scheda / Scenari	0 Base	1 Cold Ironing	2.1 LNG	2.2 NH3	2.3 Elettrico/ H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtro a monte	3.3 GEC	3.4 Gestione del porto	4 SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1										X
Scenario 2.1	X	X neutro								
Scenario 2.2		X neutro								X
Scenario 3.1	X	X								
Scenario 3.2		X								X
Scenario 4	X		X							
Scenario 5	X	X	X							
Scenario 6			X							X
Scenario 7		X	X							X

Figura 22 : Scheda utilizzati per gli scenari su Ajaccio

Gli scenari selezionati per la **fase di modellazione** sono **0, 1 e 7**. Infatti, la modellizzazione dell'impatto attuale è di primaria importanza. La legislazione SECA è considerata certa per il 2025. Infine, lo scenario 7 prende in considerazione l'arrivo di navi LNG alla flotta con la possibilità di collegare elettricamente le navi alla banchina dopo il 2025.

Modellazione: Scenario 0; Scenario 1; Scenario 7

Bastia

Il porto di Bastia ospita principalmente scali di traghetti, alcuni dei quali sono molto lunghi e particolarmente adatti alla soluzione CENAB. Per quanto riguarda Ajaccio, una centrale termica si trova nelle vicinanze di Bastia, ma ad una distanza molto maggiore questa volta. L'ipotesi principale fatta nello studio AER NOSTRUM è che il collegamento elettrico delle navi alla banchina sia considerato neutrale sulle emissioni locali (cioè dell'area di studio e dei dintorni molto vicini), perché il potenziale aumento del carico sulla centrale di Lucciana a 20 km è considerato trascurabile perché la centrale è troppo lontana per avere un impatto diretto significativo sulla città. Per il resto, sono considerati gli stessi scenari di Ajaccio.

L'elenco degli scenari con i **calcoli delle emissioni** è stato quindi stabilito per Bastia:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 2.1 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing con emissioni parzialmente decarbonizzate (guadagni stimati con EDF) e legislazione SECA

Scenario 3 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale senza Cold Ironing

Scenario 4 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale con Cold Ironing

Scenario 5 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA senza Cold Ironing

Scenario 6 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA con Cold Ironing

Scheda / Scenari	0 Base	1 Cold Ironing	2.1 LNG	2.2 NH3	2.3 Elettrico/ H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtro a monte	3.3 GEC	3.4 Gestione del porto	4 SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1										X
Scenario 2.1	X	X neutro								
Scenario 2.2		X neutro								X
Scenario 3	X		X							
Scenario 4	X	X neutro	X							X
Scenario 5			X							X
Scenario 6		X neutro	X							X

Figure 23 : Scheda utilizzati per gli scenari su Bastia

Come ad Ajaccio, gli scenari selezionati a Bastia per la **fase di modellazione** sono 0, 1 e 6, che corrispondono agli stessi criteri, con la differenza che CENAB è localmente neutrale in termini di emissioni.

Modellazione: Scenario 0; Scenario 1; Scenario 6

Scenari AtmoSud

Sono stati organizzati due incontri per stilare l'elenco degli scenari da modellare per i porti di Nizza e Tolone, alla presenza dei rappresentanti della **Camera di Commercio e Industria del Var** (**CCIV**), della **Regione Sud**, della metropolitana di **Tolone Provence Méditerranée** (**TPM**) e l'area **metropolitana Nice Côte d'Azur** (**NCA**).

Tra gli scenari di riduzione delle emissioni previsti, alcuni potrebbero essere oggetto di modellizzazione, che costituirà il deliverable T3.3.1. Gli altri scenari verranno semplicemente descritti in questo rapporto.

Una parte importante del progetto AER NOSTRUM si basa sulla stima degli sforzi già compiuti. Prima del 2020, i regolamenti richiedevano alle navi di utilizzare carburante il cui contenuto di zolfo fosse ridotto a meno dell'1.5% per le navi che trasportano passeggeri ea meno del 3,5% per le navi che trasportano merci. Per le navi che sostano in banchina per più di due ore, il contenuto massimo autorizzato è stato dello 0.1%. Dal 2020 qualsiasi nave in fase di movimento deve utilizzare carburante con un contenuto di zolfo inferiore allo 0.5%; la percentuale massima consentita per le navi che fanno scalo per più di due ore rimane allo 0.1%. Date le informazioni registrate nelle banche dati AtmoSud, verranno confrontate due tipologie di calcolo, un calcolo "**BFO**" corrispondente all'utilizzo di olio combustibile pesante (contenuto di zolfo a 1.5% in fase in banchina, 3.5% in fase in movimento), e un Calcolo "**MDO**" corrispondente all'utilizzo di gasolio marino (contenuto di zolfo 0.1% in fase di banchina, 0.5% in fase di movimentazione).

Dal 2025 la convenzione **MARPOL** prevede l'uso generalizzato di un carburante pari allo 0.1% in un'area delimitata denominata zona **SECA**. Si prevede che l'impatto di questa misura sarà osservabile su larga scala sulle concentrazioni di particelle fini, ma non nel campo vicino. Per la sua affinità con l'acqua, lo zolfo emesso dalle navi si trasforma in particolato $\mathbf{H_2SO_4}$, che contribuisce all'inquinamento marittimo su scala mediterranea. L'impatto del rispetto di una zona SECA può essere valutato solo utilizzando un modello **CTM**[15] che tenga conto della reattività atmosferica, come il modello **CHIMERE**. Lavori di questo tipo sono stati realizzati nell'ambito del progetto APICE, evidenziando una riduzione della concentrazione di **PM2.5** non superiore al 6%, non localizzata a livello delle linee di navigazione o delle aree di attracco delle navi, in quanto risultanti dalla formazione di aerosol secondari, sfasati rispetto alle emissioni primarie delle navi.

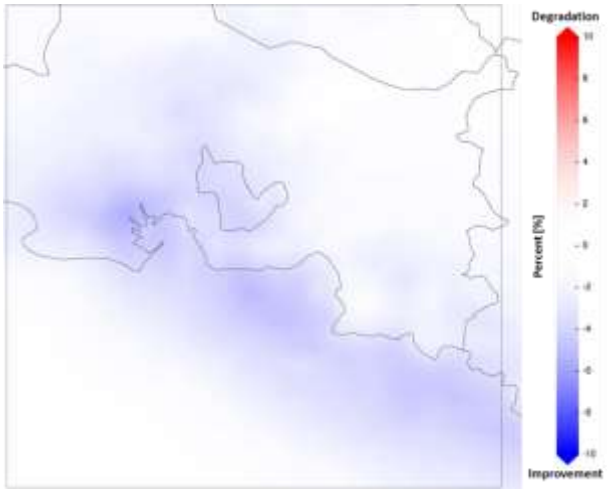

Figura 24 : Differenza relativa tra lo scenario "Riferimento futuro" e lo scenario "Contenuto di zolfo molto basso" per le concentrazioni di PM2.5 durante il periodo invernale nell'area APICE (area del Grand Port maritime de Marsiglia).

Lo studio **ECAMED** (31), coordinato da **INERIS**, ha anche studiato la creazione di una zona a basse emissioni nel Mediterraneo. Mostra una riduzione delle concentrazioni di particelle fini (PM2.5) fino a 1 µg/m^3 nei territori del Mediterraneo.

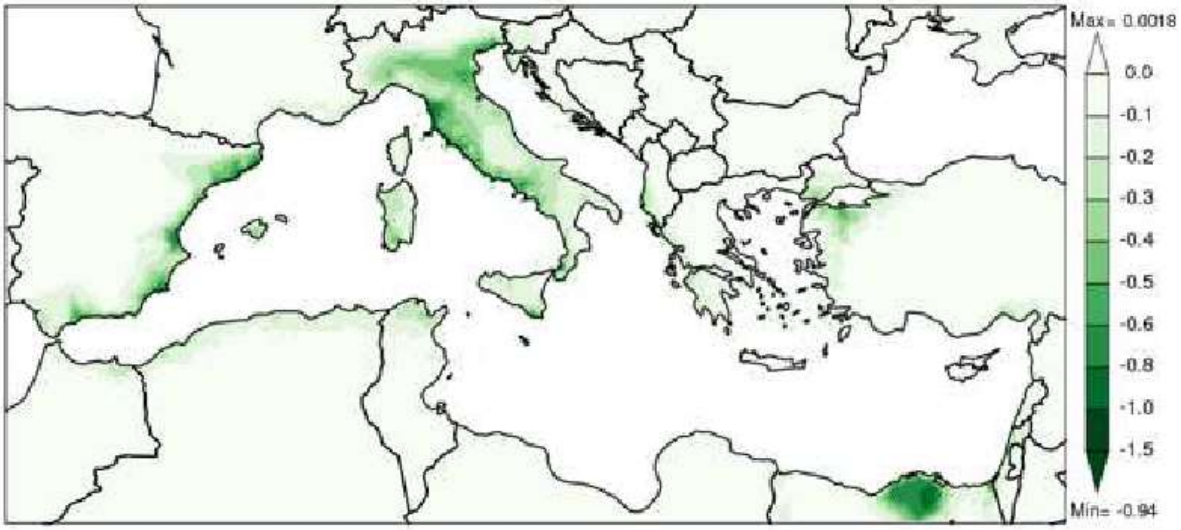

Figura 25 : Differenza assoluta tra le concentrazioni di PM2,5 degli scenari SN100 (SECA + NECA[16]) e la situazione di riferimento 2020.

Tolone

L'elettrificazione delle banchine è una soluzione di riduzione delle emissioni attualmente in fase di attuazione nel porto di Tolone. Sono in corso i lavori per l'equipaggiamento delle tre banchine principali (Fournel, Minerve e Quai de la Corse), per un collegamento di navi previsto all'inizio del 2023. Per questo la compagnia **Corsica Ferries** ha ricevuto delle sovvenzioni che consentiranno di equipaggiare quattro delle sue otto navi. Il tempo di collegamento di una nave essendo dell'ordine di un'ora, il collegamento di una nave sarà effettuato solo per scali di durata superiore alle 2h30.

Questo scenario sarà modellato con il software PMSS rispetto allo scenario di riferimento stabilito nell'ambito del rapporto T.2.3.

Per quanto riguarda la legislazione, verrà studiato uno scenario relativo alla riduzione del tenore di zolfo dei combustibili, da un lato per calcolare l'impatto prima del 2019 (il cui tenore di zolfo era 1.5% in fase in banchina e 3.5% in fase di movimento) e stimare l'impatto degli sforzi già compiuti. Un secondo scenario riguarderà la futura zona SECA mediterranea, il cui contenuto di zolfo sarà limitato allo 0.1%.

C'è un progetto di navetta a idrogeno tra Tolone e La Seyne-Brégaillon. Il punto di rifornimento sarebbe comune con gli autobus della metropoli. AtmoSud non dispone attualmente di tutte le informazioni necessarie per valutare l'impatto di questa misura. Gli scambi con l'area metropolitana di Tolone per il recupero dei dati sono ancora in corso e potrebbero consentire la valutazione di questo scenario.

Non è stato richiesto uno scenario “LNG”, in quanto il porto di Tolone non è servito da una compagnia con navi alimentate a LNG.

Parallelamente all'effettivo sviluppo portuale, gli attori locali stanno portando avanti una riflessione volta a ridurre l'inquinamento portuale dovuto al traffico stradale. A Tolone il progetto "from Mayol to Pipady" prevede lo sviluppo di un'area di 44 ettari a terra e in mare attorno all'ex sito DCNS (ora Naval Group) e al futuro bacino crocieristico, in un approccio rispettoso dei temi della transizione ecologica.

L'elenco degli scenari per i quali verrà effettuato un calcolo delle emissioni per Tolone è il seguente:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1.1 : Flotta attuale con legislazione prima 2019

Scenario 1.2 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 3 : Sostituzione di una o più navette tra Tolone e La Seyne-Brégaillon con una o più navette a idrogeno

Scenario 4 : Sviluppo portuale su 44Ha di area pedonale

Fiches / Scenarii	0 Base	1 CENAQ	2.1 GNL	2.2 NH3	2.3 ELEC/H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtre Amont	3.3 MDE	3.4 Gestion Port	4 Normes SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1.1	X 2019									
Scenario 1.2										X
Scenario 2	X	X								
Scenario 3	X				X					
Scenario 3	X								X	

Figura 26 : Scheda utilizzati per gli scenari su Tolone

Gli scenari selezionati a Tolone per la **fase di modellazione** sono **0, 1.1, 1.2 e 2**.

Modellazione: Scenario 0 ; Scenario 1.1/1.2 ; Scenario 2

Nizza

A Nizza non è previsto il cold ironing dei traghetti in quanto il 99% degli scali dura meno di 2h30 e il 70% degli scali dura meno di 1h. Tuttavia, gli attori locali stanno valutando l'estensione di questa soluzione ad altri tipi di navi. Questo è già il caso di alcuni yacht che, dal 2018, possono essere collegati alla banchina doganale, grazie a un'alimentazione da 1000A. L'obiettivo sarebbe collegare elettricamente il maggior numero possibile di yacht e navi che trasportano merci.

Lo scenario di elettrificazione della banchina sarà modellato anche per il porto di Nizza.

Dal punto di vista legislativo, lo scenario sarà lo stesso di Tolone, prima del 2019 e futura zona SECA.

C'era un progetto di navetta marittima tra Nizza e Monaco, che doveva ridurre il traffico stradale grazie alla creazione di una propria linea marittima. Questa navetta, che doveva essere in grado di trasportare 1.200 persone al giorno attraverso 34 rotazioni giornaliere, avrebbe consentito di ridurre il numero di auto che effettuano un viaggio di 22 km tra Monaco e Nizza, su un totale di 251 giorni lavorativi all'anno. Questo progetto, che era stato proposto nell'ambito del PPA Alpes-Maritimes (versione 2021), è stato abbandonato.

Non è stato richiesto uno scenario "LNG", in quanto il porto di Nizza non è servito da una compagnia con navi che viaggiano a LNG negli anni a venire.

L'elenco degli scenari per i quali verranno calcolate le emissioni per Nizza è il seguente:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1.1 : Flotta attuale con legislazione prima 2019

Scenario 1.2 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 2 : 100% degli yacht sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Fiches / Scenarii	0 Base	1 CENAQ	2.1 GNL	2.2 NH3	2.3 ELEC/H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtre Amont	3.3 MDE	3.4 Gestion Port	4 Normes SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1.1	X 2019									
Scenario 1.2										X
Scenario 2	X	X								

Figura 27 : Scheda utilizzati per gli scenari su Tolone

Gli scenari selezionati a Nizza per la **fase di modellazione** sono **0, 1.1, 1.2 e 2**.

Modellazione: Scenario 0 ; Scenario 1.1/1.2 ; Scenario 2

Scenari ARPAL / UNIGE

Dopo l'anno 2020, segnato dalla pandemia e dal conseguente calo degli scambi internazionali, la produzione industriale e i consumi sono ripresi nel 2021. Il traffico complessivo del porto di Genova è tornato a valori di oltre 60 milioni di tonnellate, aumentando del 10% rispetto al 2020. La differenza rispetto all'ultimo anno pre-pandemia - il 2019 - è del -5,3%, legato al settore energetico e in particolare agli oli minerali, da tempo in calo. Per quanto riguarda il traffico merci, è stato movimentato il numero di container più alto di sempre (2.781.112 teu), ben al di sopra dei livelli del 2020 (+11,3%) e anche del 2019 (+4,2%). Più lenta la ripresa del settore passeggeri: circa 2,5 milioni di passeggeri sono transitati dal porto a bordo di traghetti o navi da crociera. Nonostante l'apparente aumento rispetto al 2020 (+60%), i livelli pre-Covid restano distanti (-45% rispetto al 2019).

Figura 28 : Traffico passeggeri e merci - Porto di Genova

Al fine di individuare e finalizzare le misure prioritarie di mitigazione che potrebbero essere adottate nel porto di Genova per ridurre l'impatto sulla qualità dell'aria generato dal settore marittimo, ARPAL ha organizzato due incontri con alcuni stakeholder locali chiedendo loro di compilare un questionario nell'ambito del progetto AERNOSTRUM P.C. Interreg Marittimo.

Il 9 marzo 2021 si è svolta una prima tavola rotonda istituzionale che ha visto la partecipazione dell'**Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale** (**ARPAL**) (**ADSP-MLOcc**.), del **Comune di Genova**, dell'**Autorità Portuale**, dell'**Università degli Studi di Genova** (**UNIGE**) e la **Regione Liguria**. **Liguria Ricerche** ha partecipato come moderatore del tavolo.

Obiettivo dell'incontro è stato quello di fornire un aggiornamento da parte delle istituzioni, sulla base delle rispettive competenze, sulla situazione generale in materia di gestione della qualità dell'aria e sulle iniziative mirate poste in essere per la riduzione delle emissioni nell'area portuale. L'Università degli Studi di Genova - **CIELI** (**Centro Italiano Logistica, Trasporti e Infrastrutture**) è intervenuta descrivendo le tecnologie attualmente disponibili per migliorare la qualità dell'aria in ambito marittimo.

Un secondo incontro è stato organizzato l'8 marzo 2022 come sessione specifica dedicata al progetto della commissione tecnica per l'aggiornamento del piano di ripristino e protezione della qualità dell'aria (Dgr 536/2021). ARPAL ha descritto il progetto AER NOSTRUM, soffermandosi sul piano di monitoraggio sviluppato, basato su strumenti tradizionali e sistemi intelligenti non certificati le cui prestazioni devono essere preventivamente valutate rispetto a strumenti tradizionali, posizionati a maglie più ravvicinate nelle aree limitrofe al Porto di Genova, individuato attraverso la collaborazione con il Comune di Genova e l'Autorità Portuale di Genova.

All'incontro hanno partecipato gli enti coinvolti nel processo di aggiornamento del Piano della qualità dell'aria (**PRRTQA**) e della valutazione ambientale strategica della Regione Liguria: **ARPAL**, **Regione Liguria**, **ADSP MLOcc**, **Comune di Genova**, **Capitaneria di Imperia**, **Capitaneria di Savona** , **Provincia di La Spezia**, **ASL 3**, **Comune di La Spezia**, **Provincia di Savona**, **Liguria Ricerche** e **UNIGE**.

Un questionario, sviluppato in collaborazione con UNIGE-CIELI e finalizzato alla valutazione delle misure di mitigazione degli inquinanti e degli agenti climalteranti, è stato somministrato alle autorità preposte al porto di Genova, area studiata nell'ambito del progetto AerNostrum. Il questionario è stato compilato dall'Autorità Portuale di Genova, dalla Regione Liguria, dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure di Ponente e dal Comune di Genova. Sebbene il campione sia limitato, i quattro soggetti rappresentano i principali decisori locali coinvolti nella gestione del sistema portuale e delle relative attività logistiche.

Al fine di facilitare la compilazione è stata allegata al questionario una breve presentazione PPT prodotta dall'Università degli Studi di Genova (CIELI), che illustra sinteticamente i punti chiave relativi a ciascuna delle misure di mitigazione individuate nel progetto evidenziandone vantaggi/svantaggi e aspetti tecnici implicazioni di attuazione. Tali misure richiedono interventi sinergici sia "sea side" (cioè relativi alle navi che circolano nell'area di studio) che "land side" (cioè attuati sulle banchine portuali).

Alcune delle possibili strategie per ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali includono il cold ironing (CENAB), l'uso di combustibili alternativi come VLSFOP/ULSFO (very/ultra low sulfur fuel), gas naturale liquefatto, idrogeno, biocarburanti e ammoniaca, il implementazione di sistemi di propulsione alternativa per le navi (propulsione completamente elettrica, energia eolica/solare), sistemi di contenimento delle emissioni delle navi (scrubber e dispositivi di riduzione catalitica selettiva), un sistema di efficienza energetica HVAC (riscaldamento, ventilazione, condizionamento) e un sistema di riduzione dell'attrito all'interfaccia scafo/mare (lubrificazione ad aria scafo).

Gli stakeholder hanno espresso il proprio parere sul contributo di tali misure alla riduzione di SOx, NOx, PM e GHG, quindi, sulla base delle azioni intraprese dagli enti interessati e delle informazioni in loro possesso, hanno poi indicato lo stato attuale di misure di mitigazione con specifico riferimento agli interventi realizzati nell'area del porto di Genova, ed in particolare quella del Porto Vecchio, su cui è incentrato il progetto e che risente principalmente del traffico passeggeri, costituendo un porto molto importante imbarco e sbarco per il traffico crocieristico e marittimo. È stato inoltre chiesto loro di indicare il livello di priorità di ciascuna delle misure e di indicare tre interventi che ritengono essenziali e al tempo stesso realizzabili per il porto di Genova nel breve termine (3-5 anni) e tenendo conto di loro fattibilità economica.

- La Capitaneria di porto ha valutato come operativo lo stato dell'arte delle infrastrutture di rifornimento/stoccaggio VLSFO/ULSFO

- Sono in fase di costruzione le infrastrutture di collegamento elettrico per le navi in banchina

- Lo stato attuale delle infrastrutture di rifornimento/stoccaggio del gas naturale liquefatto è considerato in fase di pianificazione

- I progetti riguardanti idrogeno, ammoniaca e biocarburanti non sono noti a nessuno dei decisori locali che partecipano al questionario.

Genova

Sulla base delle risposte degli stakeholder, gli interventi su cui concentrarsi sono il CENAB e l'uso del GNL. I due interventi selezionati saranno poi implementati nella componente T.3.3 per la definizione dei dati sulle emissioni per la modellizzazione. Il confronto dei risultati della modellizzazione ottenuti dalle emissioni dello scenario di riferimento, ovvero senza misure di mitigazione, e ricalcolati con i due scenari di mitigazione mantenuti sulla base della componente T.3.2, consentirà di valutare i benefici sulla qualità dell'aria attorno allo studio zona in modo relativo. In tale contesto, per ciascuna delle misure di mitigazione previste, sarà importante stimare la riduzione del tasso di emissione dei vari inquinanti di interesse nelle varie fasi di attracco, di manovra in porto e di navigazione.

➔ Cold Ironing

Per quanto riguarda il CENAB, il porto di Genova è un esempio in Italia ed è uno dei più avanzati in Europa nel settore del trasporto merci e della riparazione navale.

Nove stazioni di ormeggio elettrificate utilizzate da 14 rimorchiatori sono in servizio dal 2010 e sono gestite da Rimorchiatori Riuniti Spa, società da decenni impegnata nell'assistenza alle navi nelle manovre in entrata e in uscita dal porto. Inoltre, ci sono quattordici ormeggi risalenti al 2018 che consentono di lavorare sulle navi senza dover tenere i motori accesi. Questi ormeggi sono in grado di ospitare circa 120 navi all'anno (principalmente traghetti ro-ro-ro-ro), con una permanenza media di 15 giorni. Dal 2017 è operativa presso lo stabilimento di Sestri di Fincantieri una stazione elettrificata per la costruzione di navi da crociera.

I lunghi scali (7-15 giorni), l'assenza di passeggeri ed equipaggio a bordo, la possibilità di bloccare il sistema di ricircolo dell'acqua di raffreddamento dei gruppi elettrogeni di bordo e la vicinanza all'ambiente urbano hanno consentito di avviare lo sviluppo di CENAB dai bacini di riparazione navali.

Infine, un'importante applicazione del CENAB riguarda due stazioni ubicate presso il PSA Genova Prà, il principale terminal container del porto. L'opera, costata 10 milioni di euro, è stata finanziata dal programma **CEF** (**Connecting Europe Facility**), lo strumento finanziario dell'Unione Europea volto al miglioramento delle reti europee nel settore dei trasporti. La sua messa in servizio era prevista per la primavera del 2020, ma a causa di alcuni problemi amministrativi i lavori sono stati recentemente completati e la messa in servizio è prevista per la fine dell'anno.

Grazie alle gare finanziate dal **MIT** (**Ministero Infrastrutture e Trasporti**), i prossimi passi riguarderanno i terminal crociere e traghetti di Genova. Tuttavia, anche se la piattaforma portuale si estende per oltre 22 km, l'area interessata dallo studio si trova in una zona estremamente centrale della città, interferendo nel cuore del centro storico. Questo aspetto è da un lato un vantaggio, in quanto facilmente accessibile ai passeggeri, ma dall'altro rappresenta la più grande sfida per lo sviluppo di una mobilità marittima sostenibile in termini di inquinamento atmosferico.

Nel 2025 è prevista la realizzazione di sei banchine elettrificate (scenario di medio termine), per navi da crociera e traghetti MSC, Costa e GNV. Saranno previsti due ormeggi per le crociere, uno a Ponte dei Mille e uno a Ponte Doria, e quattro per i traghetti, nell'area del terminal. Il tempo di attracco previsto è di circa 10 ore per le navi da crociera e 4 ore per i traghetti.

Si prevede di aumentare da 2 a 4 il numero delle banchine elettrificate del terminal container PSA di Prà per ospitare 4 navi portacontainer MSC-ONE con soste comprese tra le 24 e le 36 ore. Infine, un ammodernamento dei bacini di riparazione navale prevede di aumentare il numero delle navi ormeggiate da 120 a 240, grazie a molteplici collegamenti.

Per lo scenario di lungo termine (2030), le previsioni relative alla realizzazione di nuove infrastrutture di collegamento elettrico in banchina sono molto meno precise: sono previste due nuove banchine elettrificate ai terminal Bettolo e Sech.

Si sottolinea che il collegamento elettrico delle navi alla banchina è sempre considerato neutro nelle emissioni locali.

➔ **LNG**

Per quanto riguarda la seconda misura di mitigazione scelta da stakeholder e autorità, ovvero l'utilizzo del GNL come combustibile alternativo, al momento non sono presenti banchine attrezzate dove le navi possano fare rifornimento. Tuttavia, su tutte le banchine del porto, il rifornimento di GNL può essere effettuato per mezzo di navi mercantili (chiatte/bettolina); inoltre il porto di Genova consente l'ormeggio di navi i cui rifornimenti sono stati effettuati in altri porti.

Si sottolinea che il dominio delle simulazioni dispersive ad alta risoluzione, implementate dall'Università di Genova utilizzando il modello CALPUFF, comprende solo l'area portuale dedicata ai passeggeri (navi da crociera e traghetti) in quanto, come sopra accennato, si trova nel centro nevralgico del centro cittadino; pertanto, negli scenari di riferimento e di mitigazione di medio e lungo termine verranno prese in considerazione solo le banchine dedicate a queste tipologie di navi.

L'elenco degli scenari per i quali verrà effettuato un calcolo delle emissioni per Genova è il seguente:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 2.0 : 100% delle navi ormeggiate a Ponte dei Mille, Ponte Doria e Terminal Traghetti sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.1 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e legislazione SECA

Scenario 3.1 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing con emissioni parzialmente decarbonizzate (guadagni stimati con EDF) e flotta attuale

➔ Declinazione in scenari intermedi con emissioni più o meno significative

Scenario 3.2 : 100% delle navi con scali > 2h30 sono collegate al Cold Ironing con emissioni parzialmente decarbonizzate (guadagni stimati con EDF) e legislazione SECA

➔ Declinazione in scenari intermedi con emissioni più o meno significative

Scenario 4 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale senza Cold Ironing

Scenario 5 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale con Cold Ironing

Scenario 6 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA senza Cold Ironing

Scenario 7 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA con Cold Ironing

Schede / Scenari	0 Base	1 Cold Ironing	2.1 GNL	2.2 NH3	2.3 ELEC/H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtre Amont	3.3 MDE	3.4 Gestion Port	4 Normes SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1										X
Scenario 2.0	X	X(reale)								
Scenario 2.1	X	X								
Scenario 2.2		X								X
Scenario 3.1	X	X								
Scenario 3.2		X								X
Scenario 4	X		X							
Scenario 5	X	X	X							
Scenario 6			X							X
Scenario 7		X	X							X

Figura 29 : Scheda utilizzati per gli scenari su Genoa

Gli scenari selezionati a Genoa per la **fase di modellazione** sono **0, 1, 2 e 6**.

Modellazione: Scenario 0 ; Scenario 1 ; Scenario 2 ; Scenario 6

Scenari ARPAT

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale produce ogni anno un documento che contiene il calcolo della carbon footprint navale nel porto di Livorno, analizzando i dati relativi ai singoli movimenti operati dalle navi durante le fasi portuali. I dati utilizzati per il calcolo sono forniti dalla piattaforma **MONI.C.A.**, realizzata dall'**AdSP MTS** e che fornisce un report sui movimenti in porto (arrivo, partenza, movimento interno), dal **PMIS**, di proprietà del Comando Generale di il Corpo dell'Autorità Portuale, e il database **IHS Markit**, che fornisce i parametri relativi ai motori di ciascuna imbarcazione in arrivo a Livorno. Grazie a questi strumenti è possibile rilevare tutte le informazioni relative ai movimenti nel porto, compresi gli orari di inizio e fine di tutti i movimenti navali e tutti i moli di destinazione/partenza, a cui è possibile collegare tutti i valori relativi alla motori, ottenendo così un'indicazione precisa di quale nave ha effettuato un determinato movimento nel porto.

Il report si divide in due parti: la prima valuta tutti i movimenti in porto, ottenendo i valori relativi al numero di arrivi/partenze mensili e la banchina arrivi/partenze divisi anche per tutte le principali categorie di traffico (crociera, ro-ro , ro-ro/pax, container, auto nuove). Grazie a questa analisi possiamo ottenere indicazioni precise sull'andamento mensile e sul funzionamento di ogni banchina. La seconda parte del rapporto utilizza i dati disponibili per calcolare le emissioni di tutti i principali inquinanti, analiticamente, e suddividerle per approccio, traffico e andamento mensile.

Nel 2021 nel porto di Livorno hanno operato 8 categorie di navi: **Ro-Ro**, **Ro-Ro/Pax**, **Cruise**, **Container Carrier**, **Vehicle**, **Cargo**, **Tanker** e **Bulk Carrier**, per un totale di 5343 arrivi/partenze. La figura seguente mostra il numero di arrivi/partenze registrati per tipo di nave.

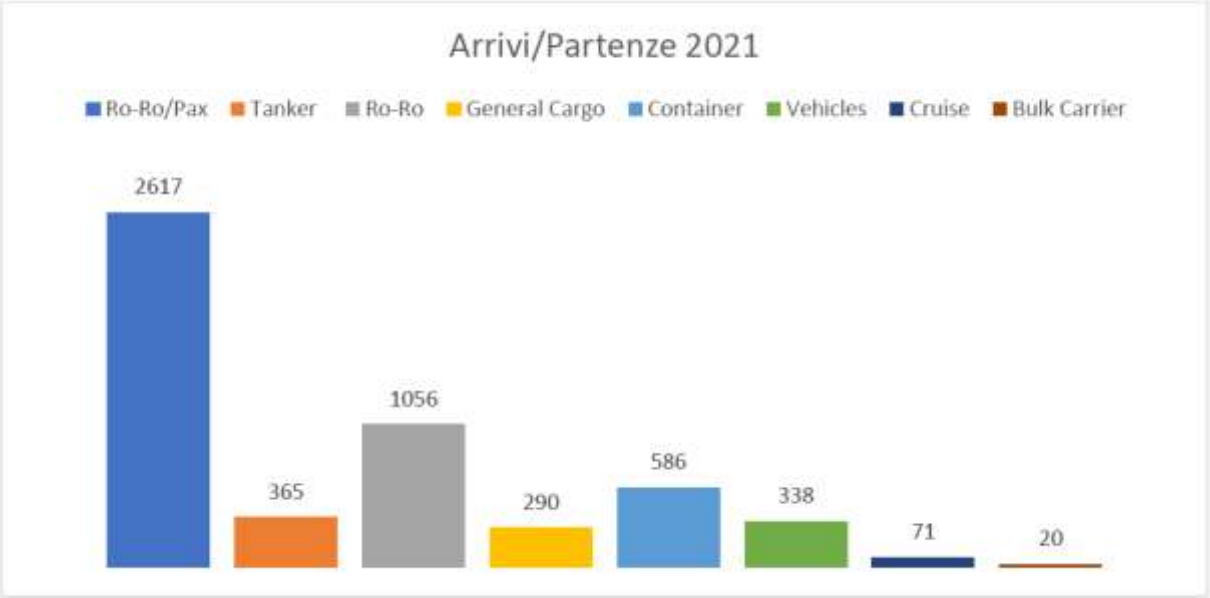

Figura 30 : Traffico portuale per tipologia di nave a Livorno nel 2021

Il grafico seguente mostra gli arrivi/partenze mensili suddivisi per categoria di nave:

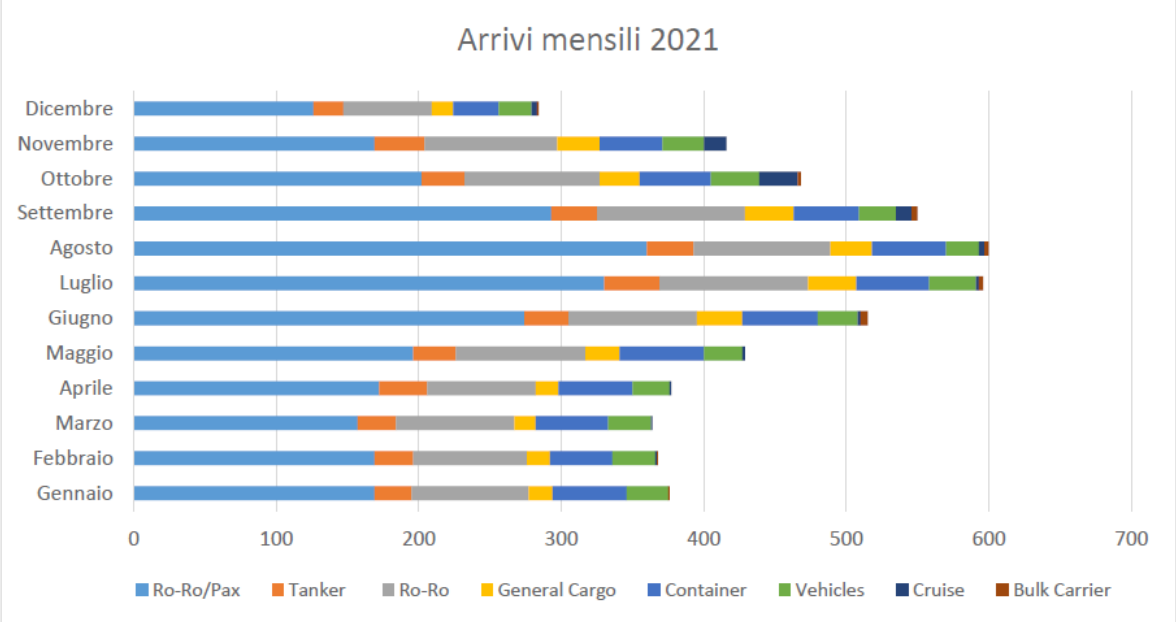

Figura 31 : Numero di scali per categoria di navi nel 2021

Dopo questa fase di analisi dei dati relativi alle navi in arrivo nel porto, sono stati calcolati analiticamente i valori di emissione dei principali inquinanti, analizzando le diverse tipologie di navi. Sono state effettuate analisi occasionali in funzione sia dell'inquinante che della fase operativa e, in definitiva, della tipologia di nave. Quelli con maggiore impatto ambientale sono Ro-Ro/Pax per via dei lunghi tempi morti e dell'elevata potenza che i generatori di bordo devono fornire per il normale funzionamento.

Al secondo e terzo posto per emissioni ci sono rispettivamente le navi delle categorie Ro-Ro e Container Cargo, i cui valori elevati sono dovuti al gran numero di arrivi all'anno appartenenti a questa categoria..

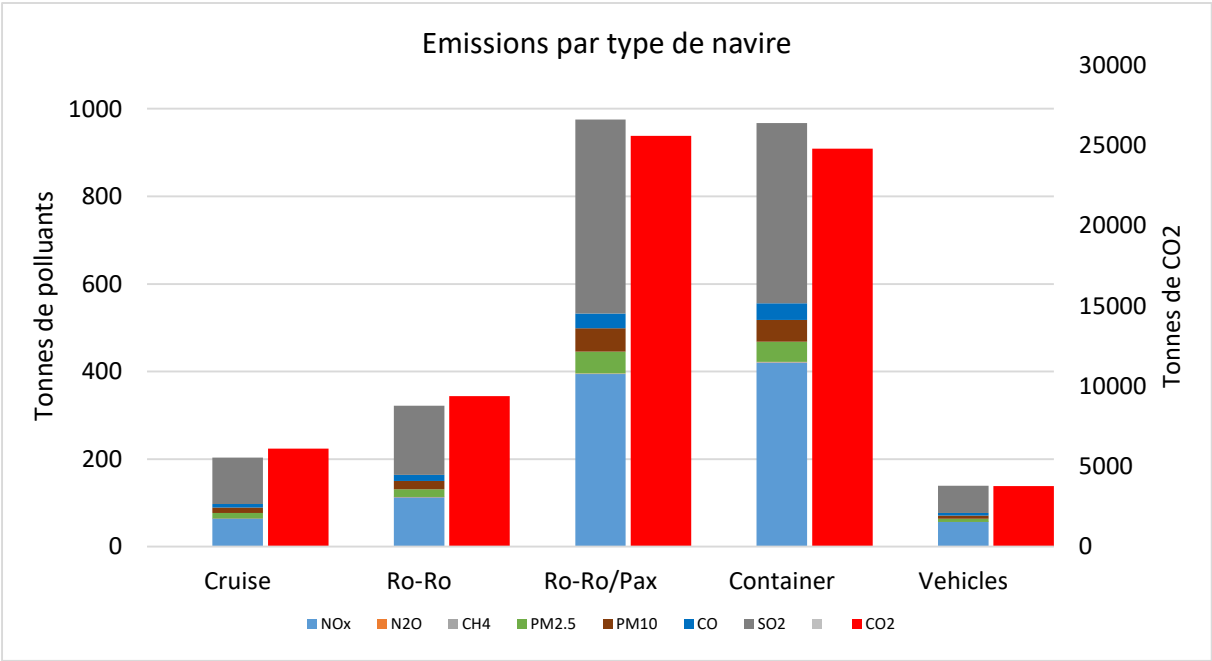

Figura 32 : Emissioni dei principali inquinanti e CO2 per tipologia di nave

La carbon footprint navale appare come uno strumento preliminare, costruito con strumenti innovativi, grazie ai quali è stato possibile valutare possibili scenari di riduzione delle emissioni inquinanti.

Il calcolo degli scenari relativi al collegamento elettrico delle navi alla banchina è considerato neutro. Questa ipotesi si basa sul fatto che l'energia elettrica potenzialmente utilizzata in porto può essere prodotta a Rosignano (Engie Italia) oa Collesalvetti (ENIpower), luoghi che non hanno impatti diretti significativi sulla città.

Livorno

L'elenco degli scenari per i quali verrà effettuato un calcolo delle emissioni per Livorno è il seguente:

Scenario 1.1 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 2.1 : 100% delle navi da crociera e Ro-Ro/Pax sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.2 : 100% delle navi da crociera sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 2.3 : 100% delle navi Ro-Ro/Pax sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e la flotta attuale

Scenario 3.1 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale

Scenario 4.1 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Scenario 5.1 : 100% delle navi da crociera e Ro-Ro/Pax sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e aggiunta di una o più navi LNG alla flotta attuale

Scenario 5.2 : 100% delle navi da crociera e Ro-Ro/Pax sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e flotta SECA (2025)

Scenario 5.3 : Aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA (2025)

Scenario 5.4 : 100% delle navi da crociera e Ro-Ro/Pax sono collegate al Cold Ironing senza emissioni (produzione di elettricità neutra) e aggiunta di una o più navi LNG alla flotta SECA

Fiches / Scenarii	0 Base	1 CENAQ	2.1 GNL	2.2 NH3	2.3 ELEC/H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtre Amont	3.3 MDE	3.4 Gestion Port	4 Normes SECA
Scenario 1.1	X									
Scenario 2.1	X	X								
Scenario 2.2	X	X								
Scenario 2.3	X	X								
Scenario 3.1	X		X							
Scenario 4.1										X
Scenario 5.1	X	X	X							
Scenario 5.2		X								X
Scenario 5.3			X							X
Scenario 5.4		X	X							X

Figura 33 : Scheda utilizzati per gli scenari su Livorno

Gli scenari selezionati a Genoa per la **fase di modellazione** sono **1.1 ; 2.1 ; 2.2 ; 2.3 ; 3.1 ; 5.1 ; 5.2**

Modellazione: Scenario 1.1 ; Scenario 2.1 ; Scenario 2.2 ; Scenario 2.3 ; Scenario 3.1 ; Scenario 5.1 ; Scenario 5.2

Scenari ARPAS / UNICA

Nell'ambito del progetto Aer Nostrum, al fine di definire gli scenari previsti per i porti di Cagliari e Olbia, UNICA e ARPAS hanno inviato in data 31 marzo 2022 dei questionari, basati sul modello adottato da ARPAL e UNIGE, a 20 attori locali, tra cui l'**Assessorato ai Trasporti** e l'**Assessorato alla Protezione Ambientale della Regione Autonoma della Sardegna**, il **Comune di Cagliari**, la compagnia di navigazione **Corsica Ferries**, i **mitilicoltori di Olbia**, il **Capitanato di Cagliari e Olbia** e l'**ADSP** (**Autorità Portuale dei Mari della Sardegna**). Due di loro sono stati restituiti.

Sono stati poi allestiti due tavoli tecnici, ai quali hanno preso parte le figure professionali più coinvolte dell'ADSP per quanto riguarda i porti di Cagliari e Olbia. In più si è discusso degli scenari con ADSP e durante il seminario sulla qualità dell'aria nei porti che si è svolto a Cagliari il 22 giugno 2022.

L'Organizzazione europea dei porti marittimi (ESPO) ha prodotto linee guida considerando che senza un'adeguata analisi costi-benefici, il costo di installazione di OPS sarebbe troppo alto.

➔ I criteri per l'installazione dell'OPS (Onshore Power Supply, cold ironing / CENAB) sono :

- Un tempo di permanenza della nave in porto e sufficiente regolarità di ormeggio
- La posizione dell'ormeggio e del porto
- Le dimensioni e la disposizione dell'ormeggio a seconda del collegamento della nave
- Accesso a finanziamenti pubblici
- Griglia disponibile e capacità di accesso alle energie rinnovabili, include spazio per l'inserimento della struttura OPS.

Piano Nazionale per gli Investimenti Complementari della Sardegna:

Finanziamento totale: € 70.830.000,00

I porti interessati dall'elettrificazione delle banchine sono i seguenti:

Cagliari (Porto Storico & Porto Canale) – Olbia
Porto Torres – Golfo Aranci – Santa Teresa Gallura – Portovesme

Una gara d'appalto per il progetto preliminare dovrebbe essere indetta entro giugno 2022, per il completamento nel 2026.

Nel porto di Cagliari gli investimenti previsti sono i seguenti:

Cagliari – Porto Storico € 20.900.000,00 - Potenza richiesta 22 MW

Cagliari – Porto Canale € 12.220.000,00 - Potenza richiesta 13 MW

Ad Olbia gli investimenti previsti sono i seguenti:

Porto di Olbia – € 21.560.000,00 - Potenza richiesta 22 MW

Nel porto di Cagliari è prevista l'elettrificazione delle banchine di Mol Rinascita (2 stazioni) e del porto canale per ro-ro (6 stazioni). Mentre nel porto di Olbia, 3 banchine per traghetti e 1 banchina per navi da crociera (12 MW), verranno sviluppati anche scenari per implementare il numero di stazioni elettrificate per navi da crociera. L'energia elettrica sarà fornita da TERNA, che dovrà ammodernare le proprie infrastrutture.

La costruzione di un deposito GNL nel porto di Cagliari è attualmente sospesa a causa di vari ricorsi. Per il momento, quindi, non esiste uno scenario che preveda l'utilizzo del GNL nei due porti.

Le principali compagnie marittime presenti sono Grimaldi e Moby. Grimaldi adotta l'uso delle batterie in porto (32) mentre Moby prevede di costruire due navi “ecologiche” (33).

Cagliari e Olbia

L'elenco degli scenari per i quali verrà effettuato un calcolo delle emissioni per Cagliari e Olbia è il seguente:

Scenario 0 : Situazione attuale (dati 2021)

Scenario 1 : Flotta attuale con legislazione SECA (2025)

Fiches / Scenarii	0 Base	1 CENAQ	2.1 GNL	2.2 NH3	2.3 ELEC/H2	3.1 Scrubber	3.2 Filtre Amont	3.3 MDE	3.4 Gestion Port	4 Normes SECA
Scenario 0	X									
Scenario 1										X

Figura 34 : Scheda utilizzati per gli scenari su Cagliari e Olbia

Nessuno di questi scenari sarà modellato.

Conclusione

Le soluzioni individuate nella prima parte della presente relazione costituiscono un elenco non esaustivo che può essere integrato, se necessario, in base agli sviluppi tecnologici e sociali. Questa opera bibliografica impegna esclusivamente la responsabilità del suo autore. Questi fogli di soluzione sono serviti come base di lavoro per le discussioni con i vari stakeholder portuali, consentendo così di stabilire diversi scenari di riduzione delle emissioni nei porti interessati da AER NOSTRUM.

Tutti gli scenari saranno valutati da un punto di vista quantitativo (riduzione percentuale delle emissioni inquinanti tramite il calcolo dell'inventario delle emissioni) e per alcuni da un punto di vista qualitativo (concentrazione di inquinanti dalle navi in città in determinati punti tramite modellizzazione).

È importante notare che questo lavoro di calcolo confermerà la pertinenza di alcune strutture già esistenti o in corso di realizzazione (SECA, CENAB, filtro antiparticolato, ecc.), oppure garantirà l'utilità di una particolare soluzione per la quale i lavori e il finanziamento sono nella fase di riflessione (navi H2, CENAB con emissioni locali, ecc.).

Tali risultati saranno oggetto dell'attività T3.3 “Scenari di riduzione delle emissioni” ed in particolare del rapporto “Scenari locali per la riduzione delle emissioni inquinanti e di GHG[17] ”.

Bibliografia

1. **Région Sud - Provence-Alpes-Côte d'Azur.** « ESCALES ZÉRO FUMÉE », UNE SOLUTION POUR NOTRE SANTÉ ! *maregionsud.fr.* [En ligne] Janvier 2021. https://www.maregionsud.fr/actualites/detail/escales-zero-fumee-une-solution-pour-notre-sante.

2. **Corsica Linea.** Dossier de presse - Arrêt technique du Paglia Orba : Top Départ de l'électrification à quai pour Corsica Linea. *armateursdefrance.org.* [En ligne] Février 2019. https://www.armateursdefrance.org/sites/default/files/presse/dossier_presse_at_orba_01022019.pdf.

3. **ABB.** Une solution clé en main d'ABB pour réduire les émissions polluantes dans les ports. *library.e.abb.com.* [En ligne] https://library.e.abb.com/public/18f21146684cae21c125784e00556436/56-60%204m072a_FRA_72dpi.pdf.

4. **Baldy, Rémi.** Contre la pollution, le port se la joue branché. *marsactu.fr.* [En ligne] 09 Juillet 2019. https://marsactu.fr/contre-la-pollution-le-port-se-la-joue-branche/.

5. **Pôle Mer Méditerranée.** Connexion Electrique des Navires A Quai. *www.polemermediterranee.com.* [En ligne] 2014. https://www.polemermediterranee.com/Activites-Projets/Naval-et-nautisme/CENAQ.

6. **Penverne, Mickael.** Marseille: La Méridionale se branche à quai pour moins polluer. *20minutes.fr.* [En ligne] 02 Juin 2015. https://www.20minutes.fr/marseille/1621811-20150602-marseille-meridionale-branche-quai-moins-polluer.

7. **La Méridionale.** CENAQ : Des ferrys pour la Corse branchés à quai. *lamedirionale.fr.* [En ligne] https://www.lameridionale.fr/fr/la-meridionale/engagements/cenaq-des-ferrys-pour-la-corse-branches-a-quai.

8. **Snam, International Gas Union and The Boston Consulting Group.** *Global Gas Report, 2018.* 2018. p. 4.

9. **ClearSeas.** LNG & Marine Shipping. *clearseas.org.* [En ligne] https://clearseas.org/en/lng/.

10. **International Panel on Climate Change.** *TS.2.5 Net Global Radiative Forcing, Global Warming Potentials and Patterns of Forcing.*

11. **Brynolf, Selma, Andersson, Karin E et Fridell, Erik.** *A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels.* 2011. p. 17.

12. **International Maritime Organization.** *FSA − Liquefied Natural Gas (LNG) Carriers - Details of the Formal Safety Assessment (Annex).* 2007.

13. **Philibert, Cédric.** Des cargos écolos grâce à l'ammoniac vert. *revolution-energetique.com.* [En ligne] Mars 2021. https://www.revolution-energetique.com/des-cargos-ecolos-grace-a-lammoniac-vert/.

14. **DE VRIES, Niels.** *Thesis : Safe and effective application of ammonia as a marine fuel.* TU Delft Mechanical, Maritime and Materials Engineering. 2019. Thèse.

15. **Hurtigruten.** Hurtigruten se lance dans la construction de navires hybrides. *hurtigruten.fr.* [En ligne] https://www.hurtigruten.fr/hurtigruten-group/actualites-hurtigruten/hurtigruten-se-lance-dans-la-construction-de-navires-hybrides/.

16. **The Explorer.** Norwegian solutions are paving the way for a green cruise industry. *theexplorer.no.* [En ligne] https://www.theexplorer.no/stories/ocean/norwegian-solutions-are-paving-the-way-for-a-green-cruise-industry/?utm_source=linkedin&utm_medium=organic&utm_campaign=&utm_term=&utm_content=.

17. **Deboyser, Bernard.** Norvège : mise en service du plus grand navire électrique au monde. *evolution-energetique.com.* [En ligne] Mars 2021. https://www.revolution-energetique.com/norvege-mise-en-service-du-plus-grand-navire-electrique-au-monde/.

18. **SCHWOERER, Philippe.** Le premier cargo 100% électrique effectue son voyage inaugural. *revolution-energetique.com.* [En ligne] Novembre 2021. https://www.revolution-energetique.com/le-premier-cargo-100-electrique-effectue-son-voyage-inaugural/.

19. **Ministère de la Mer.** SCRUBBERS : ENTRÉE EN APPLICATION DE L'INTERDICTION DE REJETS DÈS LE 1ER JANVIER 2022. *mer.gouv.fr.* [En ligne] 17 Décembre 2021. https://mer.gouv.fr/scrubbers-entree-en-application-de-linterdiction-de-rejets-des-le-1er-janvier-2022.

20. **FranceInfo.** Corsica Linea a-t-elle obtenu le droit de polluer la mer ? La compagnie s'en défend. *france3-regions.francetvinfo.fr.* [En ligne] 08 Février 2022. https://france3-regions.francetvinfo.fr/corse/haute-corse/grand-bastia/corsica-linea-a-t-elle-obtenu-le-droit-de-polluer-la-mer-la-compagnie-s-en-defend-2453262.html.

21. **Solvair Solutions.** SOLVAir® Marine - Traitement sec pour la fumée des navires et de l'industrie de la marine. *solvairsolutions.com.* [En ligne] https://www.solvairsolutions.com/fr/industries-desservies/solvair-marine.

22. **La Méridionale.** LE FILTRE À PARTICULES DU PIANA. *lameridionale.fr.* [En ligne] https://www.lameridionale.fr/fr/la-meridionale/engagements/le-filtre-a-particules-du-piana.

23. **Solvair Solutions.** Étude de cas : La Méridionale, une compagnie maritime en France. *solvairsolutions.com.* [En ligne] https://www.solvairsolutions.com/fr/etude-de-cas-la-meridionale-compagnie-maritime-france.

24. **COLOMBIER, NATHALIE BUREAU DU.** IMO 2020 : La Méridionale teste le filtre à particules . *journalmarinemarchande.eu.* [En ligne] Mars 2019. https://www.journalmarinemarchande.eu/actualite/shipping/la-meridionale-teste-le-filtre-a-particules.

25. **Pôle Mer Méditerranée.** Démonstrateur de filtre à particules pour les navires de commerce. *polemermediterranee.com.* [En ligne] https://www.polemermediterranee.com/Activites-Projets/Naval-et-nautisme/TEST-FAP.

26. **ECOSOFTEC.** Réduction des particules polluantes des fumées des navires - APR CORTEA 2019 - Projet OCEAMM. *librairie.ademe.fr.* [En ligne] 2021. https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/5235-reduction-des-particules-polluantes-des-fumees-des-navires.html.

27. **Ministère de la Mer.** LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR PAR LES NAVIRES : LA RÉDUCTION DE LA TENEUR EN SOUFRE DES CARBURANTS MARINS. *mer.gouv.fr.* [En ligne] Décembre 2021. https://www.mer.gouv.fr/lutte-contre-la-pollution-de-lair-par-les-navires-reduction-de-la-teneur-en-soufre.

28. **Ministère de la Transition Ecologique.** Projet de zone de réglementation des émissions de polluants (ECA) en mer Méditerranée. *ecologie.gouv.fr.* [En ligne] Décembre 2020.

https://www.ecologie.gouv.fr/projet-zone-reglementation-des-emissions-polluants-eca-en-mer-mediterranee.

29. **Bornemann, Brigitte.** MÉDITERRANÉE : ACCORD TROUVÉ POUR LA ZONE DE CONTRÔLE DES ÉMISSIONS D'OXYDES DE SOUFFRE (SECA). *energiesdelamer.eu.* [En ligne] Décembre 2021. https://www.energiesdelamer.eu/2021/12/18/accord-trouve-pour-la-zone-de-controle-des-emissions-doxydes-de-soufre-seca-pour-la-mediterranee/.

30. **EDF.** Une production électrique en mutation. *corse.edf.fr*. [En ligne] https://corse.edf.fr/edf-en-corse/nos-installations-en-corse/nos-moyens-de-production-electrique-en-corse.

31. **INERIS.** A Technical Feasibility Study for the Implementation of an Emission Control Area (ECA) in the Mediterranean Sea . [En ligne] Janvier 2019. https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/R_DRC-19-168862-00408A_ECAMED_final_Report_0.pdf.

32. **Nieddu, Gian Basilio.** La svolta green di Grimaldi: navi Zero Emission in porto. *www.vaielettrico.it/.* [En ligne] https://www.vaielettrico.it/la-svolta-green-di-grimaldi-navi-zero-emission-in-porto/.

33. **Lanuovosardegna.** Olbia, nuovi traghetti: il rilancio con l'alleanza Moby-Msc. [En ligne] Avril 2022. https://www.lanuovasardegna.it/olbia/cronaca/2022/04/11/news/olbia-nuovi-traghetti-il-rilancio-con-l-alleanza-moby-msc-1.41366587.

Tabella delle abbreviazioni

[1] High-Sulphur Fuel Oil
[2] Low-Sulphur Fuel Oil
[3] Gas Naturale Liquefatto
[4] Filtro antiparticolato
[5] Scrubber ad Anello Aperto o ad Anello Chiuso
[6] Controllo della domanda di energia
[7] Motori di propulsione (primari e secondari) per muovere la nave
[8] Gruppo elettrogeno (o motore ausiliario in alcuni casi specifici) che assicura l'alimentazione a terra
[9] Centro di Coordinamento Inventario Territoriale - https://www.lcsqa.org/fr/rapport/guide-methodologique-pour-lelaboration-des-inventaires-territoriaux-des-emissions
[10] Connexion Electrique des Navires Aux Quais (CENAQ) / Collegamento Elettrico delle Navi Ai Bacini (CENAB)
[11] Motori di propulsione (primari e secondari) per muovere la nave
[12] Gruppo elettrogeno (o motore ausiliario in alcuni casi specifici) che assicura l'alimentazione a terra
[13] Gestione dell'energia e del consumo
[14] Sulfur Emissions Control Area
[15] Chemical Transport Model
[16] Nitrogen Emissions Control Area
[17] GreenHouse Gases (CO_2, CH_4, vapore acqueo, O_3, ecc.)