

T.2.2.1 Quadro di conoscenza coordinata che emerge da studi diagnostici di impieghi e soluzioni ottimali per l'adozione di GNL nelle operazioni portuali nell'area di cooperazione

Oct/2020

Regione Liguria

(in collaborazione con Camera di Commercio del Var)

Introduzione

Il progetto PROMO-GNL supporta l'adozione del GNL nelle operazioni portuali e marittime realizzando una cornice coordinata di studi di fattibilità congiunti che favoriscano scelte consapevoli da parte dei “decision maker”. In tal senso PROMO-GNL rappresenta un nodo importante per la comunicazione dei progetti del Cluster GNL, che include i progetti GNL FACILE, SIGNAL e TDI RETE-GNL, amplificandone i messaggi e gli studi e veicolando innovazione e conoscenze.

La Componente T2 di progetto in particolare si pone l'obiettivo di fornire una panoramica delle opzioni ottimali di GNL condivise dai porti dell'area di cooperazione ed un quadro comune di scelte possibili e corrispondenti leve di promozione prioritaria per gestirle.

Sulla base delle analisi condotte nelle altre componenti di progetto, l'attività T.2.2 delinea, attraverso il presente documento (T 2.2.1), il quadro coordinato delle conoscenze che emerge dagli studi di mappatura degli impieghi e delle soluzioni ottimali per l'adozione del GNL nelle operazioni portuali nell'area della cooperazione. Esso contribuisce allo sviluppo del Piano d'Azione Congiunto delle Azioni di Informazione e Promozione destinati agli attori chiave per l'adozione del GNL nei porti (Prodotto T3.1.1), che ha l'obiettivo di produrre un effetto moltiplicatore di tutte le conoscenze sviluppate dai progetti del Cluster GNL.

Il presente documento è articolato in due sezioni distinte:

- La SEZIONE I, elaborata a cura di CCIVAR, focalizzata sugli stakeholder, le loro interazioni e gli ambiti di influenza;
- La SEZIONE II, elaborata a cura di Regione Liguria, che capitalizza studi e buone pratiche realizzati dal progetto in relazione al contesto del Mediterraneo nord occidentale.

La prima sezione in particolare riporta:

- un'analisi dei vari stakeholder che giocano un ruolo nella diffusione del GNL nell'area di cooperazione (operatori del settore pubblico, autorità portuali, fornitori di gas, compagnie di navigazione,...);
- il quadro delle loro interazioni e la loro caratterizzazione in termini di responsabilità, ambiti di influenza, aspetti sinergici e conflittuali;
- un capitolo dedicato all'accettazione sociale del GNL;
- l'analisi delle alternative al GNL con casi studio e considerazioni specifiche con riferimento al contesto francese;
- la definizione degli elementi da prendere in considerazione in vista della realizzazione dell'industria del GNL nelle isole e con particolare riferimento al caso della Corsica

La sezione II completa ed integra la precedente fornendo un quadro conoscitivo sintetico delle soluzioni tecnologiche e degli aspetti critici ed identificando alcuni fattori “di sistema” che possono facilitare lo sviluppo del GNL.

In particolare vengono riprese le principali risultanze del deliverable 1.3.1 del progetto, contenenti l’analisi del mercato di riferimento per l’area di cooperazione, che riporta:

- l’analisi dei servizi di bunkeraggio (andamento dei volumi di bunkeraggio, dei prezzi dei combustibili marittimi, evoluzione della flotta a GNL,..);
- la sintesi dell’offerta reale e potenziale, con descrizione di progetti e futuri sviluppi nell’area di cooperazione.

Viene inoltre offerto il quadro delle migliori soluzioni tecnologiche disponibili per lo stoccaggio e il bunkeraggio di GNL. Segue l’analisi dei consumi portuali con specifico riferimento a veicoli con sistemi di propulsione ibridi utilizzabili in ambito portuale ed ai consumi del sistema porto, con esempi di efficientamento energetico e di riduzione delle emissioni nel caso studio del porto di Livorno. Vengono inoltre riportate alcune considerazioni specifiche relative all’impiego del GNL per le manovre ferroviarie in ambito portuale.

Il presente documento realizza quindi un quadro delle conoscenze che offre un quadro d’insieme utile ai soggetti decisori e programmatori territoriali coinvolti a diverso titolo nello sviluppo delle rete infrastrutturale legata al GNL.

Missione di elaborazione di un quadro coordinato delle competenze basato su studi diagnostici degli usi e delle soluzioni ottimali in favore dell'adozione di G.N.L. nelle operazioni portuali della zona di cooperazione

Progetto PROMO GNL

Elemento T2

Consegnabile T2.2.1



Elenco delle Tabelle

Tabella 1	:	Graduazione del ruolo delle autorità portuali
Tabella 2	:	Fonte Assocostieri
Tabella 3	:	Elenco degli operatori dei terminali
Tabella 4	:	Linea di condotta per diminuire il valore dell'EEDI (Indice di efficienza energetica in materia di progettazione) di una nave
Tabella 5	:	Panoramica delle opzioni tecniche sulla base delle misure di riduzione
Tabella 6	:	Panoramica delle scelte strategiche e delle opzioni associate
Tabella 7	:	Classificazione ZNI (Zona di Nuovo Insediamento) dei territori
Tabella 8	:	Costi di produzione
Tabella 9	:	Tabella di confronto dei combustibili marino
Tabella 10	:	Riepilogo degli effetti correlati all'uso del GNL
Tabella 11	:	Ruolo degli operatori nel settore del GNL

Elenco delle Figure

Figura 1	:	Catena del valore convenzionale di GNL / SSGNL (Small Scale GNL), fonte SIA Partners
Figura 2	:	Funzioni principali di un terminal cisternieri
Figura 3	:	Cartografia delle ZNI (Zona di Nuovo Insediamento)
Figura 4	:	Foto del dispositivo HyBalance



Lista delle sigle, abbreviazioni ed acronimi

Acronimo Definizione

AFG :	Associazione Francese del gas
AFNOR :	Associazione Francese di Standardizzazione
AIS :	Automatic Identification System
CESER :	Consiglio Regionale Economico, Sociale e Ambientale
CGEDD :	Direzione Generale per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile
DGTIM :	Direzione Generale dei Trasporti e delle Infrastrutture Marittime
DML :	Diesel Marino Leggero
ECA :	Emission Control Area
EEDI :	Energy Efficiency Design Index
EVP :	Unità Equivalente a Venti Piedi (TEU: Twenty-foot Equivalent Unit)
FO :	Olio combustibile, che comprende tutti i prodotti derivati dalla raffinazione del petrolio greggio
CEN :	Centre Européen de Normalisation
GERG :	Gas European Research Group
GIE :	Gas Infrastructure Europe
GIIGNL :	Gruppo Internazionale Importatori di GNL
GES :	Gas a Effetto Serra
GNL :	Gas Naturale Liquefatto
GPMM :	Grande Porto Marittimo di Marsiglia
GRT :	Operatori dei Sistemi di Trasporto
GT :	Grande tonnellaggio
HFO :	Heavy Fuel Oil
HVO :	Hydrotreated Vegetable Oil
IAPH :	International Association of Ports and Harbors
LSFO :	Low Sulfur Fuel Oil
MARPOL :	Marine Pollution
MGO :	Marine Gasoil
MTEP :	Un Milione di TEP (Tonnellata Equivalente di Petrolio)
OMI :	Organizzazione Marittima Internazionale
ORC :	Organic Rankine Cycle
PAC :	Cella a combustibile
PM :	Particle Matter
PPE :	Programmazione Energetica Pluriennale
PV :	Fotovoltaico
SGMF :	Society for the Gas as a Marine Fuel
SIGTTO :	Society of International Gas Tankers and Terminals Operator
SSLNG :	Small Scale LNG
TPM :	Tolone Provenza Mediterraneo
VAN :	Valore Attuale Netto
VLCC :	Very Large Crude Carrier
VLSFO :	Very Low Sulfur Fuel Oil



Indice

1. Analisi degli stakeholders del settore	6
1.1 Operatori del settore pubblico	7
1.1.1 Lo Stato	7
1.1.2 L'Unione Europea	8
1.1.3 Le strutture amministrative	9
1.2 Gli interlocutori sociali	9
2. Le autorità portuali	12
2.1 Gli operatori portuali Francesi	12
2.2 I porti dello Stato	12
2.3 Porti sotto la responsabilità degli enti locali e regionali	12
2.4 Modello di gestione francese	12
2.5 L'effetto metropolitano	13
2.6 Un questione che emerge dai diversi modelli di gestione	13
2.7 Gli operatori portuali Italiani	14
2.8 Modello di gestione italiano	14
2.9 Il ruolo delle autorità portuali italiane	15
3. I porti	17
3.1 Funzioni operative	18
3.1.1 La competenza ferroviaria dei porti francesi: un'opportunità	18
3.1.2 Attività portuali: l'esempio francese	18
3.2 I porti francesi della costa mediterranea	19
3.3 I porti italiani della costa mediterranea	20
3.4 I modelli di gestione sono trasferibili?	22
3.4.1 Metodo comparativo	22
3.4.2 Alleanze e competitività	22
4. La Conversione energetica e insularità: una sfida comune	25
4.1 La conversione energetica dei porti: la dimostrazione del GNL	25
5. Le compagnie del gas	29
5.1 Le società del gas che vendono GNL al dettaglio	29
5.2 Operatori di terminal cisternieri	29
6. Produttori di apparecchiature	32
7. Il settore fluviale	33
8. Il settore stradale industriale	34
9. Il punto di vista degli armatori	35
9.1 Il fenomeno della concentrazione	37
9.2 Gli armatori del settore fluviale	37
9.3 Adeguamento : la scelta delle alternative	38
10. Gli operatori del bunkeraggio	42
10.1 La soluzione Truck to Ship	42
10.2 La soluzione Ship to Ship	42
11. Identificazione delle componenti di bilancio	43
11.1 Tassazione per compensare il deficit di investimento	45



12. Focus sul GNL e l'insularità	49
12.1 Conversione energetica e insularità	49
12.2 Esempio delle pratiche	55
13. Le alternative al GNL	57
13.1 L'alternativa ENR (Energie Rinnovabili)	57
13.2 L'alternativa bio-metano	60
13.3 L'alternativa idrogeno	62
13.4 L'alternativa diesel marino	66
14. Accettazione sociale	68
15. Elettrificazione in banchina	72
16. Descrizione dei principali operatori del settore del GNL nel Mediterraneo, nella zona di cooperazione franco-italiana sotto forma di una Tabella.	74
17. Interazioni tra gli operatori del settore	76
Allegato 1: Ammoniaca	82
Allegato 2: Metanolo	84



1. Analisi degli stakeholders del settore

Dal 1964 e dalla messa in servizio del primo impianto di liquefazione del gas al mondo ad Arzew, in Algeria, il mercato del GNL e i suoi impieghi hanno subito un profondo cambiamento, che oggi segna l'avvento di impianti di liquefazione del gas naturale su scala ridotta. Le catene di valore di GNL su piccola scala (SSLNG) si stanno moltiplicando e si stanno strutturando in punti strategici, consentendo una rete più stretta di regioni di utenza, supportata da catene di valore convenzionali. O forse bisogna dire che alcuni territori stanno diventando, dal punto di vista dell'attività economica, delle questioni ambientali o della sicurezza dell'approvvigionamento, particolarmente strategici, basati sull'impiego di SSLNG, che risponde anche al problema dell'instabilità dei prezzi, della frammentazione della domanda e delle componenti geopolitiche.

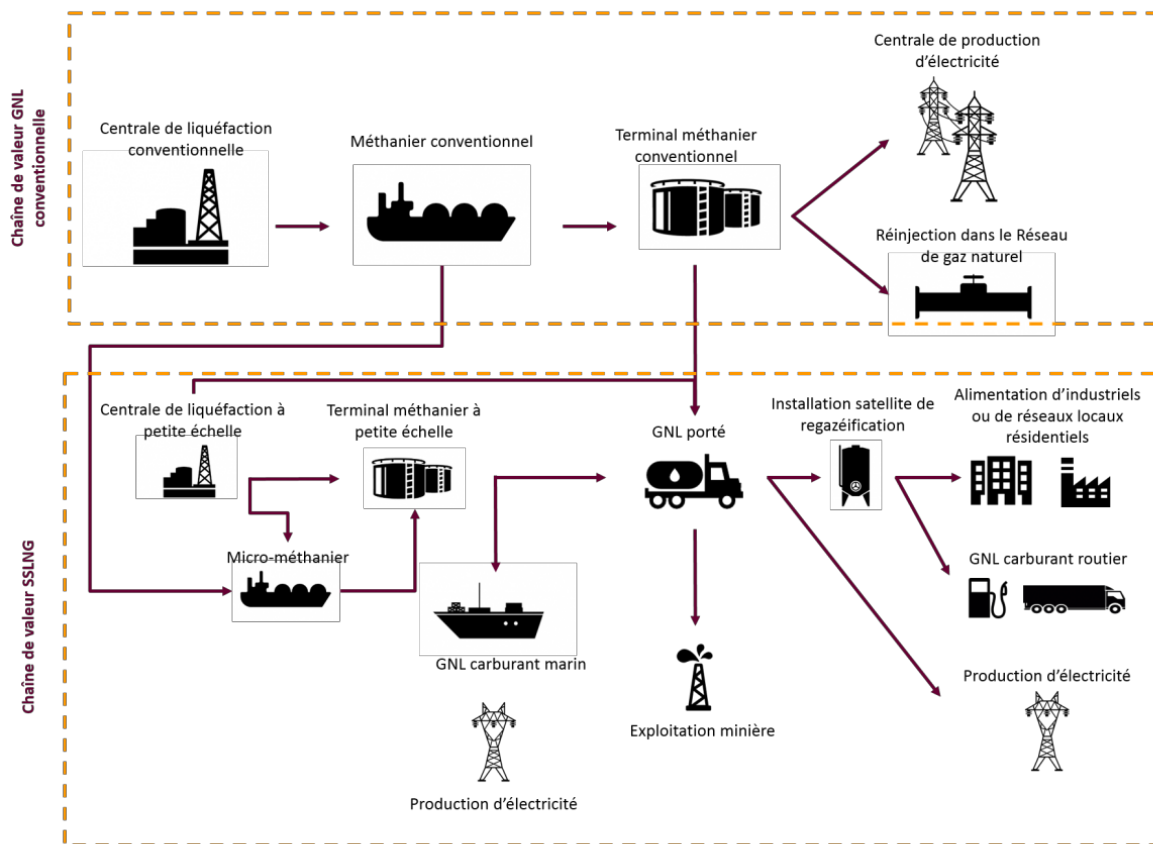


Figura 1: Catena del valore convenzionale di GNL / SSGNL (Small Scale GNL), fonte SIA Partners

La conversione energetica e le questioni ambientali ad essa associate, il cambiamento delle esigenze e degli usi fanno del GNL una "svolta" nel settore dei trasporti e della logistica. Nel settore del trasporto marittimo, lo sviluppo del GNL per il combustibile marino richiede il dispiegamento di infrastrutture di approvvigionamento nei porti commerciali. I porti, in quanto hub multimodali e, in alcuni casi, punti di ricezione per i terminal cisternieri, stanno diventando sedi privilegiate per la realizzazione di servizi di distribuzione multimodale di combustibili alternativi. Con il sostegno delle politiche pubbliche, delle autorità e dei porti, dei fornitori di gas, degli operatori di terminal cisternieri e delle compagnie di navigazione, si sono così mobilitati e stanno lavorando a progetti di adeguamento o di costruzione di navi e alla creazione di stazioni di rifornimento basate su tecnologie che stanno raggiungendo la maturità.

Lo scopo di questo studio è quello di consolidare le informazioni e le componenti da prendere in considerazione, nonché le problematiche, al fine di implementare le buone pratiche nei territori dei partner dell'area di cooperazione. È quindi necessario descrivere un quadro di competenze coordinato che specifichi :

- La descrizione dei principali attori del settore del GNL nel Mediterraneo, nella zona di cooperazione franco-italiana (autorità, interlocutori economici e sociali) sotto forma di Tabella,
- Descrizione degli investimenti nel GNL in Francia,
- La presentazione grafica delle influenze, delle sinergie e delle tensioni per gli operatori per quanto riguarda gli investimenti,
- Definizione degli elementi da prendere in considerazione in vista della realizzazione dell'industria del GNL nelle isole.

1.1 Operatori del settore pubblico

Le politiche pubbliche a favore dell'ambiente o della conversione energetica sono la principale fonte di impatto sulla realizzazione, la progettazione e lo sviluppo dell'industria del gas naturale liquefatto. Questo non per negare gli effetti del « mercato », ma il primo passo è quello di individuare gli operatori del settore pubblico che ne stabiliscono le modalità di diffusione.

1.1.1 L'État

Lo Stato negozia le norme internazionali e comunitarie che hanno un impatto sulla disponibilità di approvvigionamento di GNL, adotta le corrispondenti norme nazionali, le attua e ne controlla l'applicazione. Nel corso delle trattative, deve dimostrare la sua capacità di anticipare i cambiamenti degli standard ambientali e consentire agli operatori economici di mantenere la loro attività all'interno di un quadro normativo rafforzato, in particolare attraverso soluzioni transitorie e accordi finanziari. A tal fine, stabilisce il livello di tassazione dei carburanti nell'ambito dei testi comunitari.

Lo Stato avvia le politiche pubbliche nazionali sulla base di attività di pianificazione, programmazione e coordinamento. Ciò si riflette nella logica dello schema, del quadro d'azione nazionale e del progetto. Attraverso l'approccio strategico nazionale, lo Stato individua le prospettive di sviluppo del GNL come combustibile marino per ciascuna litorale e garantisce il coordinamento della sua distribuzione sul territorio nazionale. Lo Stato definisce inoltre le azioni da intraprendere in collaborazione con i suoi partner per sviluppare formazioni per la movimentazione del GNL come combustibile marino e per adattare il quadro normativo al fine di creare un mercato francese di GNL come combustibile marino attraente, garantendo al tempo stesso la massima sicurezza possibile per gli operatori.

Ad esempio, già nel 2012 la Francia ha avviato una missione per coordinare le azioni ministeriali sull'uso del GNL, guidata dalla Direzione Generale per lo Sviluppo Sostenibile (CGEDD). Le organizzazioni professionali e oltre 50 aziende del settore sono state coinvolte nelle discussioni di fronte ad uno Stato in posizione di leadership. All'epoca, questo approccio faceva parte dei negoziati per la Direttiva 2012/33/UE venuta a modificare la Direttiva 1999/32/CE sul contenuto di zolfo dei combustibili per uso marittimo.

Questo ha messo in moto un vero e proprio processo. Nel 2015 la Francia si è impegnata nel progetto europeo GAINN4MOS, destinato a finanziare lo sviluppo di prototipi di navi alimentate a GNL e la conversione di terminal cisternieri per la fornitura di navi.



Successivamente, come previsto dalla direttiva europea 2014/94/UE, all'inizio del 2017 la Francia ha pubblicato un quadro d'azione nazionale per lo sviluppo di carburanti alternativi e la realizzazione delle relative infrastrutture (CANCA). In questo documento, si è impegnata a distribuire gradualmente un'offerta di rifornimento, con soluzioni adeguate all'evoluzione della domanda. Inizialmente, l'obiettivo era quello di creare, almeno in un porto per ogni litorale, le prescrizioni normative e operative necessarie per il bunkeraggio del GNL. Tuttavia, lo Stato si è anche impegnato ad aumentare le soluzioni di bunkeraggio se la situazione si evolve in modo positivo, a favore di un inasprimento delle normative internazionali ed europee sull'emissione di sostanze inquinanti e di un aumento degli ordini di navi alimentate a GNL.

Lo Stato italiano è anche uno dei principali attori nello sviluppo e nell'utilizzo del gas naturale liquefatto (GNL) come combustibile marino nell'area di cooperazione. Lo Stato ha messo in atto diverse politiche pubbliche relative a:

- l'individuazione di standard e procedure che combinino dimensioni tecniche ed economiche e che siano comuni a tutti i porti (inventario, roadmap per la fornitura di GNL, stoccaggio e consegna),
- la definizione di un sistema integrato di distribuzione di GNL attraverso la creazione di diversi modelli :
 - un modello per l'ottimizzazione della rete marittima per l'approvvigionamento,
 - un modello per localizzare i siti di stoccaggio nei porti di destinazione,
 - un modello di distribuzione interna nei territori meno attrezzati,
- l'attuazione di un'azione pilota per la realizzazione di stazioni mobili di stoccaggio e rifornimento nei porti commerciali: chiatta (sull'acqua) o container (a terra),
- promuovendo l'adozione del GNL per le operazioni portuali e marittime, direttamente o indirettamente legate al trasporto marittimo e alle attività portuali.

Possiamo quindi parlare di stati offensivi nelle loro strategie di spiegamento.

1.1.2 L'Unione Europea

La Commissione europea svolge un ruolo importante nella questione del combustibile GNL tanto quanto gli Stati membri, sotto diversi aspetti. La Commissione europea è all'origine di tutta la legislazione comunitaria.

Dal Trattato di Lisbona, la Commissione ha il potere di adottare, quando una direttiva lo prevede, atti di esecuzione diretta per evitare un'applicazione differenziata da parte degli Stati. La Commissione, che è responsabile del controllo dell'applicazione della legislazione europea, può avviare azioni legali nei confronti degli Stati membri qualora essa li ritenga in violazione di tale legislazione e, qualora le giustificazioni fornite dagli Stati membri le sembrano insufficienti, può adire la Corte di giustizia dell'Unione europea.

Per quanto riguarda il finanziamento pubblico, la Commissione gestisce programmi che consentono agli operatori economici di beneficiare degli aiuti comunitari sotto varie forme. Regola il trasporto marittimo attraverso l'applicazione della legislazione europea in materia di concorrenza e aiuti di Stato (DG COMP) e attraverso le modalità di finanziamento della ricerca e dell'innovazione (DG RTD). Le questioni economiche sono di competenza della DG Affari economici e finanziari (ECFIN) e della DG Mercato interno, industria, imprenditoria e PMI (GROW).



1.1.3 Le strutture amministrative coinvolte nelle questioni relative allo sviluppo del combustibile GNL

Tre Direzioni generali a carattere « verticale » sono direttamente coinvolti nella questione del carburante GNL: la Direzione generale dei trasporti e delle infrastrutture marittime (DGITM), la Direzione generale della prevenzione dei rischi (DGPR) e la Direzione generale dell'energia e del clima (DGEC); due dipartimenti "orizzontali": la Direzione degli Affari Economici e Internazionali (DAEI) della Segreteria Generale e la Commissione Generale per lo Sviluppo Sostenibile, principalmente la Direzione della Ricerca e dell'Innovazione (DRI); lo stesso vale per la Delegazione per lo Sviluppo Sostenibile e il Dipartimento per l'Economia, la valutazione e Integrazione dello Sviluppo Sostenibile.

1.2 Gli interlocutori sociale

Associazioni professionali nel settore del GNL.

Queste strutture, spesso di carattere sovranazionale, contribuiscono all'elaborazione di buone pratiche e all'evoluzione della normativa.

- AFG (Associazione Francese del gas) è la principale associazione professionale per il settore del gas. La sua Task Force sulla transizione energetica e la Commissione GNL riuniscono varie organizzazioni della catena GNL. La vocazione dell'AFG è quella di uno scambio di opinioni su temi di attualità e la trasmissione di un messaggio comune presso le autorità interessate. Si compone di diversi gruppi di lavoro tematici: normativa, formazione..,
- AFNOR (Associazione Francese di Standardizzazione) il cui comitato francese per la standardizzazione del GNL (BNG 282) contribuisce alla definizione di norme di prodotto specifiche per il GNL,
- Il CEN (Centro Europeo di Standardizzazione) ha diversi comitati tecnici TC 282,
- Il GERG (Gas European Research Group) è composto da 33 membri provenienti da 15 paesi che lavorano sul tema delle infrastrutture,
- Il GIE (Gas Infrastructure Europe / GLE - Gas LNG Europe) è un'organizzazione che rappresenta gli interessi dei gestori europei delle infrastrutture del gas presso le istituzioni e gli organismi europei. GLE è il ramo del GIE responsabile dei gestori di terminali GNL europei,
- Il GIIGNL (Gruppo Internazionale Importatori di GNL) è un forum commerciale che riunisce la maggior parte degli importatori mondiali di GNL e dei gestori di terminali di ricezione GNL, con l'obiettivo di migliorare la sicurezza, l'affidabilità e l'efficienza delle importazioni di GNL e del funzionamento dei terminali cisternieri,
- La SGMF (Society for the Gas as a Marine Fuel) ha il compito di promuovere la sicurezza e le buone pratiche industriali sull'uso del gas come combustibile marino,
- SIGTTO (Society of International Gas Tankers and Terminals Operator) è un'associazione che promuove il trasporto marittimo nel settore del GNL e consente lo scambio di buone pratiche.

Inaugurata nell'aprile del 2017, la piattaforma francese per i combustibili per uso marittimo e fluviale GNL mira a promuovere l'uso del GNL come combustibile marino. Le sue missioni principali sono il coordinamento del settore, il sostegno ai progetti e l'introduzione di norme professionali.



Conta 7 membri fondatori (AFG (Associazione francese del gas), Dunkerque GNL, Engie, Gas Natural Fenosa, il Grande Porto Marittimo di Dunkerque, GTT e Total Marine Fuels Global Solutions) e 24 membri associati: Armatori di Francia/BP2S, Brittany Ferries, Bureau Veritas, Chart Ferox, Cluster Maritime Français, il Comitato degli armatori fluviali, la Compagnia Fluviale di Trasporto, la Compagnia del Ponente, CMA-CGM, DNV-GL, Elengy, Evolen, Gazocéan, GICAN, il Grande Porto Marittimo di Marsiglia, il Comitato Marsigliese degli armatori francesi, Cruise Club Marseille Provence, il Grande Porto Marittimo di Nantes Saint-Nazaire, Haropa, Sofresid, Technip-FMC, l'Unione dei Porti di Francia, Voies navigables de France e LMG Marine.

Associazioni europee per il trasporto del gas

ENTSOG è composto da 43 gestori di reti di trasporto e 3 partner associati provenienti da 26 paesi europei. La sua missione è quella di facilitare e migliorare la cooperazione tra i gestori nazionali delle reti di trasporto (GRT) in tutta Europa al fine di garantire lo sviluppo di un sistema di diffusione paneuropeo in linea con gli obiettivi energetici dell'Unione Europea. È stato creato per promuovere il completamento del mercato interno del gas e stimolare gli scambi transfrontalieri, per garantire una gestione efficiente e un funzionamento coordinato della rete europea del gas e per facilitare l'evoluzione tecnica della rete.

I soci dell'ENTSOG sono per la Francia: GRT Gaz e TERECA, per l'Italia: Infrastrutture trasporto Gas Spa, Snam Rete Gaz Spas e Società Gasdotti Italia Spa.

Raggruppamenti di operatori economici

A livello locale, le aziende che guidano la catena logistica, in ruoli diversi (spedizionieri, armatori, trasportatori, industrie portuali...), sono le forze trainanti del funzionamento del sistema portuale. In quanto utenti dei porti, essi costituiscono la base economica territoriale dei porti e garantiscono parte delle loro prestazioni.

La rappresentanza consolare è spesso molto coinvolta nella gestione dei porti (ad esempio la Camera di Commercio e dell'Industria di Marsiglia-Provenza e le associazioni locali di spedizionieri di Tolone e Sète).

D'altra parte, per quanto riguarda il GPMM, la potente comunità portuale è molto attiva intorno ad associazioni promozionali come l'UMF (Union Marseille Fos, che riunisce le professioni legate ai flussi portuali), "Via Marseille Fos" e il "Cruise Club".

Associazioni per la tutela dell'ambiente

Sono attori chiave nella transizione energetica perché devono diventare ambasciatori delle soluzioni tecnologiche presso il grande pubblico, quando ricoprono posizioni di rappresentanza. Il posto del cittadino eco-responsabile non può più essere sottovalutato come anche il suo ruolo in un giusto livello di governance. Sostenuti dai risultati delle ultime elezioni locali, i consigli comunali di Marsiglia hanno stretto un'alleanza ecologica che sta fortemente riconsiderando i grandi progetti.

In questo senso e intorno alle questioni marittime, molti interlocutori condividono la stessa preoccupazione, quali la lotta contro l'inquinamento atmosferico. Il FNE (France Nature Environnement) riunisce il Movimento d'azione per il porto di Tolone e il litorale del Var, l'Unione dipartimentale per la salvaguardia della vita e della natura (La Seine), l'associazione Le Garde (Corsica), l'Associazione per la tutela dell'ambiente e il miglioramento della qualità della vita (APE) della penisola di Saint-Mandrier-sur-Mer, Toulon @ Venir, l'Association Nizzarda per la Qualità dell'Aria, dell'Ambiente e della Vita, ANQAEV (Nizza) nell'ambito di un'azione comune e di una petizione "Per barche pulite nei porti e in mare" per le imbarcazioni che utilizzano gasolio marino anziché olio combustibile nelle acque territoriali e in banchina...

Lo scopo stesso del loro approccio ci dà un'indicazione della carenza di informazione di cui risentono su questo argomento.



Queste organizzazioni devono essere i principali destinatari delle azioni di sensibilizzazione e di informazione sul GNL marino per diventare vettori di cambiamento delle rappresentazioni e contribuire a risolvere il problema dell'accettazione sociale.

Nella stessa ottica, il Consiglio Regionale Economico, Sociale e Ambientale (CESER) analizza, anticipa, illustra e consiglia il proprio ente locale su molti temi essenziali legati allo sviluppo di ogni regione e offre molti strumenti decisionali all'organo deliberante attraverso l'elaborazione di pareri, la redazione di rapporti e comunicazioni.

Può portare avanti lavori di propria iniziativa, le « autoassegnazioni », che sono vere e proprie occasioni per fare il punto della situazione su soggetti la cui posta in gioco può avere particolarità territoriale.



2. Le autorità portuali

2.1 Gli operatori portuali Francesi

La Direzione Generale per i Trasporti e le Infrastrutture Marittime (DGITM) presso il Ministero è responsabile dei principali porti marittimi. Lo Stato partecipa attivamente allo sviluppo del trasporto marittimo francese e, in particolare attraverso la strategia portuale nazionale, attua iniziative per aumentare la competitività e l'attrattiva dei porti francesi nel panorama globale. La legge del 7 agosto 2015 sulla nuova organizzazione territoriale della Repubblica prevede l'eventuale trasferimento della responsabilità gestionale dei porti dipartimentali alle comunità o ai raggruppamenti candidati al 1° gennaio 2017. La proprietà, lo sviluppo, la manutenzione e la gestione dei porti sotto la giurisdizione del dipartimento possono essere trasferiti, su richiesta, ad altri enti territoriali o alle loro associazioni nella cui area geografica si trovano tali infrastrutture, comprese le regioni e le metropoli.

2.2 I porti dello stato

I principali porti marittimi sono di proprietà dello Stato. Gestiscono oltre l'80% del traffico merci marittimo e operano all'interno del proprio perimetro geografico.

Il sistema portuale francese è costituito da 66 porti marittimi commerciali (per porto commerciale si intende qui ai sensi del decreto del 24 ottobre 2012) di cui 12 porti marittimi statali: 11 Grandi Porti Marittimi (GPM) e un porto di interesse nazionale.

I principali porti marittimi sono stabilimenti pubblici dello Stato, situati in vaste aree portuali. Svolgono la loro attività all'interno del proprio perimetro geografico. Gestiscono oltre l'80% del traffico merci marittimo.

2.3 Porti sotto la responsabilità degli enti locali o regionali

Ci sono più di 500 porti decentralizzati. La maggior parte sono porti turistici, ma alcuni di essi sono anche importanti porti di pesca o porti commerciali.

Prima delle leggi sul decentramento del 1983, tutti i porti marittimi erano sotto il controllo dello Stato.

Alla fine della legge di decentramento, 304 porti marittimi commerciali e di pesca sono stati ripartiti tra i vari dipartimenti. Contemporaneamente, 228 porti turistici sono stati affidati ai comuni.

2.4 Modello di gestione Francese

Il diverso status giuridico dei porti porta logicamente a diversi gradi di coinvolgimento delle autorità locali, a seconda (oltre ai alle loro competenze economiche o di assetto) se esercitano o meno poteri di gestione portuale. Da un lato, il decentramento dei porti porta le autorità locali corrispondenti ad assumere lo strumento come vettore di un potenziale sviluppo economico.

Includono quindi i luoghi portuali nel loro progetto strategico e non esitano a creare o rafforzare le infrastrutture ritenute necessarie.

Per quanto riguarda le regioni interessate dallo studio, è evidente una localizzazione molto varia.

Per le autorità locali che non esercitano la giurisdizione, il controllo delle leve è espresso in modo diverso.



La regione PACA integra nei suoi piani una strategia portuale attorno ai principali luoghi di cui sostiene fortemente lo sviluppo (in particolare il GPMM, ma anche recentemente Tolone).

2.5 L'effetto metropolitano

Deriva dalla Nuova Organizzazione Territoriale della Repubblica (Legge NOTRE). Per quanto riguarda Aix-Marseille Provence, il sistema pubblico del grande porto lo rende autonomo dai desiderata delle autorità locali, anche se la città è essenzialmente un porto. I rapporti tradizionalmente tumultuosi di questa città-porto tra le autorità locali e portuali sono notevolmente migliorati (i progetti comuni si moltiplicano, una carta metropoli-porto è all'opera...). Tuttavia, la percezione di una forma di extraterritorialità che sfugge a ogni forma di regolamentazione sembra persistere da un lato e, dall'altro, la sensazione che le amministrazioni locali non tengano sufficientemente conto della posta in gioco della competizione economica di livello mondiale in cui il porto è coinvolto.

La métropole Toulon Provence Méditerranée è la nuova autorità portuale sul suo territorio dal 1° gennaio 2017. Possiede ed è responsabile dello sviluppo, della manutenzione e della gestione degli 8 porti dipartimentali. La politica metropolitana di pianificazione regionale e di sviluppo economico include i porti, che sono la porta d'ingresso al suo territorio e rappresentano un peso economico e turistico significativo sia per il suo sviluppo regionale che per la sua influenza nazionale e internazionale. Su ciascuno dei siti sotto la sua giurisdizione, TPM porta avanti progetti di strutturazione a diversi stadi di avanzamento che integrano la dimensione dello sviluppo sostenibile.

2.6 Un questione che emerge dai diversi modelli di gestione

La diversa natura giuridica delle autorità portuali competenti può essere la causa della mancanza di coordinamento. Oltre allo Stato (GPMM), la Regione PACA Sud, la Collettività Territoriale della Corsica e le città (Aix Marseille Provence, Tolone, Nizza) sono altrettanto coinvolte sulla costa mediterranea. Questa situazione ha la conseguenza di rafforzare ulteriormente la territorializzazione degli interessi delle aree portuali. Più in generale, la segmentazione territoriale spesso delimita gli interessi dei diversi soggetti all'interno dei rispettivi confini. Una debole cooperazione intercomunitaria non può che aumentare lo sviluppo di sistemi paralleli alquanto rigidi.

« Le autorità locali, ma anche le camere consolari e talvolta anche i servizi dello Stato hanno la naturale tendenza a difendere i « loro campioni » in modo a volte un po' impulsivo portando spesso a rafforzare la competizione frontale tra i porti della costa piuttosto che unire le proprie forze di fronte ai porti stranieri nel quadro di nuovi mercati »¹.

¹ BAUDOUIN J.C. (2018), Délégué interministériel, Propositions pour le renforcement de l'intégration de la gouvernance sur l'Axe Méditerranée Rhone Saone, Rapport à Monsieur le Premier Ministre, Délégation interministérielle au développement de l'Axe portuaire et logistique Méditerranée- Rhone Saône, page 35.



Il rischio di una mancanza di cooperazione intercomunitaria non può che aumentare lo sviluppo di sistemi paralleli e non armonizzati.

Da quanto precede non si deve concludere che nessuna azione o progetto di partenariato, o anche solo un tentativo di governance cooperativa, abbia successo.

A Marsiglia, dopo una carta città-porto firmata nel 2013, è in corso l'elaborazione di una carta metropoli-porto sotto la guida del Prefetto della regione PACA, che dovrebbe essere firmata a breve dal GPMM, dalla metropoli, dallo Stato, dalla regione, dal Dipartimento, dall'EPA Euroméditerranée e dalla Camera di Commercio e dell'Industria di Marsiglia-Provenza.

Sempre a Marsiglia, l'emergere dello "smart port" basato sulla transizione digitale per affermare e consolidare la vocazione portuale della metropoli Aix-Marseille-Provence, in particolare per quanto riguarda le prestazioni economiche e ambientali del porto, coinvolge la maggior parte dei principali attori del bacino portuale sostenuti dal patto di innovazione metropolitana, firmato il 27 gennaio 2017, tra lo Stato e la metropoli Aix-Marseille-Provence.

2.7 Gli operatori portuali italiani

Ventiquattro autorità portuali sono state sostituite da 15 autorità del sistema portuale corrispondenti a 15 bacini marittimi che comprendono 57 porti italiani di portata nazionale o internazionale. La definizione dei bacini marittimi regionali e la distribuzione dei porti sotto la responsabilità di ciascuna autorità sono stabilite dalla legge. Per ogni autorità in ogni bacino, è in generale presente uno schema che articola un grande porto come sede dell'autorità (Genova, La Spezia, Livorno, Civitavecchia, Gioia Tauro, Bari, Ancona, ecc.) e diversi porti più piccoli come siti distaccati.

È questa rete portuale, che collega il porto centrale e i porti satellite, che costituisce per ogni autorità il suo "sistema portuale", secondo l'espressione adottata dal legislatore italiano. Alcune autorità in alcuni bacini coprono un solo porto (Taranto per il Mar Ionio). Alcune regioni (Liguria, Sicilia, Puglia) contano due autorità del sistema portuale.

2.8 Modello di gestione italiano

La riforma del 2016 in Italia mira a razionalizzare gli impianti e a riorganizzare la governance dei porti.

In Italia, gli statuti e la governance dei principali porti marittimi sono disciplinati dalla legge e seguono un modello uniforme. Il regime attuale è il risultato della riforma delle autorità portuali del 2016², che ha modificato in modo significativo la legge portuale del 1994³. Questa riforma rientrava nelle azioni di attuazione del Piano strategico nazionale 2017.

Tuttavia, il quadro giuridico del sistema portuale, come l'organizzazione della rete e gli orientamenti strategici della politica portuale, rimangono saldamente nelle mani dello Stato italiano.

L'asse centrale della riforma del 2016, in linea con il precedente piano strategico, è l'adozione di una prospettiva sistemica per limitare gli effetti della frammentazione, dell'incoerenza politica e della sterile concorrenza tra i singoli porti. Per sfruttare la posizione strategica dell'Italia nel Mediterraneo in un contesto di intensa competizione internazionale, si è ritenuto necessario raggruppare e ridimensionare i porti intorno ai bacini marittimi regionali, ridisegnare gli organi di governo per semplificare le procedure decisionali e promuovere lo sviluppo delle infrastrutture e delle interconnessioni.

² Decreto Legislativo n. 169 – Riorganizzazione, razionalizzazione e semplificazione della disciplina concernente le Autorità portuali, du 4 août 2016. Pour une appréciation juridique de la réforme, voir F. Mancini, « Le Autorità di sistema portuale » in Il Libro dell'Anno del diritto.

³ Legge n. 84 – Riordino della legislazione in materia portuale, du 28 janvier 1994.



Lo schema prevede un processo di evoluzione permanente.

Va notato che le nuove autorità non sono più il porto, ma una sorta di distretto territoriale allargato. La governance delle attività portuali in ciascuno dei 15 bacini è garantita dal porto principale, mentre le strutture amministrative per l'attuazione e la gestione sono istituite nei porti satellite sotto forma di uffici territoriali sotto la direzione del segretario generale dell'Autorità di Sistema Portuale.

Il modello italiano impone un unico regime giuridico e un unico modello di governance a tutte le 15 autorità portuali, anche se le loro dimensioni, il traffico, l'importanza economica, la strutturazione interna della rete costituita dall'hub e dai porti satellite sono molto diverse. È la considerazione dello Stato che sembra prevalere: il porto, oltre alle attività imprenditoriali che ospita, è soprattutto un bene pubblico da gestire in modo uniforme da parte delle autorità pubbliche.

La questione dello status giuridico è formalmente decisa dalla legge alla luce delle considerazioni di cui sopra. Le autorità del sistema portuale sono enti pubblici amministrativi dello Stato. Sono dotati di personalità giuridica e di autonomia amministrativa, organizzativa, regolamentare, contabile e finanziaria. Davanti a qualsiasi tribunale, possono essere rappresentati dai propri consigli di amministrazione o da quelli dello Stato.

2.9 Il ruolo delle autorità portuali italiane

Le missioni delle autorità di ciascun bacino sono essenzialmente la direzione, la programmazione, il coordinamento, la regolamentazione e il controllo delle operazioni e dei servizi portuali di loro competenza, il rilascio di autorizzazioni e concessioni, il potere di polizia amministrativa, in particolare in materia di sicurezza, la manutenzione degli impianti, la promozione del collegamento delle reti logistiche e l'amministrazione dei beni di pubblico dominio marittimo di loro competenza.

A titolo di esempio, l'Autorità del Sistema Portuale dell'Adriatico Orientale, con sede a Trieste, è perfettamente in linea con il suo ruolo quando il 5 novembre 2019 firma un Memorandum of Understanding con il conglomerato statale cinese e il gigante delle infrastrutture CCCC (China Communications Construction Company) nell'ambito del programma New Silk Roads, al quale l'Italia ha aderito nel marzo 2019. L'obiettivo è la creazione di una piattaforma logistica collegata al porto di Trieste, la messa in servizio di depositi da parte del gruppo cinese e l'avvio di progetti pilota congiunti nell'hinterland di Shanghai e Shenzhen. L'idea è quella di costituire un canale logistico integrato tra Italia e Cina di cui il porto di Trieste sarebbe il perno. Gli investimenti sono realizzati da CCCC senza il coinvolgimento diretto dell'Autorità Portuale, che agisce come esperto tecnico e come mediatore e promotore del progetto in Italia nei confronti delle imprese e degli enti pubblici.

Per armonizzare e garantire la coerenza delle scelte strategiche dei porti italiani, al di là della semplice supervisione del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, è stata istituita una Conferenza Nazionale per il Coordinamento delle Autorità del Sistema Portuale sotto la guida del Ministro. Le scelte strategiche in termini di grandi investimenti infrastrutturali, le scelte urbanistiche nell'area portuale, le politiche di concessione di pubblico dominio e la promozione sui mercati internazionali ne sono gli espliciti obiettivi.



La Conferenza Nazionale di Coordinamento è presieduta dal ministro competente e comprende tutti i presidenti delle autorità del sistema portuale e due rappresentanti della Conferenza Unificata⁴ dove si confrontano lo Stato, le regioni e i comuni. Un esperto in materia di trasporti e di economia portuale può essere nominato per decreto come consiglio.

⁴ La Conferenza unificata è formata dall'unione di due organi generali di cooperazione e consultazione tra lo Stato e le regioni e province autonome da un lato, e tra lo Stato e i comuni dall'altro. Interviene quando sullo stesso argomento di interesse nazionale devono potersi esprimere sia le Regioni che i Comuni. A causa della struttura costituzionalmente regionale dell'Italia, la Conferenza permanente per le relazioni Stato-Regioni svolge solitamente un ruolo di primo piano nell'articolazione delle politiche pubbliche.

3. I porti

I porti giocano un ruolo chiave nello sviluppo dell'approvvigionamento di carburante marino GNL perché sono l'« attore d'impatto » nelle strategie di dispiegamento e nell'attuazione degli schemi: possono accelerare il corso degli eventi, ridurre il volume degli scambi e stabilire la natura delle relazioni commerciali su base territoriale e in modo sostenibile. Entro il 2025 dovrebbero diventare la pietra angolare di un'industria del GNL, attorno alla quale si concentrano le sfide dell'approvvigionamento, del rifornimento e della distribuzione, sotto l'egida di ambizioni di sostenibilità ambientale e di sviluppo economico. Tuttavia, devono ancora intraprendere la loro riforma e riuscire a combinare il ruolo conservatore, catalizzatore e imprenditoriale a quali sono assegnati.

Patrick Verhoeven, dans sa thèse à l'Université d'Anvers, actuel directeur stratégique de l'IAPH (association internationale des ports), a élaboré une gradation du rôle des autorités portuaires :

- **un rôle « conservateur »**, au travers duquel les autorités portuaires se concentrent essentiellement sur la production des infrastructures portuaires ;
- **un rôle « facilitateur »**, au travers duquel les autorités portuaires s'impliquent également dans la production d'infrastructures de transport terrestre, investissent leur domaine portuaire voire leur *hinterland*, veillent, dans une logique d'enssembler, à la compétitivité coût et temps du passage portuaire et ont une stratégie commerciale de gestion de leurs ressources visant à accroître leurs recettes domaniales ;
- **un rôle « entrepreneur »**, au travers duquel les autorités portuaires s'engagent en tant que maîtres d'ouvrage dans la production d'espaces à vocation logistique, industrielle ou urbaine (financement et prise en charge opérationnelle des opérations), dont elles assurent ensuite la gestion et la commercialisation foncières. Elles poursuivent pour objectif la mise en valeur de leurs ressources foncières afin de maximiser les revenus qu'elles en tirent, qu'il s'agisse des recettes domaniales ou des revenus tirés des trafics portuaires (le développement d'implantations industrielles ou logistiques participant au maintien ou au développement des trafics).

Plus l'autorité portuaire s'oriente vers un modèle « facilitateur » ou « entrepreneur », plus elle tend à s'autonomiser de la puissance publique, dont elle cesse d'être un simple opérateur technique pour devenir un support du marché (modèle « facilitateur ») voire un acteur du marché (modèle « entrepreneur »). Selon Patrick Verhoeven, le modèle « facilitateur », qui est le plus courant et qui est notamment celui des GPM français, a vocation à régresser au profit du modèle « entrepreneur ».

Tabella 1 : Graduazione del ruolo delle autorità portuali⁵

Prima ancora di affrontare la dimensione operativa del loro contributo alla SSLNG, l'azione delle autorità portuali è strutturata attorno ad attività fondamentali che costituiscono la base del loro intervento.

Activités centrales	
Gestion du trafic	-Assurer la sécurité, la sûreté, la rapidité et la fiabilité du trafic maritime -Partenariats pour la gestion du trafic routier et ferroviaire
Gestion de la zone portuaire	-Fournir de l'espace aux nouveaux opérateurs pour leur expansion -Intensifier l'exploitation des sols -Développer l'infrastructure de transports publics requise -Consolider la performance environnementale dans la zone portuaire
Gestion des relations clients	-Attirer de nouveaux clients -Veiller à donner satisfaction aux clients -Fournir aux clients une valeur ajoutée en tant que "partenaire commercial"
Gestion des relations avec les parties prenantes	-Investir dans l'attractivité du site, en partenariat avec d'autres parties prenantes (publiques) -Influencer la réglementation applicable -Investir pour maintenir la licence d'exploitation

Il risultato è un registro molto operativo delle attività portuali..

⁵ Patrick Verhoeven (2010), A review of port authority functions : towards a renaissance ? Maritime Policy and Management, 37(3), 247-270 ; mission.

3.1 Funzioni operative

3.1.1 La competenza ferroviaria dei porti Francesi : un' opportunità

Si tratta infatti di un'opportunità nel senso che il collegamento alla rete ferroviaria rappresenta una risorsa che può essere mobilitata per servire l'entroterra, altra vocazione dei porti, che devono assolutamente avere una dimensione multimodale.

Al GPM di Marsiglia Fos è stata assegnata una rete di 112 km, di cui 64 km nei bacini di Fos e 48 km di binari di raccordo nei bacini di Marsiglia. Il trasferimento della gestione ha dato luogo ad una sovvenzione (« soulte ») di 9 milioni di euro tenendo conto delle condizioni delle linee ferroviarie in questione. I costi di gestione effettivi sono molto più elevati rispetto alle prime stime teoriche effettuate al momento della creazione della rete ferroviaria portuale. Oltre ai costi di gestione, il GPM ha impegnato, nel periodo 2010-2019, oltre 20 milioni di euro in investimenti e lavori di risanamento.

A Tolone la situazione è più complessa, a causa della divisione tra attività commerciali e di difesa. Il porto è proprietario dell'impianto terminale ramificato che ha collegato il porto di Brégaillon alla rete nazionale da quando ha assunto la giurisdizione. Attualmente sono in corso lavori per 3,75 milioni di euro (finanziati in parti uguali dalla CCI du Var, dallo Stato, dalla Regione Sud, dal CD83 e dal MTPM).

3.1.2 Attività portuali : l'esempio Francese

Il commercio

I porti sono porte di scambio per il commercio internazionale. Essi riflettono l'attività e il consumo di un territorio.

Gli idrocarburi occupano un posto importante nel consumo e nell'industria francese, e i porti consentono l'approvvigionamento energetico del paese: gli idrocarburi rappresentano una parte importante del traffico effettuato nei principali porti francesi. A Marsiglia in particolare, primo porto di idrocarburi in Francia e terzo in Europa, questa attività rappresenta circa il 60% del traffico totale.

Il traffico containerizzato di merci varie si è sviluppato in modo massiccio per diversi decenni. Come principale vetrina della globalizzazione, i container rappresentano oggi circa il 12% del traffico nei porti francesi, settore trainato dai consumi ma anche, per l'esportazione, dalla produzione francese.

Il turismo

Anche i porti commerciali svolgono un ruolo nel trasporto di passeggeri. Ogni anno circa 32 milioni di passeggeri attraversano i porti francesi.

Il settore crocieristico è attualmente una delle attività turistiche più dinamiche al mondo, con un aumento del numero di passeggeri di quasi il 70% tra il 2004 e il 2014.

Così, sulla costa mediterranea, tradizionalmente orientata alle crociere, il porto di Marsiglia è il primo porto da crociera in Francia e il quinto nel Mediterraneo, con oltre 2,7 milioni di passeggeri nel 2016.

L'industria

I porti francesi dispongono di riserve fondiari per accogliere nuove industrie o attività. I porti accolgono numerose attività industriali nei terreni di loro proprietà. Le industrie di raffinazione e petrolchimica, ad esempio, sono presenti a Marsiglia-Fos: parte della produzione di energia elettrica viene effettuata nei porti, con centrali termiche situate nelle loro aree portuali nel porto di Marsiglia-Fos. Anche quattro terminali GNL allacciano la zona; si tratta di punti di rifornimento per il gas naturale liquefatto (GNL). Nei porti si stanno sviluppando nuove energie.



Beneficiando delle vantaggiose prospettive offerte dai mercati dei paesi vicini e dallo sviluppo del continente africano, i porti del Mediterraneo rimangono comunque piccoli e sparsi rispetto ai porti del Nord Europa e infine assorbono solo una piccola parte del commercio con l'Asia che transita attraverso il canale di Suez.

Attività logistica

I porti sono per natura nodi situati nel cuore di una fitta rete di trasporto progettata per servire un territorio, sia per l'importazione che per l'esportazione. Questa posizione conferisce ai porti una reale rilevanza per il posizionamento delle attività logistiche, in particolare in relazione al traffico dei container.

Sul versante mediterraneo, il principale porto marittimo di Marsiglia Fos sta sviluppando due zone logistiche principali: Fos Distriport e La Feuillane, idealmente situate intorno ai terminal container di Fos-sur-Mer. Queste due zone logistiche sono specializzate nello stoccaggio sotto controllo doganale e nella distribuzione in Europa per mezzo di camion, treni o chiatte fluviali. Ogni anno, i principali attori investono nel porto di Marsiglia Fos per creare il loro hub nel sud dell'Europa. La regione di Fos-sur-Mer offre oltre 3 milioni di m² dedicati alla logistica e alla distribuzione nel raggio di 30 km.

La legge di decentramento del 2004 ha portato al decentramento dei 17 porti di interesse nazionale della Francia metropolitana, prevalentemente a beneficio regioni.

La riforma del 2008 ha creato lo status di Grande Porte Marittimo (GPM) in cui alla fine sono rientrati gli 11 porti marittimi statali, ad eccezione di Saint-Pierre-et-Miquelon, che ha mantenuto il suo status di porto di interesse nazionale.

Infine, la legge del 7 agosto 2015 sulla nuova organizzazione territoriale della Repubblica prevede l'eventuale trasferimento dei porti dipartimentali ad autorità regionali o a consorzi candidati il 1er gennaio 2017.

3.2 I porti francesi della costa mediterranea

Cinque porti marittimi francesi appartenenti all'area di cooperazione sono oggi impegnati in attività commerciali sulla facciata cosiera del mediterraneo (merci e passeggeri su traghetti e crociere). Si tratta di Marsiglia, Tolone e Nizza nella regione PACA (La Ciotat non è un porto commerciale ma sta sviluppando un'attività di costruzione e riparazione navale incentrata sulla nautica da diporto).

Marsiglia (81 Mt), l'unico Grande Porte Marittimo della costa di competenza dello stato (GPM), è anche l'unico a potersi posizionare oggi nella competizione globale. In Francia, nell'ambito del nostro studio, è l'unico porto che attualmente può ricevere navi metaniere.

A Marsiglia-Fos, due terminali sono gestiti da Elengy, una filiale di GDF Suez :

- Il terminale di Fos Tonkin, commissionato nel 1972, è il più datato. Si trova in fondo al Dock 1 a Fos sur Mer. Ogni anno riceve su un molo un centinaio di navi di medie dimensioni con una capacità massima di 75.000 metri cubi, provenienti principalmente dall'Algeria. Si compone di tre serbatoi criogenici: uno di 80.000 m³ e due di 35.000 m³, ovvero una capacità di stoccaggio di 150.000 m³. La sua capacità di rigassificazione è di 5,5 miliardi di m³ di gas all'anno, immessi nella rete di gasdotti (pressione di 80 bar),
- Il terminale di Fos Cavaou, situato nel Golfo di Fos, è diventato operativo e ha ricevuto la sua prima metaniera il 26 ottobre 2009. Il terminale, entrato in servizio commerciale nel 2010, è dotato di un pontile in grado di ricevere grandi metaniere "Qmax" che trasportano fino a 260.000 metri cubi di GNL. La sua capacità totale di stoccaggio è di 330.000 m³ suddivisi in tre serbatoi criogenici da 110.000 m³. La sua capacità di rigassificazione è di 8,25 miliardi di metri cubi di gas all'anno.



Tolone è tuttora un porto commerciale di dimensioni modeste (1,7 Mt). Il suo sviluppo è recente e molto dinamico, basato su una diversificazione delle sue attività commerciali (Ro Ro Ro, traghetti per la Corsica, la Sardegna e le Baleari, crociere) che si collocano gradualmente all'interno della rada, intelligentemente legate alla sua dimensione militare. Complemento naturale di Marsiglia, il porto amministrato dalla CCI è oggi gestito dalla città, per la quale rappresenta una parte importante del futuro economico di Tolone e del Var e che dimostra la sua volontà di sviluppare progetti ambiziosi (banchine per container, crociere, ecc.).

Nizza (0,4 Mt) è un porto a basso tonnellaggio che è sproporzionato rispetto alle dimensioni dell'agglomerato urbano di Nizza e dei suoi dintorni. La sua attività, molto limitata dalla geografia del luogo, è caratterizzata da crociere (molto presenti anche a Cannes) e da carichi di cemento (Nizza è uno dei primissimi porti per il cemento in Francia, che rifornisce la Corsica e l'Algeria). I suoi collegamenti con gli altri porti francesi sulla costa sono deboli, così come quelli con i porti italiani.

Il porto di **Bastia** è la porta d'ingresso naturale della Corsica. La sua posizione geografica gli conferisce un grande vantaggio, nel cuore dell'arco tirrenico del Golfo di Genova, di fronte alla costa toscana. Questo porto serve i due terzi della Corsica, sia in termini di merci che di traffico turistico. Il porto di Bastia è il 3° porto principale della costa (3,5 milioni di tonnellate) e il 5° porto francese (esclusi i porti principali). È il 1° porto insulare in termini di traffico (60% del traffico marittimo totale della Corsica) nonché il 2° porto francese per il traffico passeggeri (50% dei passeggeri per la Corsica, cioè più di 2,18 M di persone).

Il traffico merci nel porto di Bastia è inferiore a 2,2 Mt. Les échanges avec le continent représentent 80% du trafic global. Des projets sont en cours de réalisation afin d'augmenter la capacité du site d'accueil pour absorber la hausse du trafic et éviter la saturation (nouveau quai de 200m, re-scindement d'un quai existant pour porter sa longueur à 175m, extension des terre-pleins de 30 000m²). A l'horizon 2020, un projet de création d'un nouveau port de commerce est envisagé pour accueillir des volumes de trafic en augmentation d'environ 50%.

Il porto di **Ajaccio** è il secondo porto più grande dell'isola, con una quota di mercato del 25% per l'attività passeggeri. E' posizionato come il 2° porto francese in termini di crociere.

La differenza nelle dimensioni degli ormeggi portuali potrebbe costituire una differenza di approccio. Infatti, il GPMM, un porto globale, ha come orizzonte la competizione mondiale su un gran numero di segmenti di attività forte dei suoi 80 Mt e del suo ambiente industriale e logistico di rilievo. Il suo antagonista è Genova. Nonostante la loro dinamica e forte crescita, Tolone, Bastia e Ajaccio (e naturalmente gli altri porti marittimi e fluviali) non si collocano allo stesso livello. 1,2 milioni di clienti delle compagnie di traghetti transitano nei bacini orientali di Marsiglia (con 500.000 veicoli accompagnati), di cui 630.000 passeggeri verso la Corsica, 317.000 verso l'Algeria e 242.000 verso la Tunisia. Il porto di Tolone movimentata 1,5 milioni di passeggeri verso la Corsica e la Sardegna, mentre il porto di Nizza ne movimentata 720.000 verso la Corsica.

Ciò non significa che il loro contributo sia minimo, soprattutto in considerazione della complementarità dei bacini, ma ciò comporta necessariamente preoccupazioni su diversi livelli.

3.3 I porti italiani della costa mediterranea

I porti italiani più strategici per l'area di cooperazione sono:

- Liguria : i porti di Genova, La Spezia
- Toscana : Marina di Carrara, Livorno
- Sardegna : Cagliari



Due terminali portuali costieri consentono l'offerta di servizi.

Il porto di **Oristano** (Santa Giusta), operativo quest'anno, ha una capacità di 9000m³.

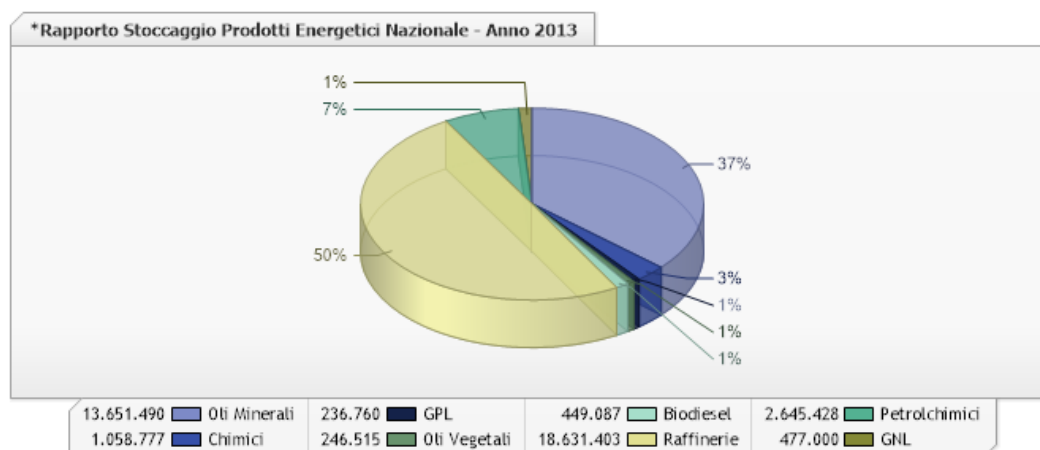
Il porto di **Ravenna**, che sarà operativo nel 2021, avrà una capacità di 20.000 m³.

I porti di **Napoli**, **Augusta** e **Brindisi** saranno dotati di terminal costieri e il porto di **Livorno** svilupperà la sua offerta di servizi SSLNG (Small Scale LNG) con una capacità di stoccaggio di 9000m³.

Si deve tener conto dell'esistenza di tre terminali di rigassificazione esistenti:

Società di gestione	Regione	Ubicazione	Produzione MLDmc/anno	Stoccaggio m ³
GNL Italia S.p.A.	Liguria AdSP del Mar Ligure Orientale	Panigaglia, La Spezia	4	90 000
Olt Offshore Lng Toscana	Toscana AdSP del Mar Tirreno Settentrionale	Terminal OLT Livorno	4	137 000
Terminale GNL Adriatico S.r.l	Veneto AdSP del Mar Adriatico Settentrionale	Chioggia Porto Levante (Rovigo)	8	250 000
Totale				477 000

Si sottolinea che i volumi di stoccaggio di GNL rappresentano solo una parte marginale della capacità totale:



E di integrare eventualmente tre mini terminali di rigassificazione nel settore SSLNG (Small Scale LNG), attualmente in fase di autorizzazione:

Mini terminale rigassificazione/deposito costiero				
Autorità di Sistema Portuale	Società	Localizzazione	Stato	Capacità di stoccaggio (mc)
AdSP del Mar Di Sardegna	Sardinia LNG	Cagliari	Procedura autorizzativa in corso	22.000
AdSP del Mar Tirreno Centrale	In corso di assegnazione	Napoli	Manifestazione di interesse	10.000-20.000
AdSP del Mar di Sicilia Orientale	In corso di assegnazione	Augusta	Manifestazione di interesse	-

Tabella 2 : Source Assocostieri



3.4 I modelli di gestione sono trasferibili ?

Una pura e semplice fusione di luoghi portuali tra loro è stata scelta dall'Italia che, con la sua riforma del 2015, ha fuso i porti più vicini (Genova e Savona per esempio). L'obiettivo in entrambi i casi è quello di raggiungere dimensioni e complementarietà all'interno della stessa entità senza cinfrangere le regole del quadro europeo della concorrenza. Tuttavia, questa soluzione non sembra essere adattata al contesto mediterraneo francese. Innanzitutto, metterebbe in discussione le competenze derivanti dalla riforma territoriale (Nuova organizzazione territoriale della Repubblica) e richiederebbe un lungo processo in un clima indubbiamente ostile e quindi improduttivo.

3.4.1 Metodo comparativo

I porti francesi si trovano ad affrontare una crescente concorrenza da parte dei porti del Mediterraneo occidentale, come Genova (51 Mt. / Genova-Savona 65 Mt.) e altri più a sud, come Gioia Tauro (40 Mt.), che sono piuttosto porti di trasbordo.

Il traffico di container in Francia è stimato in circa 10 milioni di TEU (contro gli 11 milioni di TEU per l'Italia), la maggior parte dei quali gestiti da porti stranieri, in particolare Anversa e Rotterdam.

Nonostante la netta ripresa dal 2015 con un aumento permanente dell'attività dei container (1,4 milioni di TEU), il porto di Marsiglia rappresenta a malapena la metà del traffico di Genova. Tuttavia, da diversi anni sono state avviate importanti opere infrastrutturali a favore del porto ligure attraverso la linea ferroviaria Rotterdam-Genova via Svizzera, che sta gradualmente prendendo forma (recente messa in servizio del traforo del San Gottardo) e proseguendo verso la Liguria.

Questi due concorrenti mediterranei sono molto offensivi (anche se il crollo del ponte di Genova ha avuto un impatto sul corso degli eventi) e sono integrati in facciate marittime molto più armate della facciata francese con diversi grandi porti (per l'Italia dopo la riforma portuale Genova-Savona; Livorno e Gioia Tauro) quando il nostro litorale ne ha uno solo, mentre gli altri porti francesi sono molto indietro (Tolone 1,7 Mt), ma possono portare nei loro rispettivi interessi una dinamica aggiuntiva molto utile.

3.4.2 Alleanze e competitività

Le collaborazioni interportuali si sono sviluppate fortemente grazie a un fenomeno noto come "terminalizzazione", espressione coniata da Brian Slack (professore alla Concordia University di Montreal), che consiste nel «trasformare i porti in un insieme di terminali collegati tra loro in una rete globale strutturata dalla strategia di poche aziende internazionali»⁶. Queste imprese partecipano così indirettamente allo sviluppo della cooperazione tra i porti, stabilendo collegamenti tra queste strutture. Le alleanze portuali consentono quindi di stabilire una strategia comune tra i porti alleati e quindi di godere di una maggiore attrattiva tra queste imprese internazionali, poiché esse potranno sviluppare molto più facilmente una rete tra i porti della stessa alleanza.

Le autorità portuali si trovano ad affrontare una concorrenza sempre più agguerrita e questo paradossalmente costituisce un altro fattore che spiega lo sviluppo di queste alleanze portuali tra autorità geograficamente vicine. In effetti, molti porti erano in competizione per un traffico simile, limitando così le loro possibilità di sviluppo.

⁶ DEBRIE (J.), *Hub Portuaires : les grands opérateurs mondiaux*, FLUX, n°87, Janvier-Mars 2012.

La cooperazione portuale consente ai porti di specializzarsi in traffici diversi e quindi non concorrenti.

Tutti i porti del Mediterraneo vogliono la loro parte, il che porta a una concorrenza estremamente forte tra questi porti. Infatti, i grandi porti del Mediterraneo come il Pireo, Genova e Marsiglia rivendicano lo status di porta d'ingresso all'area economica dell'Europa occidentale e centrale.

Anche nel Mediterraneo occidentale, Marsiglia mostra la sua ambizione con numerosi progetti e una riconquistata calma sociale. Consapevole del calo del traffico di idrocarburi, di cui era leader, il porto di Marsiglia desidera sviluppare in modo significativo il traffico containerizzato e le crociere. Preferendo lo status di hub di consolidamento piuttosto che di trasbordo, il porto di Marsiglia deve affrontare numerosi rivali come Barcellona, Valencia o Genova, che resistono bene alla concorrenza.

Porti come Genova o Marsiglia stanno svolgendo azioni di promozione e lobbying molto importanti per promuovere le loro infrastrutture e mettono in risalto il vantaggio chilometrico per trasferire un container attraverso i porti del Sud per raggiungere un entroterra dell'Europa centrale. L'elemento determinante rimane l'efficienza dei collegamenti logistici terrestri.

Tuttavia, nonostante questa feroce concorrenza, i porti hanno sviluppato strategie di alleanza basate sull'ipotesi che la cooperazione in alcuni settori possa migliorare la loro competitività. Queste alleanze, che essenzialmente collegano i porti della stessa area geografica, consistono nella condivisione di informazioni e know-how, in particolare nei settori fondamentali, tali quello dell'ambiente, della pianificazione, dei collegamenti e del traffico.

Queste alleanze sono incoraggiate dagli Stati che desiderano sviluppare una politica di cooperazione tra i porti a livello interno, ma anche dall'Unione Europea, che teme la perdita di attrattiva dei porti europei. Nel Mediterraneo si sta sviluppando anche una crescente cooperazione tra i porti europei e quelli nordafricani.

Alcuni porti favoriscono la cooperazione tra zone, con porti geograficamente vicini per difendere una particolare facciata. Questo fenomeno si osserva soprattutto nel Mediterraneo. L'obiettivo di questi porti è, in una prima fase, di guadagnare in visibilità, in particolare con il mercato asiatico, e poi di guadagnare in attrattiva. Così, i porti italiani di Venezia e Trieste, il porto sloveno di Capodistria e il porto croato di Fiume, nel Mare Adriatico settentrionale, hanno creato un'associazione transnazionale: la North Adriatic Port Association (NAPA) che testimonia la capacità di cooperazione transfrontaliera.

L'esempio dei porti binazionali

Les I porti di Copenhagen (Danimarca) e Malmö (Svezia) hanno creato il CMP (Copenhagen Malmö Port), l'unico porto binazionale in Europa! I due porti sono collegati da molto tempo, soprattutto per quanto riguarda il traffico di traghetti, e hanno quindi costituito questa società di gestione congiunta dei porti, responsabile delle attività operative del porto. L'obiettivo di questa fusione è quello di « rafforzare il settore marittimo-porto, per evitare un trasferimento modale dal mare alla strada, razionalizzando al contempo i costi e i servizi offerti »⁷.

La complessità dell'attuazione del quadro giuridico e normativo di tale attività, nelle interrelazioni tra gli attori del settore, ovvero autorità portuali, armatori e operatori, costituisce un ostacolo all'emergere del GNL.

⁷ WOESSNER (R.), *Les ports de l'Europe et de la Méditerranée*, Paris Sorbonne, 2014.



C'è un'area grigia legale per quanto riguarda la questione del bunkeraggio. A titolo di esempio, l'analisi del sistema olandese illustra l'impatto della legislazione sulla sicurezza del territorio ("Landboard") che si applica fino alle banchine, indipendentemente dalle operazioni effettuate. Ciò li ha costretti a determinare un modello per la pianificazione delle operazioni portuali secondo i criteri imposti dalla loro amministrazione, identificando le aree operative che suscettibili di accettare o meno le operazioni di bunkeraggio di GNL.

La posizione dell'amministrazione francese è diversa. Ha portato il Gran Porto di Marsiglia a determinare un livello di requisiti applicabili. Viene effettuata una raccolta delle richieste dei clienti per le operazioni in luoghi specifici e un'analisi della vicinanza del pubblico. Saranno richiesti gli stessi criteri e studi imposti a livello europeo. Questa dovrebbe essere vista come un'opportunità per evitare di essere colpiti dal regolamento SEVESO, molto più restrittivo. L'idea è che gli operatori europei non siano obbligati ad compiere prassi diverse qualora si trovino in Francia: se un operatore ha soddisfatto tutti i requisiti per un'operazione in uno dei porti membri dell'Associazione Internazionale dei « Ports and Harbors » (I.A.P.H. - International Association of Ports and Harbors), allora sarà qualificato per compierle a Marsiglia.

Questo tentativo di armonizzare le pratiche illustra appieno la questione della competitività territoriale.



4. La Conversione energetica e insularità: una sfida comune

I porti del Mediterraneo si trovano ad affrontare una serie di sfide. Seguendo l'esempio degli altri porti del globo, essi sono soggetti alle maggiori dinamiche della competizione mondiale segnata dalla concentrazione degli operatori, dal gigantismo e dal dominio del continente asiatico che impone le sue rotte. La corsa alla globalizzazione li costringe anche a intraprendere la direzione delle transizioni ecologiche e digitali.

A parte la posta in gioco della politica pubblica, la transizione ecologica ed energetica costituisce una priorità economica per i luoghi portuali. Infatti, può essere accompagnata da nuovi traffici e nuove attività.

Nello specifico :

- Il GNL è un asse di sviluppo. Questa attività porterà probabilmente un traffico supplementare, anche se più limitato di quello degli altri idrocarburi, ed è altamente redditizia una volta stabilita⁸. Lo sviluppo del trasbordo (previsto a Dunkerque) richiede, tuttavia, una strategia offensiva da parte dell'intera comunità portuale. L'attività di GNL deve anche rendere possibile la fornitura di navi equipaggiate, e può rappresentare in questo senso un investimento strategico a lungo termine. Tuttavia, lo Stato deve garantire che lo sviluppo di questo settore nei porti francesi sia accompagnato da una regolamentazione adeguata⁹;
- l'economia circolare, resa possibile dalla strutturazione delle attività in « piattaforme industriali », potrebbe migliorare la competitività di diversi settori affermatasi nei porti, in particolare quello chimico. Come per il GNL, il suo sviluppo è attualmente ostacolato da vincoli normativi;
- Le energie marine rinnovabili (EMR) generano meno traffico e, quindi, meno entrate in termini di tasse portuali rispetto ai settori industriali tradizionali. Tuttavia, è probabile che generino elevati ricavi terrestri in relazione alle loro esigenze di spazio e di banchine, e potrebbero consentire ad alcuni porti di sviluppare attività di manutenzione EMR. Molti GPM e porti decentralizzati sono impegnati o stanno considerando la possibilità di avviare tali attività, con il rischio di creare doppioni e sovraccapacità. Il futuro di questo settore continua a dipendere dalle decisioni che lo Stato prenderà nel prossimo programma pluriennale per l'energia;
- la produzione di energia rinnovabile nelle aree portuali industriali

Lo sviluppo di queste attività è accompagnato da forti investimenti, in un contesto di elevata incertezza. Pertanto, le strategie di settore, andando oltre il quadro portuale, dovrebbero essere progettate nei campi citati, al fine di dare visibilità ai porti e di evitare investimenti non coordinati.

4.1 La conversione energetica dei porti: la dimostrazione del GN

La legge di transizione energetica per la crescita verde mira a costruire un nuovo modello energetico nazionale che dovrebbe rendere la Francia uno degli Stati membri dell'Unione Europea più impegnati nella transizione energetica.

⁸ Ad esempio, il settore LNG rappresenta il 4% del fatturato dei settori GPMM, che è un livello relativamente basso.

⁹ Tuttavia, il suo livello di redditività è nettamente superiore a quello degli altri settori: il rapporto "contributo diretto al profitto / fatturato" del settore GNL è pari all'89%, contro una media del 38% per tutti i settori.



Il gas naturale liquefatto (GNL) ha dimostrato la sua importanza come combustibile marino, fluviale o stradale per affrontare le sfide attuali e future in materia di ambiente e salute pubblica. Si tratta di una fonte di energia alternativa che non solo riduce le emissioni di anidride carbonica, ma abbassa anche drasticamente gli inquinanti atmosferici (specialmente le particelle fini).

L'adeguamento dei porti alla nuova situazione del GNL come combustibile per uso marittimo comporta una grande mole di lavoro, tra cui la modifica delle infrastrutture portuali, la costruzione di impianti di stoccaggio, lo sviluppo di banchine o moli (per citarne solo alcuni) e la definizione di quadri normativi applicabili alle operazioni di carico e scarico, che saranno a loro volta in funzione della portata del traffico previsto e dei volumi di rifornimento di GNL. Fino ad ora, i volumi relativamente bassi coinvolti hanno favorito l'uso di autocisterne. Tuttavia, man mano che il mercato matura, l'approvvigionamento via chiatte e mediante navi si sta sviluppando, essendo la modalità più comune utilizzata oggi nell'ambito del trasporto marittimo. Il crescente utilizzo del GNL come combustibile marino è accompagnato dallo sviluppo dell'offerta di rifornimento delle navi. In Europa, molti porti hanno già una tale offerta. In Francia, la fornitura di GNL marino alle navi è diventata di recente una realtà, con la prima operazione che ha avuto luogo nel maggio 2016 nel porto di Le Havre, ma tutti i porti stanno mostrando un'ambizione collettiva nel rafforzamento della capacità di rifornimento di GNL marino. A tal fine, possono contare sui terminali GNL di Fos sur mer, per quanto riguarda la facciata francese del Mediterraneo che rientra nell'ambito dello studio. In effetti, i gestori di questi terminali GNL stanno diversificando le loro attività e ora offrono, o offriranno a breve, un servizio di distribuzione al dettaglio di GNL per le navi cisterna. Le navi cisterna possono poi essere utilizzate per rifornire le navi a GNL ed eventualmente per rifornire chiatte o navi bunker. Oltre alla presenza di un terminale GNL sul fronte, altri criteri favoriscono lo sviluppo di un'infrastruttura di rifornimento di GNL marino, come la posizione geografica, la densità del trasporto marittimo a corto raggio o l'inclusione di un porto nella rete centrale della rete transeuropea di trasporto (TEN-T) e l'accesso ai finanziamenti europei.

In particolare, gli obiettivi di dispiegamento fino al 2025 posizionano la costa mediterranea come un'area importante per lo sviluppo di una significativa offerta di distribuzione di GNL marino e fluviale. Infatti, l'opportunità di catturare il boom del mercato del bunkeraggio delle navi da crociera, la presenza di due terminali GNL (Fos Tonkin e Fos Cavaou), l'esistenza di un'offerta di distribuzione al dettaglio di GNL a Fos Tonkin e l'intensità del trasporto marittimo a corto raggio porteranno il porto di Marsiglia ad aumentare le sue capacità di bunkeraggio e a diventare uno dei principali porti francesi di bunkeraggio GNL nel 2025. Per garantire il bunkeraggio delle navi da crociera che richiedono grandi volumi di bunkeraggio, si sta pianificando un'infrastruttura di bunkeraggio marittimo. Allo stesso tempo, il porto stabilirà le condizioni e le procedure necessarie per autorizzare l'attuazione dei servizi di bunkeraggio.

Il potenziale di traffico rappresentato dal GNL è oggi di interesse per i porti di tutte le dimensioni che cercano di diversificare il loro potenziale, di perpetuare le loro funzioni energetiche, in particolare per l'industria che ha generato e infine di compensare le perdite di volumi e di tasse portuali legate al declino delle energie convenzionali (carbone e petrolio). La disponibilità di gas naturale è potenzialmente interessante anche per le navi alimentate a GNL, per le quali i porti devono essere in grado di fornire il bunkeraggio. La disponibilità di GNL e il suo prezzo potrebbero quindi in un prossimo futuro determinare la scelta dei porti di scalo.



A livello portuale, la sfida è ovviamente ambientale, poiché il GNL riduce le emissioni delle navi, in particolare durante le loro manovre in porto e in banchina. Può anche essere una risorsa condivisa per la generazione di energia in banchina e per l'alimentazione delle attrezzature di movimentazione. Alcuni porti, in particolare quelli fluviali, stanno anche considerando di mettere in comune questa risorsa energetica con servizi extra-portuali (trasporti pubblici, camion per lo smaltimento dei rifiuti domestici, ecc.) al fine di ammortizzare gli investimenti e ottenere effetti di volume più facilmente raggiungibili per i grandi siti marittimi e non solo per svolgere una funzione di redistribuzione regionale.

È anche ipotizzabile che il GNL portuale possa soddisfare le esigenze specifiche dei corridoi di trasporto continentali, di cui sono il dispositivo naturale per il trasporto su strada o fluviale. Tutto ciò potrebbe quindi rivelarsi strategico nella strutturazione dell'entroterra. Il rischio di non avere capacità di bunkeraggio o di non essere in grado di offrire un servizio potrebbe a lungo termine avere gravi conseguenze per quelle località portuali che ne sarebbero private. Tuttavia, non tutti i porti possono rivendicare lo stesso ruolo nella catena di approvvigionamento del GNL. Il GNL è quindi probabilmente un fattore di amplificazione della gerarchia portuale all'interno di una facciata, o almeno un fattore di differenziazione.

Per i porti (sia marittimi che fluviali), la posta in gioco strategica del GNL è pertanto importante. Il loro posizionamento in questo senso diventa decisivo nella gara competitiva tra di loro, poiché questa opzione è destinata ad intensificarsi. Alcuni scommettono sul suo successo, mentre altri attendono la svolta per lanciare attrezzature e servizi. La transizione è, ovviamente, più facile per i porti che hanno già terminali dedicati rispetto a quelli che ne sono privi. La geografia del commercio di prodotti energetici influenza direttamente i flussi marittimi che ne derivano. Ha anche un impatto sulla scelta dei porti di rifornimento sia per l'olio combustibile pesante oggi che per il GNL domani. Tuttavia, tra le due energie, la logica di concentrarsi su hub di rifornimento potrebbe cambiare in modo significativo.

Questi stessi grandi porti hanno anche investito molto nel rifornimento di GNL e la loro posizione centrale sulle rotte di navigazione rimarrà interessante, a condizione che le economie di scala possano riflettersi nella tariffa proposta per il gas naturale.

I porti con un terminale GNL dovrebbero svolgere un ruolo centrale nella distribuzione del GNL nelle regioni marittime. Queste infrastrutture sono il perno che consente l'impiego del GNL ad un prezzo competitivo.

I terminali GNL sono una risorsa per i porti in cui si trovano. Con varie modifiche, un terminale GNL può essere utilizzato per sviluppare tutte le configurazioni di fornitura di GNL: attraverso nave cisterna, nave bunker e oleodotti.

Tutti i principali porti europei devono disporre di stazioni di rifornimento di GNL entro il 2025, garantendo la disponibilità di GNL e riducendo i rischi per gli armatori. Dal 2014, la direttiva AFI sullo sviluppo delle infrastrutture per i combustibili alternativi (AFI) richiede anche una copertura minima per garantire la disponibilità di GNL nei principali porti interni entro il 2030.

Per la Francia è stato pubblicato un programma nazionale di orientamento per l'impiego del GNL come combustibile marino.

Spiegando il contesto politico, normativo ed economico che favorisce l'emergere del GNL come soluzione per il futuro, questo piano costituisce il primo impegno dello Stato per l'impiego del GNL come combustibile marino.

Inoltre, lo Stato si è impegnato con gli operatori economici a realizzare progetti di infrastrutture di rifornimento di GNL come il progetto Gainn4Mos in collaborazione con il porto di Marsiglia ed Elengy, gestore dei terminali di Fos Tonkin e Fos Cavaou, finanziati nell'ambito del meccanismo europeo di interconnessione.

Infine, l'utilizzo del GNL come combustibile marino e il suo corollario, ovvero le operazioni di bunkeraggio, ci porta chiaramente ad individuare un problema di esercizio di responsabilità che mette in tensione gli operatori nei loro rapporti con le autorità portuali: queste ultime richiedono un'analisi dei rischi basata sui propri indicatori per quanto concerne l'attività, in assenza di un quadro di riferimento legale e condiviso.

Questa mancanza di un quadro giuridico di riferimento può portare ad una divergenza di pratiche da un porto all'altro, costringere gli armatori a fare una richiesta per porto e generare una concorrenza tra le infrastrutture (il livello più basso di vincolo che permette di rafforzare l'attrattiva delle infrastrutture portuali a scapito della sicurezza).

Questo scenario induce una necessaria armonizzazione delle pratiche.

Nei rapporti con le autorità portuali, alcuni impianti sono soggetti alla normativa ICPE che impone obblighi di segnalazione alle autorità amministrative: la Direzione Regionale per l'Ambiente, la Pianificazione e l'Edilizia (D.R.E.A.L.).

E in modo caricaturale, si potrebbe sottolineare che ci sono tante posizioni singolari quanti sono i DREAL. Per esempio, per quanto riguarda la sperimentazione marsigliese di elettrificazione in banchina, il DREAL ha chiesto distanze di 9m tra il serbatoio e il generatore. Questo componente è in assoluto suscettibile di essere soggetto a variazioni.



5. Le compagnie del gas

Con l'aumento del fabbisogno di gas naturale liquefatto su piccola scala, i gestori dei terminali GNL prevedono una forte crescita di questo mercato a medio termine.

Tra queste aziende occorre distinguere tra fornitori di gas e gestori di infrastrutture.

Per quanto riguarda i fornitori di gas, la Francia ha due grandi attori globali: Gaz de France e Total.

Queste due società sono molto interessate, a livello generale, allo sviluppo del GNL come combustibile per le navi. Sono anche particolarmente interessati alla Francia, dove occupano posizioni di primo piano: GDF Suez è un operatore storico e Total è il principale fornitore di bunkeraggi marittimi, ovviamente preoccupato per il mercato in evoluzione.

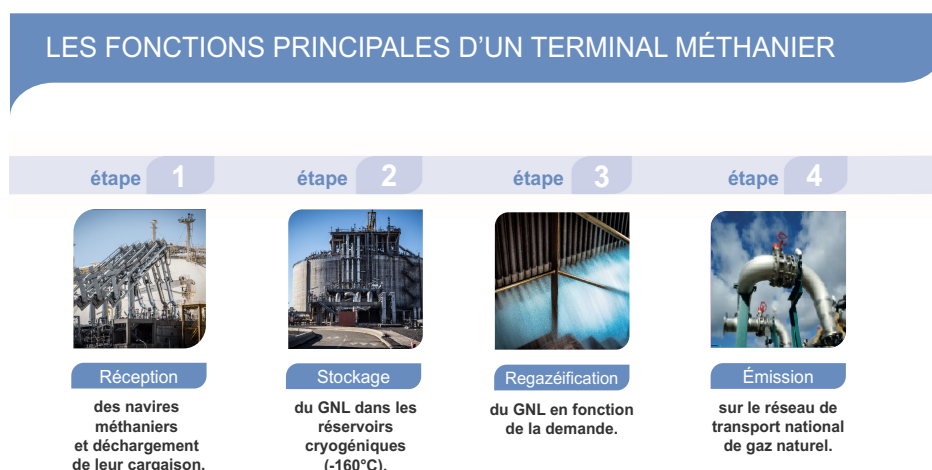
5.1 Le società del gas che vendono GNL al dettaglio

Le società del gas sono sempre più interessate a questo nuovo utilizzo del GNL, che finora è stato limitato principalmente alla Norvegia. Gli operatori del gas stanno prendendo posizione per difendere i loro interessi commerciali e si stanno affermando sul mercato emergente. In ogni caso, per questi fornitori, il mercato del GNL al dettaglio o "su piccola scala" è un asse di sviluppo che non trascureranno e che fa parte dei loro piani strategici interni, tanto più che lo sviluppo è in corso a livello europeo e globale. Hanno inoltre studiato a fondo la questione e sono in grado di rispondere ai loro potenziali clienti con diversi piani logistici basati in particolare sulle previsioni di variazione delle quantità da consegnare.

Anche altre aziende desiderano posizionarsi, come SHELL, ANTARGAZ, mentre i fornitori specializzati più piccoli seguono da vicino gli sviluppi in modo da prendere il loro posto sul mercato al momento opportuno.

Dal punto di vista dei gestori delle infrastrutture, la situazione è più chiara.

5.2 Operatori di terminal cisternieri



Workshop sur le plan d'action commun et intégré pour le GNL | 24 janvier 2020

9

Figura 2 : Funzioni principali / Fonte Elengy



Per quanto riguarda l'area di cooperazione, i terminali individuati in Francia sono Fos-Tonkin (carico di navi cisterna) e Fos Cavaou (13) gestiti da Fosmax LNG. Elengy ha appena acquisito le quote di Total in Fosmax LNG, la società proprietaria del terminale GNL di Fos Cavaou. Elengy sta attualmente studiando la possibilità di aumentare la capacità di rigassificazione del terminale GNL di Fos Cavaou. Questo progetto, concepito per soddisfare la potenziale domanda dei suoi clienti oltre il 2020, contribuirebbe a garantire l'approvvigionamento di gas naturale per la Francia e i suoi vicini europei. Elengy possiede ora il 100% dei suoi tre terminali GNL, Fos Cavaou, Fos Tonkin e Montoir-de-Bretagne. Fosmax LNG era precedentemente detenuta al 72,5% da Elengy e al 27,5% da Total Gaz Electricité Holding France (TGEHF).

I terminali cisternieri, storicamente dedicati alla rigassificazione, offrono servizi di carico del GNL in autocisterna agli operatori del gas che lo trasportano per la consegna ai loro clienti industriali. Le navi cisterna per GNL sono caricate a Fos-Tonkin (da giugno 2014). Elengy partecipa al progetto GAINN4MOS, che ha ricevuto un cofinanziamento dal programma TEN-T, per aumentare la capacità di carico delle autocisterne in questi terminali.

Va notato che i terminali cisternieri stanno ampliando la loro offerta di servizi. Stanno sviluppando le funzioni di:

- Trasbordo (trasferimento del carico da una nave all'altra), che consente ai clienti di suddividere il carico di grandi dimensioni in volumi più piccoli,
- Ricarica (caricamento delle navi dai serbatoi terminali),
- Caricamento (rifornimento delle stazioni portuali e delle navi con carburante GNL),
- Distribuzione al dettaglio di GNL (rete trasportata), per la fornitura di gas naturale a siti industriali non collegati alla rete.

Un FSRU (Floating Storage Regasification Unit) svolge diverse funzioni: ricevere il gas naturale liquefatto dalle metaniere, immagazzinare il gas sotto forma di GNL, ovvero a bassissima temperatura (inferiore a -162° Celsius), rigassificarlo secondo necessità, comprimerlo e spedirlo attraverso il metanodotto sottomarino alla stazione di arrivo situata sulla costa. L'FSRU può essere una chiatta galleggiante.

L'area di cooperazione comprenderà infine sette gestori di terminali GNL italiani:

Autorità di Sistema Portuale	Società	Localizzazione	Stato	Capacità di stoccaggio (mc)
AdSP del Mar Di Sardegna	Higas	Oristano	In costruzione	9.000
AdSP del Mar Di Sardegna	Edison	Oristano	Autorizzato	10.000
AdSP del Mare Adriatico Centro-Settentrionale	Depositi Italiani GNL	Ravenna	In costruzione	20.000
AdSP del Mare Adriatico Settentrionale	Venice LNG	Porto Marghera	Procedura autorizzativa in corso	32.000
AdSP del Mar Di Sardegna	IVI Petrolifera	Oristano	Procedura autorizzativa in corso	9.000
AdSP del Mar Di Sardegna	Consorzio Industriale Provincia Sassari	Porto Torres	Procedura autorizzativa in corso	10.000
AdSP del Mar Tirreno Settentrionale	Livorno LNG Terminal	Livorno	Procedura autorizzativa in corso	9.000

Tabella 3: Elenco degli operatori dei terminali / fonte Accostieri



Oltre al loro contributo intorno ai terminali GNL, queste società sono anche coinvolte nella costruzione di navi dedicate.

ENGIE fa parte di un consorzio che ha costruito la prima nave bunker al mondo per il GNL, la "ENGIE Zeebrugge".

CFT ha costruito la chiatta LNG Londra noleggiata dalla Shell a Rotterdam.

In totale sono state noleggiate due navi di 18600 m³ ciascuna, la prima per Rotterdam nel 2020, mentre la seconda sarà impiegata a Marsiglia nel 2022.



6. Produttori di apparecchiature

Le innovazioni nel processo di riduzione delle emissioni sono realizzate da progettisti industriali e non da compagnie di navigazione. Questo comporta una dipendenza degli armatori dai produttori di apparecchiature che marcano il ritmo dello sviluppo delle nuove tecnologie.

L'impiego del GNL come combustibile marino è indissolubilmente legato allo sviluppo di tutte le aziende che producono e contribuiscono in Francia e in Italia all'innovazione per costruire le navi più adatte all'utilizzo di tale combustibile, sia per quanto riguarda la progettazione dei serbatoi e dei serbatoi installati a bordo (GTT), sia per la fornitura di motori (WÄRTSILÄ, MAN, GENERAL ELECTRIC) ed elementi che facilitano il bunkeraggio, come tubi e bracci di carico, valvole, serbatoi stradali criogenici (« marittimizzati » per poter essere caricati a bordo delle navi), attrezzature specifiche per il processo del gas a bordo delle navi (ad esempio FMC Technologies, CRYOSTAR, CRYOLOR, CRYOPAL). La maggior parte di queste aziende costruttori di apparecchiature, in gran parte sconosciute, hanno una posizione di prestigio nel loro settore di attività e lavorano in gran parte per l'esportazione; tutte hanno bisogno di consolidare la via del GNL per poter applicare nella pratica, a breve termine, il prodotto di successo delle loro attività di ricerca e sviluppo e trovare il modo di consolidare, o addirittura sviluppare, la loro quota di mercato in Europa e nel mondo. Infine, possiamo citare società come Sofresid, Saipem, Sofregaz e la filiale francese del gruppo norvegese LMG Marine.

Anche molte altre aziende, non meno importanti, sono interessate allo sviluppo del GNL come combustibile per le navi, ma su una base più prospettica. Ne sono esempi TECHNIP e Trelleborg, il cui know-how in tubi flessibili off-shore potrebbe essere applicato al settore del bunkeraggio in un porto; AIR LIQUIDE, nella nicchia delle micro-stazioni di liquefazione, in particolare per il biometano, o la gestione dei gas di evaporazione.

Diversi industriali francesi sono specialisti in criogenia nel campo dello stoccaggio e delle apparecchiature (serbatoi, pompe di alimentazione, tubi flessibili, bracci di trasferimento). Alcuni di questi dispositivi equipaggiano le stazioni di servizio terrestri. Un produttore di apparecchiature come Cryostar ha sviluppato un distributore di GNL per il trasporto su strada.



7. Il settore Fluviale

Vi sono analogie tra gli aspetti tecnici dello stoccaggio di GNL nei porti fluviali e marittimi e l'uso del GNL da parte delle navi e delle imbarcazioni per la navigazione interna. Mentre gli aspetti economici del GNL, utilizzato come combustibile fluviale, differiscono notevolmente da quelli del trasporto marittimo. In primo luogo, i rispettivi volumi di attività fluviali e marittime fanno sì che il mercato del GNL fluviale, a differenza di quello marittimo, non possa costituire un mercato a sé stante, tanto più che l'attività fluviale in Francia è distribuita su più bacini.

La seconda differenza sta nel fatto che, a differenza del trasporto marittimo, l'attività di trasporto merci per vie navigabili interne si concentra su un numero limitato di merci prevalentemente a basso costo, il che ostacola la capacità di investimento delle imprese.

In terzo luogo, l'importante settore artigianale della navigazione interna non ha equivalenti nel trasporto marittimo.

Infine, l'età media molto elevata della flotta francese di navigazione interna, che nel 2012 era di 38 anni o più per le categorie di navi sotto le 1500 tonnellate, contrasta con quella della flotta di trasporto marittimo sotto bandiera francese, la cui età media era di 8,6 anni al 1° gennaio 2016.

Il bacino del Rodano è collegato direttamente ai terminali GNL di Fos-Tonkin e Fos-Cavaou. « *IL traffico è diversificato. Nel 2014, rappresenterà il 33% del traffico di merci generiche e il 38% del traffico di prodotti chimici e fertilizzanti* »¹⁰. La disponibilità della risorsa GNL e le caratteristiche del traffico in questo bacino offrono potenzialmente le migliori opportunità per sviluppare l'utilizzo del GNL, sia come carburante che come carico, in particolare nell'ambito dello sviluppo di una rete di stazioni di servizio di gas naturale per veicoli stradali (GNL e GNC) e per usi industriali.

Da una prospettiva a medio e lungo termine, la massificazione del trasporto di GNL verso le stazioni di stoccaggio intermedie situate sulla rete fluviale appare un'ipotesi convincente, inizialmente sulle rotte fluviali che servono i terminali GNL di Fos-Tonkin e Fos-Cavaou.

¹⁰ MALER P., ERHARDT J.-B. (coord) (2016), Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant. Le transport fluvial, un atout pour le développement de l'utilisation du GNL dans le cadre de la transition énergétique. CGEDD. Rapport n° 008091-04, Paris, page 31.

8. Il settore stradale industriale

Dati i bassi volumi iniziali, è necessario studiare e ricercare una sinergia tra tutti gli usi del gas naturale liquefatto.

L'uso del GNL è agli albori nel trasporto stradale di merci in Francia. È quindi impossibile fare una prima, seppur breve, valutazione. L'interesse mostrato è reale ed è motivato principalmente dal prezzo del gas combustibile per le sue implicazioni fiscali. « *A livello tecnico, sembra che i criteri di scelta tra GNL e GNC non siano ancora chiari per le imprese di trasporto, e che in ogni caso la quasi totale assenza di stazioni di servizio entro la metà del 2015 sia il principale fattore limitante; vettori aggregati stanno lavorando con i distributori alla progettazione e alla realizzazione di tali reti* »¹¹.

Produttori di veicoli stradali industriali

Tre produttori di autocarri hanno stabilimenti industriali in Francia: Renault Trucks (gruppo Volvo), IVECO e SCANIA. Tutti e tre producono o preparano modelli alimentati a GNL.

Gli operatori di veicoli commerciali e i loro committenti

Un fattore importante agli occhi della missione GNL è stato l'interesse dimostrato dagli spedizionieri e, soprattutto, dal mercato di massa.

Diverse aziende di autotrasporto che operano di concerto con gli spedizionieri, soprattutto nel settore della distribuzione di massa, hanno intrapreso la sperimentazione di veicoli a gas su diverse scale. All'inizio dell'estate 2015, erano presenti circa 60 camion alimentati a GNL in Francia, seguiti da circa 100 veicoli all'inizio del 2016.

Gestori di infrastrutture stradali e autostradali

Le condizioni per il coinvolgimento dei gestori delle infrastrutture stradali sono molto meno complesse nel trasporto su strada che nel trasporto marittimo. Gli impianti di distribuzione di GNL su strada sono dello stesso tipo (stazioni di servizio), utilizzano zone limitate e possono essere installate su aree già dedicate al rifornimento dei veicoli presentando un costo unitario relativamente limitato. D'altra parte, queste stazioni di servizio non sono necessariamente - a differenza dei porti - situate su diritti di passaggio appartenenti ai gestori delle infrastrutture di trasporto pubblico.

Il mercato del GNL è nato in Francia all'inizio del 2013, con il Ministero dell'Energia che ha rilasciato le prime autorizzazioni per la fornitura di GNL su camion a favore delle aziende.

A metà marzo 2016, Axégaz, Engie LNGeneration, Gas Natural Fenosa e Molgas hanno formato il collettivo « France GNL porté ». Secondo questo collettivo, nel 2014 sono stati distribuiti 140 GWh di GNL trasportato, di cui 126 GWh dai membri del collettivo « France GNL porté », raggiungendo circa 1,5TWh nel 2015.

Il collettivo ha più di 70 clienti per un consumo annuo di GNL da 1,5 a 2 TWh, con una stima decennale di 15-20 TWh/anno.

¹¹ MALER P., ERHARDT J.-B. (coord) (2015), Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant. Le GNL, composante européenne de la transition énergétique du transport routier de marchandises. CGEDD. Rapport n° 008091-03, Paris, page 49.



9. Il punto di vista degli armatori

Il numero di navi alimentate a GNL è ancora limitato; il lancio di unità equipaggiate per questa tecnica viene comunicato sistematicamente, segno che sono ancora eccezionali in questa fase. Il potenziale successo del GNL si basa sul diffondersi sistemico di una tecnica di bunkeraggio che solleva la questione della sua territorializzazione.

Gli armatori francesi hanno 26 navi metaniere in esercizio e in ordinativo: 3 traghetti per la Brittany ferries e uno per Corsica Linea, due draghe per i porti GIE Dragages Ports, una nave di linea per la Compagnie del Ponant, 20 navi portacontainer per la CMA CGM, di cui 9 giganti da 23.000 TEU (EVP - Equivalente a 20 piedi, un'unità di capacità per il trasporto di container), 5 da 15.000 EVP e 6 alimentatori da 2.000 EVP per la filiale Containership, la maggior parte dei quali sono sotto bandiera francese. Inoltre, Total ha noleggiato due navi cisterna, le prime nella categoria VLCC (Very Large Crude Carrier) alimentate a GNL.

Attualmente ci sono tra le 200 e le 300 navi GNL in servizio, su ordinazione o già pronte per il GNL (progettate per facilitare la riequipaggiamento del GNL). Questi dati si riferiscono ad una flotta commerciale complessiva di oltre 50.000 unità. La questione della presenza o meno di impianti di rifornimento non è più un problema, non appena precursori come CMA CGM o Carnival si accorderanno su un impegno decennale con un fornitore di GNL per le linee regolari. Tuttavia, la regolarità dei servizi, che permette di anticipare la domanda, non può essere generalizzata a tutto il traffico. Alla fine del 2019, 115 siti portuali in tutto il mondo fornivano servizi di bunkeraggio.

Tra i principali operatori mondiali, CMA-CGM è la prima linea di trasporto di container ad intraprendere risolutamente il passaggio al GNL con l'annuncio di un ordine nel 2017 per 9 navi container di oltre 22.000 TEU, al ritmo di una nave ogni quattro mesi.

Le navi da crociera sono chiamate a svolgere un ruolo di primo piano, sia perché il gas naturale offre un maggiore comfort per i passeggeri (meno vibrazioni, meno rumore), sia perché è in grado di migliorare l'immagine del settore che viene contestato per via delle sue emissioni nell'atmosfera. '

Il settore dei traghetti e del ro-ro è uno dei pilastri dell'industria marittima nel bacino del Mediterraneo. Quasi tutti i porti sono dotati di questi collegamenti ro-ro con le regioni insulari e le altre coste. Tutti questi collegamenti sono in un certo senso la continuità marittima delle reti terrestri. Tanto che gli Stati ne hanno assunto il controllo e la direzione, sia come questione di interesse economico, sia come questione di interesse generale e missione di servizio pubblico. Una posizione più liberale ha portato a meccanismi di privatizzazione, insieme alla rapida crescita del trasporto stradale e dei suoi inconvenienti, di cui il Ro-Ro è un'alternativa ai problemi di congestione e saturazione delle reti.



Paul Turret, Direttore della ISEMAR, ne descrive il processo¹² :

« L'Europa e la sua periferia come mercato economico hanno bisogno di collegamenti ro-ro con i servizi di trasporto su strada. Per i passeggeri, nonostante lo sviluppo del trasporto aereo a basso costo, i traghetti offrono un mezzo di trasporto fondamentale per collegare tra loro le varie zone del continente... Un altro governo liberale, quello di Silvio Berlusconi in Italia, ha intrapreso nel 2010 la vendita del gruppo pubblico Tirrenia. Il processo è culminato nel 2012 in una privatizzazione a favore di un'alleanza denominata Compagnia Italiana di Navigazione e composta dai tre maggiori operatori nazionali: Grimaldi, Moby e GNV. Questa singolare situazione non era destinata a proseguire, lasciando ad uno di loro, Moby Lines, nel 2015 con il controllo esclusivo di Tirrenia, un'acquisizione molto più grande del Lloyd Sardegna nel 2006. Nel 2012 Moby ha rilevato la società pubblica delle Isole Toscane (Toremor). L'equivalente sardo, Sardemar, a sua volta sotto l'autorità di Tirrenia, è stato regionalizzato nel 2011 prima di essere liquidato a fronte del fallimento di una società regionale... Per la SNCM, il vettore pubblico con collegamenti con la Corsica e il Maghreb, le difficoltà sono derivate tanto dalla formidabile concorrenza della società privata Corsica Ferries quanto dalla messa in discussione degli aiuti pubblici all'Europa. Nel 2006, la società ha abbandonato la gestione statale privilegiando la privatizzazione. Ciononostante, le difficoltà finanziarie hanno portato a una liquidazione giudiziaria. Nel corso del 2015, la situazione si è fatta confusa prima che, all'inizio del 2016, la SNCM scomparisse definitivamente a vantaggio della società Maritime Corse Méditerranée con il nome commerciale Corsica Linea e totalmente legata agli interessi privati della Corsica. Nel Mediterraneo, è stata l'ambizione di Grimaldi a consentire il lancio di queste alternative a rotazione (con agevolazione della logistica e dei pezzi di ricambio). Creato nel 1947, l'armamento napoletano non è solo un operatore continentale grazie alle sue linee ro-ro oceaniche verso gli Stati Uniti, l'America Latina e l'Africa occidentale. Contemporaneamente, Grimaldi ha assunto una dimensione europea prima nel bacino del Mediterraneo occidentale attraverso due entità, Grimaldi Ferries (passeggeri) e Grimaldi Lines (merci). Sul mercato italiano la concorrenza è agguerrita con il duo Moby CNG. Da notare che all'inizio del 2017 Grimaldi ha rilevato un piccolo operatore di trasporto merci in Sicilia. Dai porti italiani, Grimaldi ha dispiegato numerose linee, prima di tutto verso la Spagna con il varo di autostrade e del mare. Allo stesso tempo, Grimaldi si è espansa in Europa. Dal 2006, la compagnia di navigazione controlla la società finlandese Finnliness, che è orientata esclusivamente al trasporto merci, permettendo così alla stessa di posizionarsi con forza nel Baltico. Il consolidamento dell'armatore italiano è avvenuto anche nel mercato greco, uno dei più competitivi d'Europa. Grimaldi ha preso d'assalto il mercato greco con i suoi punti di forza, una bandiera italiana con la reputazione di essere economica e con norme sociali favorevoli (salari netti, contrattualizzazione del personale)... In Italia, Grandi Navi Veloci (GNV) è stata fondata da un membro della famiglia Grimaldi nel 1992, ma dal 2011 l'armatore italiano è controllato dalla società Marinvest della famiglia Aponte, proprietaria di MSC, la seconda nave portacontainer al mondo e la terza nave da crociera più grande. Aponte controllava già la SNAV, un vettore passeggeri della regione di Napoli e delle sue isole, ora il gruppo detiene anche una partecipazione nella nave ro-ro italiana, le cui basi sono la Sardegna e la Sicilia. Così, MSC detiene due compagnie di traghetti... Per la Corsica, così come per la Sardegna e la Sicilia, sono presenti molti operatori francesi e italiani. Sul versante francese, accanto alla Compagnie Méridionale de Navigation (trasportatore), due società controllate da interessi corsi (Corsica Linea, Corsica Ferries) forniscono ora servizi per quella che viene chiamata l'Isola della Bellezza. Corsica Linea rimane presente in Algeria e Tunisia e Corsica Ferries lancerà un'offerta su Maiorca da Tolone nella primavera del 2018 ».

¹² ALIX Y.(2018), Prospective maritime et stratégies portuaires, Collection Océanides, chapitre 2 « Le transport maritime roulier européen : consolidation stratégique dans un marché en mutation », page 57 à 73.



In Italia, la « battaglia » del traghetto si svolge ormai tra grandi gruppi familiari, Grimaldi, Aponte (GNV) e Onorato (Tirrenia, Moby). L'orgoglio degli armatori contribuisce a un livello di concorrenza particolarmente elevato. La contesa sta prendendo piede anche in Francia con la presenza di Moby a Nizza (nel 2017) nei confronti di Corsica Ferries, che dispone di ancoraggi sardi che la rendono una compagnia "semi-italiana".

9.1 Il fenomeno della concentrazione

Al di là degli effetti ancora sconosciuti della crisi sanitaria legata al COVID 19, il ritorno alla crescita economica degli ultimi anni è stato segnato dal rilancio del commercio marittimo internazionale e dal rilancio del commercio di prodotti finiti in particolare. È stata accompagnata da un'accelerazione della concentrazione degli operatori. Oltre alle fusioni, le principali compagnie di navigazione si sono organizzate in « alleanze » globali che fanno tutte approdo al GPMM (Maersk e MSC; Ocean Alliance con CMA CGM, Cosco, OOCL, Evergreen e The Alliance con Hapag Lloyd, ONE e Yang Minh).

La concentrazione riguarda anche gli addetti alla movimentazione che presiedono i porti mondiali e le cui strategie mirano a controllare non solo le operazioni portuali, ma anche quelle pre e post distribuzione.

Nei bacini occidentali del porto di Marsiglia, TIL di proprietà di MSC detiene il 50% di Seayard (il restante 42% di Maersk, l'8% di Cosco) e CMA CGM controlla il terminal Eurofos (via Terminal Link al 51%, di cui il 49% è di proprietà di China Merchant). CMA Terminal, 100% CMA CGM, gestisce il terminal di Mourepiane nei bacini orientali del porto di Marsiglia.

Avendo recentemente acquisito diverse flotte mercantili regionali, assicurando linee regolari di trasporto container, CMA-CGM sta intraprendendo una nuova strategia per offrire soluzioni logistiche per tutte le modalità di trasporto, compreso il trasporto marittimo, stradale, ferroviario e fluviale.

La compagnia di navigazione italiana Lauro Shipping, specializzata nei collegamenti marittimi tra Napoli e le isole di Capri e Ischia, ha firmato un accordo con Rolls-Royce per la progettazione di una nave a GNL, che sarà un esempio funzionante del modello Environship sviluppato da Rolls-Royce.

9.2 Gli armatori del settore fluviale

I proprietari di vie navigabili interne che utilizzano motori a doppio combustibile (GNL e diesel) dovranno investire nell'equipaggiamento dei motori con sistemi di riduzione catalitica (SCR : Selective Catalytic Reduction) e filtri antiparticolato (DPF: Diesel Particular Filter), oltre agli investimenti per la propulsione a GNL. Al convegno sulla strategia del GNL per la navigazione interna organizzato dalla CCNR l'8 ottobre 2015, gli armatori olandesi e tedeschi della navigazione interna avevano espresso il timore che i limiti di emissione proposti dalla bozza di testo potessero mettere a repentaglio i progetti di imbarcazioni alimentati a GNL, visti gli ulteriori investimenti necessari per i sistemi di post-trattamento.

Secondo le stime dell'industria, nel 2015 erano previste circa 230 navi possedute e gestite da armatori e 200 navi possedute e gestite dall'industria. Diversi armatori e industriali controllano cantieri navali dedicati alla manutenzione delle loro flotte. D'altra parte, 300 navi di proprietà di costruttori operano in base a contratti di noleggio stipulati con armatori o industriali, altre 300 operano nell'ambito di cooperative di artigiani e 270 sono gestite da « indipendenti ».



9.3 Adeguamento : la scelta delle alternative

Oggi, la prospettiva di adottare l'approvvigionamento di GNL viene presa seriamente in considerazione dagli armatori. Richiede investimenti specifici che gli operatori del settore dei trasporti sono meno riluttanti a considerare. Il timore che poteva esistere da parte degli armatori di non potersi rifornire sta gradualmente scomparendo. L'atteggiamento di attesa che era stato finora di rigore sembra svanire. Il ruolo delle autorità politiche internazionali e nazionali nel definire norme più severe in materia di inquinamento e nel sostenere gli esperimenti o nel sovvenzionare gli impianti ha in parte influenzato l'avvio della loro adesione. La decisione di un armatore di investire in una nave è gravida di conseguenze e corrisponde a un impegno a lungo termine. L'incertezza che attualmente caratterizza la scelta del carburante porta quindi gli armatori a restare ancora oggi prudenti.

Pertanto, la scelta del GNL può essere flessibile e può essere basata su diverse strategie:

- la costruzione di una nave progettata e alimentata a GNL con un investimento iniziale maggiore di circa il 30% (dati DNL GL, 2015),
- la costruzione di una nave dotata di un primo motore a olio combustibile ma progettata per essere compatibile con la successiva riprogettazione del GNL (si parla di navi pronte per il GNL), quando sussistono le condizioni ideali per un'innovazione tecnica,
- retrofitting, rimotorizzazione di una nave tradizionale con tecnologia GNL. Oltre all'elevato costo di questa operazione, la compatibilità tecnica dell'unità convertita deve essere esaminata in dettaglio e non sempre è fattibile,
- Infine, la scelta della motorizzazione ibrida si basa sulla combinazione di combustibili (olio combustibile / GNL o elettricità / GNL). *"I motori a doppio combustibile, in grado di funzionare a gas (GNL), MGO o HFO, sono apparsi nei primi anni 2000 e da allora sono stati montati su molte metaniere. Possono passare da un carburante all'altro durante la navigazione e sono progettati per fornire la stessa potenza indipendentemente dal carburante utilizzato"* (AFG, 2016).

Le politiche di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo implicano quindi per gli armatori, a seconda delle strategie, la scelta tra una varietà di opzioni tecniche.

Riduzione delle emissioni di SOx :

I limiti dell'1,5 % e dell'1,0 % di tenore di zolfo possono essere rispettati con IFO. Un limite inferiore all'1,0 % implica, di norma, l'uso di distillati MDO (Marine Diesel Oil) o MGO (Marine Gasoil). Con MGO si ottiene un contenuto di zolfo dello 0,1%. Tuttavia, i distillati sono molto più costosi dell'IFO in quanto si tratta di una gamma di prodotti di raffinazione a valore aggiunto.

L'Allegato VI della MARPOL e la Direttiva 2012/33/UE consentono agli armatori di utilizzare metodi alternativi per ottenere riduzioni delle emissioni di SOx almeno equivalenti a quelle che si otterrebbero con combustibili a basso tenore di zolfo. Si possono considerare due alternative principali:

- La combustione del gas naturale liquefatto non emette praticamente nessun tipo di SOx. Il suo utilizzo richiede l'installazione di un motore a gas e di un serbatoio criogenico, con il risultato di riservare uno spazio tre volte maggiore al GNL rispetto ai carburanti convenzionali. Di conseguenza, è più facile considerare il GNL per una nuova nave che modificare le navi esistenti. Alcuni armatori ritengono che la soluzione di GNL, pur essendo valida, rimane una soluzione intermedia in quanto la soluzione di idrogeno è in via di sviluppo. Il passaggio all'idrogeno richiederà comunque del tempo e nel frattempo la filtrazione rappresenterebbe una soluzione,



- Un'altra risposta da parte degli armatori per essere in regola: lo scrubber. Ad esempio, la società « La Méridionale » ha terminato le prove di filtro antiparticolato. Nel prossimo futuro, questo armatore è impegnato a risolvere i problemi di inquinamento locale (senza rinunciare al trattamento del problema della CO₂), anche se questa soluzione può essere migliorata dal punto di vista del riscaldamento globale. Questa società chiede un refit di centrali termiche a GNL (come potrebbe essere il caso in Corsica) ma dubita della tempistica che è stata annunciata nonostante le promesse. La loro soluzione di filtro antiparticolato sarebbe applicabile anche alle centrali termiche e l'armatore annuncia che questa potrebbe essere una soluzione transitoria immediatamente applicabile. Questa soluzione risponderebbe alle esigenze di alcuni armatori che non sarebbero in grado di passare alla soluzione GNL, indipendentemente dalle rotte dell'isola, dalla frequenza delle loro soste o dalla natura delle loro operazioni. Tuttavia, la conseguenza del lavaggio è che il trattamento si limita a modificare la sostanza indesiderabile dei fumi ad una soluzione liquida, un impasto solido o polvere. Questo deve essere smaltito in modo sicuro se non può essere riciclato. Gli scrubber arriveranno un giorno ai limiti del loro interesse, nel senso che la gestione degli scarichi nell'ambiente costituirà un problema, anche se le soluzioni a secco sono un'alternativa che rimane oggi interessante, addirittura indispensabile in retrofit su navi esistenti. Vi è una presa di coscienza della tendenza di tale evoluzione, che ci permette di dubitare della pertinenza dell'installazione di scrubber su nuove imbarcazioni.

Le diverse opzioni per rispondere al passaggio allo 0,1% SECA implicano quindi per le aziende un compromesso tra un forte aumento dei costi del carburante senza la necessità di adattare la flotta nella scelta delle MGO, e costi di capitale significativi legati all'investimento in uno scrubber o in una propulsione a GNL ma con costi di carburante inferiori rispetto alla prima opzione.

Ridurre le emissioni di NO_x

La combustione del GNL comporta una riduzione dell'85% delle emissioni di NO_x rispetto a quelle dell'olio combustibile. Ha quindi il vantaggio di rispettare i limiti per le emissioni di SO_x nella SECA (SO_x Emission Control Area).

Ridurre le emissioni di CO₂

L'EEDI (Energy Efficiency Design Index), incluso nell'allegato VI della convenzione MARPOL nel 2011, è un indice che esprime la quantità di CO₂ per tonnellata-miglio in fase di progettazione della nave. Ha un valore costante che può essere modificato solo se il progetto della nave viene modificato. Più basso è il valore EEDI, migliore è l'efficienza energetica che ci si può aspettare dalla nave in condizioni di funzionamento normale secondo la sua concezione.

I costruttori navali possono agire su diversi fronti per ridurre l'EEDI (Energy Efficiency Design Index) delle nuove navi:

- la progettazione,
- la riduzione della velocità nominale,
- il contenuto di carbonio del carburante.

La seguente Tabella propone alcune possibili soluzioni per ogni tipologia. L'armatore, in qualità di committente della nave, mantiene il controllo dei parametri sui quali il costruttore deve agire per ridurre l'EEDI. Ad esempio, può favorire miglioramenti nella progettazione se desidera mantenere la velocità nominale del natante.



Oppure, al contrario, può preferire di abbassare la velocità nominale per non dover apportare miglioramenti al progetto che potrebbero far aumentare il prezzo dell'imbarcazione.

Levier	Solution envisageable	Commentaire
Conception	Augmentation de la capacité du navire	La capacité du navire peut être augmentée grâce à une conception plus compacte et légère de la structure.
	Optimisation de la coque	La résistance à la coque constitue près de 70 % de l'énergie consommée. L'optimisation du design de la coque ou de son revêtement peut permettre d'importants gains en efficacité énergétique.
	Optimisation de l'aérodynamisme	En cas de vents contraires forts, la résistance au vent peut contribuer à plus de 10 % de la résistance totale au navire.
	Optimisation du système de propulsion	L'optimisation du sillage peut améliorer l'efficacité de l'hélice, réduire la consommation et limiter les effets indésirables de cavitation de l'hélice (érosion, bruit et vibrations). L'installation de dispositifs de flux directionnels sur la coque ou sur le safran peut également permettre d'accroître l'efficacité du système propulsif.
	Energie éolienne	L'installation de cerf-volant et de voile, en complément des moteurs, réduit la consommation de carburant pour la propulsion du navire.
	Energie solaire	Des cellules photovoltaïques peuvent servir d'appoint en énergie pour les fonctions auxiliaires du navire.

Levier	Solution envisageable	Commentaire
Vitesse	Réduction de la vitesse nominale	Réduire la vitesse nominale du navire se révèle très efficace pour diminuer la consommation et réduire la valeur de l'EEDI d'un navire. Néanmoins, la diminution de vitesse nominale s'accompagne d'une réduction de puissance qui peut aboutir à une sous-motorisation. Les capacités manœuvrières du navire s'en trouvent alors réduites.
Carburant	GNL	La combustion du GNL émet environ 25 % de CO ₂ en moins que les carburants classiques.

Tabella 4 : Linea di condotta per diminuire il valore dell'EEDI di una nave
 Fonte : Lloyd's Register, 2012.

Per le navi esistenti, esistono misure tecniche per ridurre le emissioni di CO₂ agendo sullo scafo, sul sistema di propulsione (eliche), sui motori, sulle fonti di energia e sulle modalità di funzionamento e manutenzione della nave.



Mesure de réduction	Date d'entrée en vigueur	Périmètre	Options techniques
Limite sur la teneur en soufre en SECA (Annexe VI de MARPOL, directive 2012/33/UE)	2015	Tous les navires circulant en SECA	- MGO (0,1 %) - Scrubber - GNL
Limite globale sur la teneur en soufre (Annexe VI de MARPOL, directive 2012/33/UE)	2020	Tous les navires partout dans le monde hors SECA	- MDO (0,5 %) - Scrubber - GNL
Norme sur les NO _x Tier III (Annexe VI de MARPOL)	2016 2021	Navires neufs en NECA de l'Amérique du Nord (2016), et en mer du Nord et Baltique (2021)	- GNL - technologies post-combustion comme la réduction catalytique sélective
Normes sur l'EEDI (Annexe VI de MARPOL)	2015-2020 (Phase 1) 2020-2025 (Phase 2) 2025 (Phase 3)	Navires neufs	- Conception du navire - Diminution de la vitesse nominale - Carburant moins émetteur (GNL)
Instrument de marché du carbone européen (non adopté : hypothèse)	Non déterminé	Tous les navires effectuant : - des voyages intra-UE - des voyages à destination de l'UE - des voyages au départ de l'UE	- Mesures d'optimisation sur la coque, le système propulsif, les moteurs - mesures opérationnelles et de maintenance - Usage de carburant moins émetteur (GNL) - Energies renouvelables en appoint (cerf-volant, panneaux solaires)
Instrument international sur les émissions de CO ₂ (non adopté : hypothèse)	Non déterminé	Tous les navires	

Tabella 5 : Panoramica delle opzioni tecniche sulla base delle misure di riduzione

Pertanto, a causa delle complesse scelte che implicano, le politiche di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo hanno una reale dimensione strategica nel modo in cui vengono prese in considerazione dalle compagnie di navigazione. Si possono riassumere in quattro opzioni:

Choix stratégiques	Options
Non-conformité	- Non respect des limites sur la teneur en soufre des carburants - Falsification des documents de bord
Stratégie politique	- Lobbying - Constitution de coalition durable ou ad hoc - Communication politique - Activités juridiques
Mesures techniques sur le navire	- MGO - Scrubber - GNL - Biocarburant - Réduction catalytique sélective - Recirculation des gaz d'échappement - Optimisation des fonctions machine, hélices, carène - Energies renouvelables en appoint (cerf-volant, panneaux solaires)
Mesures organisationnelles sur les services maritimes	- Réduction de la vitesse des navires - Modification des ports desservis - Fermeture de services - Changement de la taille du navire

Tabella 6 : Panoramica delle scelte strategiche e delle opzioni associate
 Fonte Thèse Doudnikoff, 2015



Gli armatori possono tentare di influenzare le decisioni pubbliche per limitare determinate pressioni normative o sfruttare le opportunità di regolamentazione. Questo tipo di comportamento si manifesta non appena emerge un processo di regolamentazione e si rivela minaccioso per una o più società le cui attività o condizioni di concorrenza sono soggette a cambiamenti. Le attività di influenza possono assumere diverse forme: influenza diretta delle autorità pubbliche (lobbying); formazione di coalizioni tra le parti interessate che prentano interessi comuni; comunicazione politica volta a esercitare pressione sulle autorità pubbliche tramite la divulgazione delle poste in gioco al fine di mobilitare l'opinione pubblica a proprio favore; attività giuridiche volte a contestare la legalità di una decisione pubblica in tribunale o a ritardarne l'attuazione. Negli ultimi anni sono state applicate diverse strategie di questo tipo.

La conversione della nave per funzionare a GNL rimane la soluzione preferita in vista della riduzione dei livelli di CO₂, poiché il GNL emette meno CO₂ durante la combustione rispetto all'olio combustibile pesante.

L'armatore deve finanziare l'adeguamento della sua flotta, che richiede visibilità per quanto riguarda l'offerta di bunkeraggio che sarà offerta nei porti, in particolare per quanto riguarda il prezzo del GNL « consegnato a bordo » (prezzo che comprende la fornitura della molecola, il suo trasporto e la movimentazione a bordo della nave), che deve essere competitivo rispetto all'olio combustibile pesante.

Nel registro di conformità alle normative e alternativa all'uso del GNL stesso, gli armatori stanno sperimentando lo sfruttamento di ammoniaca e metanolo. Quest'altra tipologia di combustibili marini suggerisce risultati promettenti ed è attualmente oggetto di molta attenzione scientifica. In modo volutamente riduttivo per poter essere esplicito, le caratteristiche di questi due combustibili vengono discusse nell'ambito delle appendici 1 e 2.



10. Gli operatori del bunkeraggio

Possiamo individuare chiaramente un problema di esercizio della responsabilità che mette in tensione gli operatori nei loro rapporti con le autorità portuali: queste ultime richiedono, per le operazioni, un'analisi dei rischi basata sui propri indicatori, in assenza di un quadro di riferimento legale e condiviso.

Questa mancanza di un quadro giuridico di riferimento può portare ad una divergenza di pratiche da un porto all'altro, costringere gli armatori a fare una richiesta per porto e generare una concorrenza tra le infrastrutture (il livello più basso di vincolo che permette di rafforzare l'attrattiva delle infrastrutture portuali a scapito della sicurezza).

10.1 La soluzione Truck to Ship

In molti casi, il bunkeraggio Truck to Ship soddisferà la domanda, almeno inizialmente. Questa cosiddetta soluzione « LNG easy » è rapida e facile da implementare a basso costo (350.000 euro) in una vasta area intorno ai terminali GNL (diverse centinaia di chilometri). Tuttavia, rimane limitata in termini di volume di consegna (da 40 a 700 m³) per ogni operazione di bunkeraggio.

Questa soluzione presenta diversi vantaggi :

- facilità e velocità di implementazione,
- facile accesso a tutti i moli e alle navi, basso investimento iniziale,
- può essere utilizzato per altri scopi: servire le stazioni di servizio dei camion, rifornire le aziende industriali non collegate alla rete del gas, rifornire le chiatte fluviali.

Ma ha anche degli svantaggi:

- occupa spazio sulla banchina (camion e perimetro di sicurezza obbligatorio) che può essere problematico nei terminal dove lo spazio è già ampiamente occupato (carriponte, gru...),
- rischio di cadute di merci trasportate da gru a cavalletto a movimentazione verticale,
- non adatto per navi bunker ad alto volume (navi portacontainer e navi da crociera),
- oltre 50 000 t di GNL all'anno supportate in un determinato porto, questa soluzione diventa inadatta in quanto genererebbe un flusso troppo grande di navi cisterna nel porto.

10.2 La soluzione Ship to Ship

Per le navi da crociera e le grandi navi portacontainer d'alto mare, il bunkeraggio può essere fatto solo con una nave bunker o una chiatta (soluzione Ship to Ship), a causa delle grandi quantità che vengono immagazzinate durante ogni operazione. L'investimento iniziale ammonterà quindi a decine di milioni di euro (20 milioni di euro per una chiatta, 30-60 milioni di euro per una nave).

Lo Ship to Ship assume grandi volumi (da 150 a 7000 m³ con chiatte/navi con capacità da 1000 a 7000 m³) e dovrebbe essere giustificabile a Marsiglia-Fos sulla costa mediterranea.



11. Identificazione delle componenti di bilancio da prendere in considerazione nell'ambito degli investimenti, sul territorio nazionale francese

Possiamo concludere fin d'ora che vi sono poche fonti di finanziamento pubblico a sostegno degli investimenti necessari per l'impiego della soluzione del combustibile marino GNL. Gli aiuti di Stato sono vietati dai trattati europei in quanto possono falsare la concorrenza nel mercato interno. Esistono, tuttavia, disposizioni di sostegno al bilancio che possono essere mobilitate dagli operatori del settore.

Investimenti nel settore portuale

La nuova strategia portuale fa della transizione ecologica una priorità, in modo che i progetti strategici e i programmi di investimento dei grandi porti marittimi dovranno giustificare gli input in questo settore. Lo Stato sarà in grado di sostenere i progetti più strutturanti, come l'acquisizione da parte dei principali porti di chiatte per il rifornimento di GNL e di navi bunker. Tuttavia, la domanda del settore portuale non riguarda tanto le sovvenzioni agli investimenti quanto l'adozione di misure che consentano ai grandi porti marittimi di aumentare la loro capacità di autofinanziamento: stabilizzazione del loro sistema fiscale, incentivazione degli armatori a rifornirsi di GNL nei porti francesi, copertura totale dei costi di dragaggio, ecc.

Lo Stato versa sovvenzioni agli investimenti ai grandi porti marittimi per finanziare i loro progetti di sviluppo, grazie ai crediti aperti con fondi di contributo, riconducibili all'azione 43 Porti del programma 203.

Finora lo Stato ha sostenuto principalmente progetti volti ad aumentare il traffico e a migliorare i servizi portuali. I progetti a favore della transizione energetica sono stati finanziati con il sostegno di fondi europei.

La nuova generazione di Contratti di Piano Stato-Regioni dovrebbe integrare questa dimensione ecologica.

Attraverso i Contratti di Piano Stato-Regioni, lo Stato si impegna a partecipare al finanziamento di progetti di particolare interesse per lo sviluppo territoriale. I progetti portuali trovano naturalmente il loro posto in questi contratti in quanto costituiscono un'infrastruttura indispensabile per lo sviluppo economico e territoriale.

Nell'ambito dei Contratti di Piano Stato-Regioni 2015-2020, lo Stato ha impegnato 326 milioni di euro per lo sviluppo delle infrastrutture portuali, di cui 150 milioni di euro sono già stati spesi. Le regioni, dal canto loro, hanno impegnato 213 milioni di euro.

Secondo il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (AFITF) e la Sottodirezione dei Porti del Ministero della Transizione Ecologica, nulla impedisce che un progetto di investimento di un grande porto marittimo, come l'acquisto di una nave bunker o la conversione di un terminal cisterniere in un « hub GNL », sia incluso in un Contratto di Piano Stato-Regioni (CPER), purché tale infrastruttura sia strettamente legata all'attività dei porti stessi e corrisponda ad un investimento sostanziale. Tali progetti potrebbero quindi beneficiare dei crediti statali versati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Per il momento, i grandi progetti relativi alla transizione energetica sono stati finanziati principalmente da fondi europei.

La relazione allegata alla legge sull'orientamento della mobilità definisce la strategia per l'attuazione delle linee guida della politica statale in materia di investimenti nei trasporti e nella mobilità per il periodo 2018-2037. L'obiettivo è quello di fornire al Ministero dei Trasporti una tabella di marcia per la scelta delle infrastrutture da finanziare negli anni a venire. Gli investimenti portuali sono la quinta e ultima priorità.



Tuttavia, l'aumento della partecipazione dello Stato al finanziamento degli investimenti portuali non sembra essere la strada preferita dagli operatori per questi investimenti. Essi sostengono piuttosto di dare sostanza al concetto di « imprenditori portuali », permettendo ai Grandi Porti Marittimi di finanziare da soli i propri investimenti. La nuova strategia portuale nazionale intende adottare un approccio secondo il quale i porti devono essere imprenditoriali, ovvero investire per generare valore per se stessi e per l'intera catena logistica. Questo approccio è il risultato delle conclusioni di una missione condotta congiuntamente dal Commissariato Generale per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile e dall'Ispettorato Generale delle Finanze (missione CGEDD-IGF).

L'obiettivo, in termini di sostegno agli investimenti portuali, in particolare per il GNL e la fornitura di energia elettrica, non è quindi quello di aumentare gli stanziamenti di bilancio, ma di incoraggiare l'autofinanziamento dei loro investimenti da parte dei porti.

Pertanto, ci si aspetta che l'azione dello Stato elimini gli ostacoli fiscali e normativi a favore degli investimenti dei Grandi Porti Marittimi.

I Grandi Porti marittimi, anche quando hanno la capacità di investire in una chiatta per il rifornimento di GNL, o sono disposti a fare uno sforzo finanziario per installare un terminale di alimentazione elettrica, sono frenati dal timore di fare un investimento poco redditizio, come spiegato dall'Unione dei porti di Francia (UPF - Union des ports de France). Per esempio, un porto che investe in una chiatta o in una nave bunker vuole assicurarsi che le navi alimentate a GNL utilizzeranno quella rotta marittima e che faranno rifornimento in quel porto.

Pertanto, secondo l'UPF, lo Stato azionista dovrebbe spronare all'acquisto di queste chiatte e navi bunker. Per il momento, tuttavia, l'Agenzia statale delle partecipazioni ritiene che questo investimento non sia redditizio.

Sempre secondo l'UPF, per rassicurare i porti sulla redditività di questo investimento, un numero maggiore di armatori dovrebbe impegnarsi nella transizione ecologica. Alcuni porti li incoraggiano a farlo con un sistema di bonus/malus sulle tasse portuali o con la consegna di un assegno a fine anno all'armatore più esemplare (come il grande porto di Le Havre).

Strategia di investimento degli armatori

Secondo l'organizzazione professionale rappresentativa, gli armatori sono molto interessati alla tematica del GNL. Dal loro punto di vista, il GNL è una buona energia alternativa, poiché non emette né particelle fini né anidride solforosa e permette di limitare le emissioni di azoto a livello di una zona ECA (Emission Control Area).

Ad esempio, l'armatore francese di navi portacontainer CMA-CGM ha recentemente ordinato 9 navi GNL da 22.000 TEU (consegna 2020-2021) e 5 navi da 15.000 TEU (consegna dal 2021 in poi). L'armatore francese Brittany Ferries ha ordinato tre traghetti GNL, tra cui l'Honfleur, consegnato nell'autunno del 2019.

Allo stesso modo, gli armatori europei stanno iniziando ad ordinare navi da crociera a GNL, come l'italiana MSC Crociere e la tedesca Aida Cruises. In totale, nel mondo ci sono ora 150 navi alimentate a GNL e ne sono state ordinate circa altre 200.

Tuttavia, i porti francesi sono ancora lungi dall'essere tutti attrezzati per il rifornimento di queste navi. Gli armatori indicano che questo fatto può, da un lato, rallentare il loro passaggio al GNL - in particolare quando equipaggiano navi portarinfuse e petroliere il cui modo di operare non consente di pianificare in anticipo le rotte - e, dall'altro, indurre coloro che si attrezzano a preferire lo scalo in porti stranieri. Attualmente il porto di Singapore è un punto di approvvigionamento per le navi alimentate a GNL, così come il porto di Barcellona nel bacino del Mediterraneo.



Tuttavia, secondo gli "Armateurs de France", una volta che un flusso è stabilito e una volta che l'armatore ha scelto il suo luogo di approvvigionamento, questi lo mantiene. Di conseguenza, se i porti francesi non si attrezzano rapidamente, potrebbero perdere quote di mercato. Inoltre, per attirare gli armatori, i porti francesi hanno interesse ad offrire prezzi competitivi. Se il prezzo di una molecola di gas è uguale per tutti, possono invece applicare tariffe competitive sui diritti portuali per le navi eco-compatibili, oltre a fare ogni sforzo per garantire che il bunkeraggio sia effettuato nelle condizioni più sicure possibili.

Gli armatori si aspettano ora che lo Stato sostenga la strutturazione di questa industria di approvvigionamento di GNL e che convinca i porti ad effettuare gli investimenti necessari.

In effetti, ci sono molte opportunità per il GNL. Ad esempio, è allo studio un progetto per una nave bunker da 19.000 m³ per il grande porto di Marsiglia. Il direttore del porto e il delegato interministeriale per lo sviluppo dell'asse portuale e logistico Mediterraneo-Rhône-Saône sono stati nominati alla guida del progetto, in collaborazione con il fornitore di molecole, l'operatore dei terminali GNL di Fos-Tonkin e Fos-Cavaou e il consorzio di costruzione navale. L'obiettivo è la consegna entro il 2021.

La nave bunker potrebbe fornire GNL alle navi e anche ai serbatoi sottomarini posizionati a largo della Corsica per la produzione locale di energia elettrica. Solo una nave bunker di queste dimensioni può svolgere una tale funzione. Total ha indetto una gara d'appalto. Se non è la nave bunker del GPM Marsiglia ad aggiudicarsi il contratto, si candideranno altre bandiere sotto la bandiera francese.

Inoltre, il Ministero afferma che questa nave bunker potrebbe costituire la base per la cooperazione tra il GPM di Marsiglia e tutti i porti commerciali francesi del Mediterraneo, in particolare Tolone, Nizza e Sète. Se questi porti non dispongono di un terminale GNL locale o non hanno un traffico sufficiente, sarà offerto un servizio di bunkeraggio al porto di Marsiglia.

Gli armatori devono ancora effettuare importanti investimenti per rispettare le scadenze previste per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo¹³. Secondo ISEMAR, l'installazione di un motore a gas o di un motore a biocarburante, di serbatoi di GNL, di adeguate tubazioni e delle relative attrezzature può aumentare il prezzo di una nuova nave fino al 30% rispetto alla tecnologia di propulsione convenzionale. Per accompagnare questo movimento è quindi necessario un aiuto per l'ecologizzazione delle navi, come ad esempio l'eccessivo ammortamento per l'acquisto di navi pulite descritto qui di seguito.

11.1 Imposte per compensare il deficit di investimento

L'ammortamento supplementare per l'acquisto di imbarcazioni che utilizzano energia pulita come previsto dall'articolo 39 decies C del Codice Generale delle Imposte¹⁴:

Gli armatori possono così detrarre dal loro reddito imponibile:

- una somma pari al 125 % dei costi aggiuntivi relativi all'installazione di apparecchiature che consentano l'utilizzo dell'idrogeno o di qualsiasi altra propulsione decarbonizzata come energia di propulsione principale,

¹³ L'IMO mira a ridurre il volume totale delle emissioni annuali di gas serra di almeno il 50% entro il 2050, rispetto al 2008.

¹⁴ Article 13 bis de la loi n° 2019-1479 du 28 décembre 2019 de finances pour 2020.



- una somma pari al 105% dei costi aggiuntivi relativi all'installazione di apparecchiature che consentano l'utilizzo del gas naturale liquefatto come principale energia di propulsione,
- una somma pari all'85% dei costi aggiuntivi relativi all'installazione di beni per il trattamento di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e particelle fini contenute nei gas di scarico,
- una somma pari al 20 % del valore originario dei beni destinati al rifornimento di energia elettrica durante lo scalo tramite la rete terrestre o tramite motori ausiliari che utilizzano gas naturale liquefatto o energia decarbonata.

Tale disposizione, che secondo la legge vigente è applicabile fino al 31 dicembre 2022, dovrebbe essere prorogata almeno fino al 2025. L'accelerazione degli standard di ecologizzazione della flotta deve infatti essere accompagnata da un sostegno finanziario per raggiungere gli ambiziosi obiettivi di riduzione delle emissioni prodotte dal trasporto marittimo.

Per l'Associazione francese del gas (AFG), data la durata di vita di una nave (circa 25 anni), l'ecologizzazione della flotta deve essere accompagnata anche da un aumento degli incentivi per la conversione delle navi. L'AFG ritiene inoltre necessario introdurre criteri di ecologizzazione per le imbarcazioni di servizio.

Per i porti, questi sviluppi si traducono in una grande necessità di infrastrutture per il bunkeraggio delle navi, poiché il sistema di bunkeraggio per il GNL è molto diverso da quello per l'olio combustibile. Pertanto, una direttiva del 2014¹⁵ impone agli Stati membri dell'UE di istituire un numero adeguato di punti di rifornimento di GNL nei loro porti marittimi per consentire la circolazione delle navi alimentate a GNL in tutta la rete centrale TEN-T entro il 31 dicembre 2025. Il National Action Framework for the Development of Alternative Fuels (CANCA) definisce gli obiettivi di implementazione dell'infrastruttura per il 2025 e il 2030.

Il porto di Marsiglia offre già una stazione di distribuzione di GNL mediante nave cisterna. La possibilità per un porto di rifornire le navi di GNL è, a lungo termine, una grande sfida per la competitività. Per questo motivo è essenziale il sostegno del governo in questo ambito.

Sono stati fatti dei progressi in tal senso:

- il 1° gennaio 2020 è stata creata una scala di tassazione forfettaria per le società di rete (IFER) per i terminali GNL con una capacità di stoccaggio inferiore a 100.000 metri cubi (per adattare la tassazione ai terminali di piccola capacità come quello di Fos Tonkin),
- le norme per la movimentazione di merci pericolose sono state adattate per tener conto della movimentazione di GNL.

La Commissione del Senato per la pianificazione territoriale e lo sviluppo sostenibile (e la sua missione di informazione sulla gestione e le prestazioni dei porti marittimi), sotto la presidenza di Hervé Maurey, ha pubblicato un rapporto che è stato adottato il 1° luglio 2020 e che osserva che le prestazioni dei porti francesi rimangono insufficienti considerando le risorse del patrimonio marittimo francese¹⁶.

La commissione formula dieci proposte, accompagnate da quattro raccomandazioni a breve termine e invita il Governo a presentare al più presto una vera e propria strategia portuale nazionale, annunciata dal 2017.

¹⁵ Directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs.

¹⁶ VASPART M. Sénateur (2020), RAPPORT D'INFORMATION, *Fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable (1) par la mission d'information relative à la gouvernance et à la performance des ports maritimes (2)*, Tome 1, 165 pages.



In particolare, la commissione chiede di cogliere l'opportunità del rilancio economico post-crisi Covid-19 per mettere in atto un piano di sostegno di 150 milioni di euro all'anno su 5 anni per i porti e un raddoppio delle risorse stanziato dal LOM per il trasferimento modale verso il trasporto merci di massa (ferroviario, fluviale) per raggiungere quasi 5 miliardi di euro in 10 anni al fine di rafforzare i collegamenti con i porti. Questi due programmi dovrebbero permettere di migliorare la competitività dei porti francesi, sostenere la transizione ecologica della nostra economia nazionale e incoraggiare la delocalizzazione industriale a sostegno del traffico portuale. In totale, le proposte della missione porterebbero ad un raddoppio delle risorse dedicate ai porti francesi, pari a 7,3 miliardi di euro in 10 anni, contro i 3,7 miliardi di euro dello stesso periodo se i vari crediti a favore dei grandi porti marittimi (GPM) rimanessero invariati.

Nel suo rapporto informativo registrato alla presidenza del Senato il 1° luglio 2020, il senatore Michel VASPART propone un piano di ripresa globale di 150 milioni di euro all'anno su 5 anni (2021-2024)¹⁷, in tre fasi:

- una fase mirata a sostenere l'attrattiva commerciale dei porti francesi,
- una fase dedicata alla reindustrializzazione del settore, per accompagnare le delocalizzazioni volte a sostenere il traffico dei Grandi Porti Marittimi e a migliorare l'impronta ambientale della nostra industria,
- una fase dedicata agli investimenti a favore della transizione ecologica, per progettare infrastrutture che consentano ai porti francesi di consolidare i loro vantaggi comparativi, ad esempio in termini di collegamenti elettrici a terra, terminali GNL o sistemi efficienti di raccolta dei rifiuti. Il relatore ritiene essenziale che questo piano sia « verde », oltre al primo aspetto commerciale, che si applicherebbe a tutti i tipi di traffico senza distinzione.

Adeguamento dell'imposta nazionale sul consumo finale di energia elettrica (TICFE - Taxe Intérieure sur la Consommation Finale d'Electricité)

L'alimentazione da terra (detta anche "cold ironing" ovvero "stiratura a freddo") consiste nel collegare la nave, durante il suo scalo, alla rete elettrica da terra, riducendo così le emissioni di particelle fini nelle aree urbane generate dalle navi ormeggiate. Tuttavia, questa tecnologia solleva una serie di questioni tecniche (capacità della rete elettrica nazionale, sicurezza degli impianti), strategiche (a seconda della scelta degli armatori per garantire gli investimenti necessari) e finanziarie in quanto richiede, come il GNL, lo sviluppo di importanti infrastrutture per i porti e costi aggiuntivi per gli armatori, che rendono necessario il sostegno statale. Secondo le informazioni raccolte dalla missione, l'installazione di 15-21 prese sarebbe ancora necessaria per equipaggiare i Grandi Porti Marittimi, ad un costo che potrebbe rappresentare tra i 90 e i 180 milioni di euro.

Diverse iniziative sono già state attuate per sviluppare i collegamenti in banchina: il porto di Marsiglia persegue una politica ambiziosa in questo settore e il porto di Tolone ha annunciato che entro il 2020 avrebbe dotato tutte le sue banchine di sistemi di alimentazione elettrica per le navi.

Di recente sono state adottate alcune misure per sviluppare l'energia elettrica da terra, come l'applicazione di un'aliquota preferenziale dell'imposta nazionale sul consumo finale di elettricità per alimentazione da terra per le imbarcazioni e le navi diverse da quelle utilizzate per la navigazione privata da diporto.

¹⁷ Regolamento (UE) n. 651/2014: gli investimenti pubblici nei porti marittimi beneficiano di un regime di esenzione dalla notifica degli aiuti di Stato, la cui soglia varia a seconda dell'appartenenza a un corridoio TEN-T. L'aiuto può coprire i costi, compresi gli studi e la pianificazione, degli investimenti nella costruzione, sostituzione o ammodernamento delle infrastrutture portuali e di accesso. Si applicano quattro soglie di notifica per tipo di porto e con riferimento ai corridoi TEN-T, definiti dal regolamento (UE) n. 1315/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2013.

Il LOM ha inoltre chiarito lo status giuridico degli operatori delle infrastrutture di ricarica e di approvvigionamento energetico per quanto riguarda la fornitura di energia elettrica da fonti rinnovabili all'ormeggio e la fornitura di GNL a navi e imbarcazioni: questa attività non costituisce una fornitura di energia elettrica, ma una prestazione di servizio¹⁸. Il modello economico di questi terminali si basa su quello delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici terrestri. L'obiettivo è quello di qualificare l'attività dei gestori di queste stazioni di ricarica come « fornitura di servizio » (e non come « acquisto di energia elettrica per la rivendita ai consumatori finali », cioè fornitura di energia elettrica), in particolare per non costringere il costruttore a dare al consumatore la possibilità di scegliere tra più fornitori di energia elettrica. Essa prevede inoltre che il 75 % dei costi specifici di allacciamento per l'installazione di questi terminali possa essere sostenuto dall'ente locale attraverso la tariffa per l'utilizzo delle reti elettriche pubbliche (TURPE - Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité), pagata da tutti i consumatori di energia elettrica in Francia.

¹⁸ Article 64 de la loi n° 2019-1428 d'orientation des mobilités.



12. Focus sul GNL e l'insularità

La SSLNG (Small Scale LNG) è ampiamente utilizzata per fornire energia alle aree senza accesso all'elettricità, che oggi rappresentano quasi il 20% della popolazione mondiale. In molti paesi del Mediterraneo (Gibilterra nel 2016, Malta, Sardegna, ecc.) si stanno sviluppando progetti di LNG-to-power. La produzione di energia elettrica nelle aree insulari rappresenta una forte opportunità per lo sviluppo del mercato francese della tecnologia SSLNG. In Nuova Caledonia, ad esempio, nel gennaio 2018 il governo ha adottato un progetto di legge relativo al finanziamento della centrale GNL di Doniambo. Questo progetto mira a sostituire una centrale a olio combustibile entro il 2023 e dovrebbe soddisfare pienamente le esigenze dell'impianto metallurgico SLN (160 MW) e integrare l'approvvigionamento energetico del sistema di distribuzione pubblico (40-60 MW).

Questa illustrazione, in termini di osservazioni introduttive, solleva l'importanza della scelta del GNL per la produzione di energia elettrica in un quadro di transizione energetica. Ma al di là di queste questioni specifiche, possiamo prevedere un approccio globale all'uso del GNL. Così, nonostante le sue virtù come combustibile marino, troveremo in questo approccio un modo efficace per razionalizzare i costi di bilancio e aumentarne l'efficienza.

È responsabilità di tutti pensare secondo le linee del settore, condividere la visione e prevenire i rischi di segmentazione.

La questione energetica nei territori insulari richiede una visione sistemica e interdipendente delle soluzioni tecnologiche per ciascuna delle poste in gioco; la produzione di energia, l'elettrificazione da banchina, il carburante marino e il trasporto su strada hanno un denominatore comune: il GNL come risorsa.

12.1 Conversione energetica e insularità

Le isole sono territori non collegati alla rete elettrica continentale, o solo in misura limitata in alcuni casi: sono considerate zone non collegate tra loro (ZNI - Zone Non Interconnesse). Hanno la particolarità di formare « piccoli sistemi isolati ».

È il caso della Corsica, la cui particolare insularità va presa in considerazione. Queste zone includono in particolare:

- Dipartimenti e regioni d'oltremare (Guadalupa, Riunione, Mayotte),
- Alcune autorità locali (Martinica, Guyana francese),
- Alcune collettività d'oltremare (in particolare Saint-Pierre-et-Miquelon, Wallis e Futuna),
- L'Isola anglo-normanna di Chausey.

La Nuova Caledonia e la Polinesia Francese, per il loro statuto specifico, non sono considerate come ZNI.

Dal punto di vista economico e sociale, i territori insulari francesi sono caratterizzati da :

- una forte crescita demografica, in particolare nella Guyana francese, e una popolazione giovane,
- delle economie precarie, con un'elevata disoccupazione e un PIL pro capite inferiore a quello della Francia metropolitana.

Isolati dalla rete elettrica della Francia continentale, le ZNI garantiscono la maggior parte della loro fornitura di energia elettrica mediante l'importazione di combustibili fossili (gas, olio combustibile, carbone), integrati, se necessario, da energie rinnovabili locali.

Esse stanno raccogliendo la sfida della loro transizione energetica e hanno puntato sullo sviluppo delle energie rinnovabili e sull'autonomia energetica.

La legge di transizione energetica per la crescita verde ha imposto loro degli obiettivi ambiziosi:

- coprire il 50% del loro mix energetico con energie rinnovabili nel 2020,
- raggiungere l'autosufficienza energetica entro il 2030.

L'elettricità consumata su ognuna di queste « isole energetiche » deve essere prodotta sul posto (interamente per il DOM-COM, e in gran parte per la Corsica). Il loro isolamento comporta un costo aggiuntivo significativo rispetto ai costi di produzione ottenuti in Francia: il prezzo di costo dell'elettricità in Francia è molto più alto dei prezzi di vendita garantiti dalla perequazione tariffaria nei DOM e in Corsica (di cui si parlerà più dettagliatamente più tardi in questo rapporto). Così, nel 2019, il costo per megawatt/ora prodotto era compreso tra 190 e 500 euro a seconda della regione, per un costo energetico che si rifletteva nella tariffa del cliente fissata a 51,7 euro/MWh.

Le caratteristiche climatiche e geografiche delle ZNI, così come le piccole dimensioni dei loro sistemi di alimentazione, creano forti vincoli per il mix energetico, la gestione della rete elettrica e la sua fornitura.

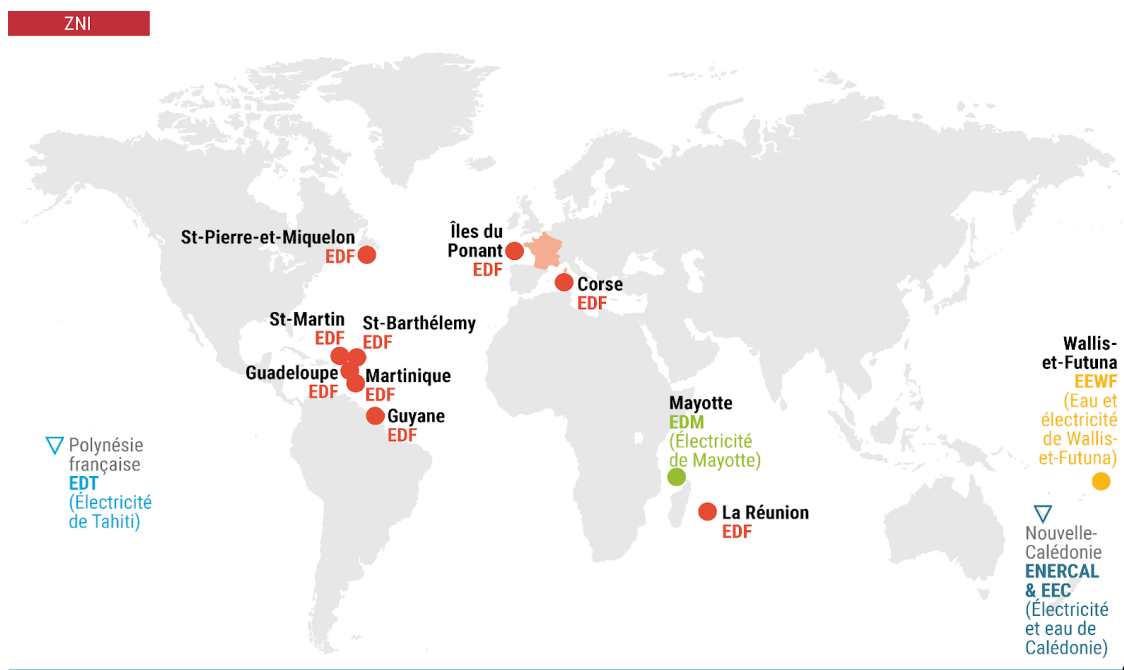


Figura 3 : Cartografia delle ZNI (Zona di Nuovo Insediamento)/ Fonte Sito della commissione per la regolamentazione dell'energia

Dal punto di vista ambientale, queste regioni rappresentano serbatoi di biodiversità che devono essere presi in considerazione e conservati; sono anche, per alcuni, territori in zone intertropicali, soggetti a cicloni.

In termini energetici, sono caratterizzati da una crescita dei consumi molto più elevata rispetto alla Francia: un aumento medio del 3,8% all'anno per l'insieme dei dipartimenti d'oltremare (contro una media dell'1% all'anno nella Francia continentale).

Questi piccoli e isolati sistemi elettrici presentano un'intrinseca fragilità « tecnica ».

L'elettricità consumata nelle zone non collegate deve essere prodotta in loco: interamente per il DOM-COM, e in gran parte per la Corsica.

La produzione di base in questi territori rimane altamente dipendente dal carbonio, petrolio o carbone (anche se la compagnia elettrica EDF è in grado di fornire circa il 20% di energia idroelettrica e un quarto di energia rinnovabile).

Ai sensi del diritto europeo, Guadalupa, Guyana, Martinica, Riunione, Saint-Barthélemy e Saint-Martin hanno lo status di regione ultraperiferica indipendentemente da qualsiasi sviluppo statutario del diritto interno (articoli 349 e 355 del trattato sul funzionamento dell'Unione europea). Ad essi si applicano le disposizioni dei trattati.

L'arcipelago di Saint-Pierre-et-Miquelon, le isole Wallis e Futuna, Mayotte, Polinesia francese e Nuova Caledonia sono qualificati come paesi e territori d'oltremare (articolo 355 e allegato II del Trattato sull'Unione Europea). Non sono soggetti alla legge europea ma beneficiano di un regime speciale di associazione con l'Unione europea (parte quarta del TFUE).

Nel diritto francese, si distingue tra comunità a seconda che siano disciplinate dall'articolo 73 o dall'articolo 74 della Costituzione.

L'articolo 73 della Costituzione si applica ai dipartimenti e alle regioni d'oltremare (DROM), ossia Guadalupa, Riunione, Guyana, Martinica e Mayotte. Questo articolo stabilisce il principio di assimilazione legislativa, secondo il quale le leggi e i regolamenti della Repubblica sono automaticamente applicabili ai dipartimenti e alle regioni d'oltremare.

Oltre alle competenze attribuite ai dipartimenti e alle regioni « classiche », i DROM beneficiano di attribuzioni specifiche previste dal Codice generale delle comunità territoriali (CGCT) e che possono avere un impatto nel settore dell'energia (per i DROM, cfr. articoli L.3444-1 e L.3444-2 del CGCT; per i ROM, cfr. articoli L.4433-7, L.4433-18, L.4433-20, L.4433-22 e L.4433-31 del CGCT).

Inoltre, ai sensi dell'articolo 73, paragrafo 2, della Costituzione, le leggi e i regolamenti della Repubblica possono essere adattati nelle materie in cui le autorità interessate esercitano i loro poteri e se sono state abilitate a farlo (abilitazione-adattamento).

Il paragrafo 3 dello stesso articolo prevede inoltre che i DROM, ad eccezione della Riunione, possono essere autorizzati a stabilire essi stessi le regole applicabili sul loro territorio (abilitazione - fissazione di regole specifiche).

A titolo di esempio, il Consiglio Regionale della Guadalupa è stato autorizzato dall'articolo 17 della legge n. 2011-884 del 27 luglio 2011 relativa alle autorità territoriali della Guyana francese e della Martinica, per un periodo di 2 anni dalla sua promulgazione, a stabilire norme specifiche in materia di gestione della domanda di energia, di regolamentazione termica per la costruzione di edifici e di sviluppo delle energie rinnovabili. Il Consiglio regionale della Guadalupa ha così adottato numerose delibere, come la delibera del 14 giugno 2013 che rientra nel campo di applicazione del regolamento sulle modifiche alla procedura di gara per le energie rinnovabili. È stata presentata una richiesta di autorizzazione per il prossimo futuro. L'articolo 74 della Costituzione si applica alle collettività d'oltremare, vale a dire Saint-Barthélemy, Saint Martin, Saint Pierre e Miquelon, Polinesia francese e Wallis e Futuna. Questo articolo stabilisce il principio della specificità legislativa, il che significa che lo statuto di queste comunità, che tiene conto degli interessi specifici di ciascuna di esse, è definito da una legge organica che stabilisce le condizioni di applicazione delle leggi e dei regolamenti nella collettività, i poteri della collettività, le sue istituzioni, ecc. Le COM sono quindi dotate di una certa autonomia, più o meno grande in base alla legge organica.

A questo proposito, le autorità locali di Saint-Barthélemy e Saint-Martin hanno in modo particolare stabilito le norme in materia di energia (articoli L.O.6214-3 e L.O.6314-3 della CGCT). Per quanto riguarda la Polinesia francese, su richiesta dei consigli comunali, essa può autorizzare i comuni a produrre e distribuire elettricità nei limiti del loro distretto.

La Nuova Caledonia è soggetta al titolo XIII della Costituzione e ad uno statuto speciale sotto forma di legge organica.



Statut en droit français	Territoires visés	ZNI	Statut en droit communautaire
Collectivités territoriales régies par l'article 72 de la Constitution	Corse (NB : la Corse bénéficie de compétences particulières. Elle s'administre librement conformément aux articles L.4421-1 et suivants du CGCT)	Oui	Droit commun (territoire métropolitain)
	Iles de Ouessant, Molène, Sein Chausey et Les Glénans	Oui	
Départements et régions d'outre-mer régies par l'article 73 de la Constitution (DROM)	Guadeloupe, Réunion, Guyane, Martinique	Oui	Régions ultrapériphériques (articles 349 et 355-1 du TFUE)
	Mayotte	Oui	Régime spécial d'association (article 355-2 et quatrième partie du TFUE)
Collectivités d'outre-mer régies par l'article 74 de la Constitution (COM)	Saint-Pierre-et-Miquelon	Oui	Régime spécial d'association (article 355-2 et quatrième partie du TFUE)
	Polynésie française, Wallis et Futuna	Non	
	Saint-Barthélemy, Saint-Martin	Oui	Régions ultrapériphériques (articles 349 et 355-1 du TFUE)

Tabella 7 : Classificazione ZNI (Zona di Nuovo Insediamento) dei territori

Il caso specifico della Corsica

La Corsica costituisce una collettività territoriale ai sensi dell'articolo 72 della Costituzione. È liberamente amministrato alle condizioni previste dagli articoli L.4421-1 e seguenti della CGCT. Le sue competenze in materia di energia sono definite nell'articolo L.4424-39 della CGCT e riguardano principalmente la gestione delle risorse energetiche locali.

Pertanto, l'autorità regionale corsa :

- elabora e attua il programma di prospezione, sfruttamento e sviluppo delle risorse energetiche locali della Corsica, che copre :
 - o la geotermia,
 - o l'energia solare,
 - o l'energia eolica e del mare,
 - o l'energia da biomassa,
 - o l'energia da recupero e bonifica dei rifiuti,
 - o l'energia da reti di riscaldamento,
 - o l'energia idraulica per strutture di potenza inferiore a 8.000 kW,
 - o misure per promuovere il risparmio energetico.
- deve essere consultato in anticipo su qualsiasi progetto per la realizzazione di un impianto di produzione che utilizzi le suddette risorse energetiche locali.

In questo scenario, la Corsica ha adottato un Piano Energetico per il periodo 2005-2025, suggerendo un approvvigionamento energetico basato su un « *treppiede energetico* » composto dai seguenti elementi:

- energie rinnovabili,
- generazione di calore,
- interconnessioni.

Sulla base delle linee guida di questo piano, l'ente locale corso ha adottato un Piano per lo sviluppo delle energie rinnovabili e la gestione della domanda di energia, che definisce un piano d'azione quantificato per il periodo 2007-2013. Questo documento si basa su 3 pilastri:

- il controllo del consumo di energia elettrica,
- la promozione di energie rinnovabili alternative all'elettricità,
- lo sviluppo delle energie rinnovabili per la produzione di energia elettrica.



Inoltre, la Corsica partecipa alla preparazione e alla realizzazione di un piano per coprire il fabbisogno dell'isola e diversificare le sue risorse energetiche in consultazione con le istituzioni pubbliche nazionali.

La Corsica è stato il primo territorio ad attuare queste nuove disposizioni nella sua programmazione energetica pluriennale approvata con il decreto n. 2015-1697 del 18 dicembre 2015: il livello di diffusione per le energie rinnovabili è stata fissata al 35% nel 2018 (soglia che sarà portata al 45% nel 2023). È ora previsto che le altre zone interconnesse seguano l'esempio della Corsica e fissino un livello di diffusione delle energie rinnovabili nella loro programmazione energetica pluriennale, in accordo con lo Stato.

L'obiettivo era quello di lasciare a ciascuna area geografica rilevante la libertà di determinare, nel modo a loro più adeguato, un livello di diffusione per le energie rinnovabili che dipendesse dalle caratteristiche dell'area interessata e dell'impianto nel suo insieme. Da allora, la legge n. 2015-992 del 17 agosto 2015 relativa alla transizione energetica per la crescita verde ha modificato l'articolo L. 141-5 del Codice dell'Energia e ha eliminato gli ostacoli normativi all'attuazione di un livello di diffusione per le energie rinnovabili per zona geografica.

Per l'elettricità, invece, il passaggio da un sistema basato sul carbonio a un sistema di energia rinnovabile solleva importanti questioni tecniche ed economiche.

- Le centrali termiche sono state recentemente oggetto di importanti investimenti. In questo contesto, particolare attenzione deve essere posta nel garantire che lo sviluppo dell'impianto di produzione sia in linea con i consumi e con la durata di vita delle unità di produzione, al fine di evitare una situazione di sovraccapacità duratura e gli ingenti costi non recuperabili che ne deriverebbero,
- Inoltre, l'integrazione di energie rinnovabili intermittenti nei piccoli sistemi di alimentazione delle ZNI richiede soluzioni appropriate per mantenere l'equilibrio tra domanda e offerta di energia elettrica. Una soluzione è quella di implementare strutture di stoccaggio centralizzate, gestite dall'operatore della rete,
- I progetti di energia rinnovabile devono anche dare priorità all'utilizzo di tecnologie mature e consolidate, sia per contenere la spesa pubblica che per garantire la sicurezza del sistema energetico.

La ricerca e lo sviluppo sulle Smart grids nelle aree delle isole si concentra sulle tecnologie avanzate di stoccaggio e misurazione. In particolare, EDF SEI sta conducendo numerosi studi sull'uso dello stoccaggio in aree non interconnesse, con l'obiettivo finale di determinare con precisione in che misura gli impianti di stoccaggio potrebbero facilitare l'integrazione delle energie rinnovabili sulla rete elettrica.

Fornitura di gas naturale in Corsica

La questione dell'approvvigionamento di gas naturale della Corsica per garantire la fornitura delle sue centrali elettriche è stata sollevata da più di dieci anni. Il tema è entrato in una fase decisionale dalla fine del 2015 con l'adozione di un programma energetico pluriennale votato dall'Assemblea della Corsica, seguito da annunci del Ministro dell'Ambiente, dell'Energia e del Mare nell'estate del 2016.

Nel dicembre 2015, l'Autorità dello Stato e del Territorio della Corsica (CTC) ha adottato la Programmazione Energetica Pluriennale dell'isola (PEP) per il periodo 2016-2023. Il presente documento prevede in particolare che il gas naturale sostituirà l'olio combustibile (pesante o leggero) per alimentare le centrali termiche e, a tal fine, sarà costruito un gasdotto di circa 200 km per il trasporto del gas da un punto di consegna e rigassificazione situato al largo della costa di Bastia all'attuale centrale di Bastia e a quella che sostituirà l'attuale centrale di Ajaccio.



« La pratica attuale per i punti di arrivo del gas offshore non prevede la costruzione di una chiatta appositamente progettata, ma l'utilizzo di una metaniera ancorata. Se questa opzione fosse privilegiata in Corsica, ridurrebbe significativamente il costo dell'infrastruttura e avrebbe molti vantaggi in termini di flessibilità d'uso, adattabilità alle esigenze e tempi di realizzazione.»¹⁹.

GNL e produzione di energia elettrica

L'attuale centrale di Lucciana (situata a sud di Bastia) è recente (entrata in funzione a dicembre 2013); è dotata di 7 motori da 18,3 MW ciascuno, funzionanti con olio combustibile leggero a bassissimo contenuto di zolfo; sviluppa una potenza totale di 128 MWe. Con i necessari adeguamenti, sarà in grado di funzionare a gas naturale.

La futura centrale di Ajaccio sarà costruita a Le Vazio, nelle immediate vicinanze dell'attuale centrale termica a olio combustibile pesante (a basso tenore di zolfo), che è in fase di fine ciclo vita (il fine ciclo vita tecnico non può essere definito con precisione, ma il fine ciclo vita regolamentare è definito con norme europee che ne vietano l'esercizio oltre il 2023). Questa centrale mista avrebbe una potenza da 200 a 250 MWe. Sarebbe simile alla centrale di Lucciana e accetterebbe un funzionamento misto con gas o olio combustibile leggero.

Questi due impianti misti (che potrebbero bruciare gas naturale o olio combustibile leggero) potrebbero, secondo le stime di EDF, funzionare per l'equivalente di 5000 ore a piena potenza a gas naturale, con l'olio combustibile leggero utilizzato solo in caso di problemi e come riserva. Secondo EDF, il quantitativo di gas necessario per un anno può essere stimato in 108 000 tonnellate per lo stabilimento di Bastia/Lucciana e 180 000 tonnellate per lo stabilimento di Ajaccio/Vazio, pari a 288 000 tonnellate di gas all'anno.

La fornitura di GNL potrebbe presentare 3 varianti:

- Un FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) ha diverse funzioni: ricevere il gas naturale liquefatto (GNL) dalle navi metaniere di trasporto, stoccare il GNL come GNL e quindi a una temperatura molto bassa (inferiore a -162° Celsius), rigassificarlo secondo le necessità, comprimerlo e spedirlo attraverso il gasdotto sottomarino fino alla stazione di arrivo situata sulla costa. La FSRU può essere una chiatta galleggiante. Tuttavia, il mantenimento di questa soluzione per la Corsica richiederebbe che questa chiatta sia progettata e costruita in modo specifico. Sarebbe la prima in Francia e una delle prime al mondo,
- L'utilizzo di una metaniera da 60.000 a 150.000 m³ nella sua seconda vita. Questa soluzione è facilitata dal fatto che alcune di queste navi, sebbene relativamente recenti, stanno diventando meno redditizie per il trasporto su lunghe distanze rispetto alle più recenti metaniere, che possono trasportare volumi maggiori (240.000 o 260.000 m³) o essere dotate di motori moderni. L'acquisizione di una metaniera di 15-25 anni, sulla quale sarebbe stata installata una piccola unità di vaporizzazione e rigassificazione, secondo le informazioni raccolte dalla missione, offrirebbe una soluzione molto più economica (da tre a cinque volte più economica) e molto più rapida da realizzare rispetto alla costruzione di una chiatta dedicata,
- Distribuzione attraverso un gasdotto che entrerebbe in un impianto di trasferimento per poi avere due destinazioni: un ingresso diretto negli impianti della centrale di Lucciana e un altro ingresso nel gasdotto per rifornire la centrale di Ajaccio situata a Le Vazio. Il gasdotto aggirerebbe le più alte catene montuose della Corsica a sud e sarebbe lungo circa 200 km.

¹⁹ DURANTHON J.P. (2016), L'alimentation en gaz naturel de la Corse, Rapport CGEDD n° 010736-01 - CGE n° 2016/18/CGE/SG, 44 pages.



12.2 Esempio delle pratiche

Le scelte della Martinica

I 12 motori diesel della centrale EDF PEI Pointe Jarry funzionano con olio combustibile pesante a bassissimo contenuto di zolfo (FO2 - SELV) ma sono anche convertibili a gas naturale. Questi motori vengono forniti direttamente via mare ad un ritmo di circa 8.500 tonnellate ogni tre settimane. Lo stabilimento dispone di impianti di stoccaggio per un volume totale di 38.684 m³. Questa capacità di stoccaggio, gestita da EDF PEI, consente un'autonomia di produzione di energia elettrica di circa 37 giorni. In condizioni di produzione normali, il consumo è stimato intorno ai 200 kt.

La conversione a gas dei mezzi di produzione di energia elettrica è inclusa nel PEP (Programmazione Energetica Pluriennale). Il PEP 2016-2018 desidera sottolineare la necessità di proseguire la riflessione avviata dagli operatori del settore energetico sull'opportunità di convertire l'unità di produzione di energia elettrica di Pointe Jarry (EDF PEI), inaugurata nel 2015 e funzionante a olio combustibile, in gas naturale liquefatto (GNL). Secondo le stime iniziali, questo progetto potrebbe portare a una riduzione di circa il 25-30% delle emissioni di gas serra indotte dal consumo di olio combustibile e ridurre i costi di produzione associati all'acquisto di combustibili fossili.

Tuttavia, il progetto prevede notevoli investimenti nella conversione tecnica dell'impianto per consentirne il funzionamento a GNL e la strutturazione di una catena di fornitura principalmente da Trinidad e Tobago. Inoltre, questo progetto sarebbe di provato interesse economico solo se la centrale di Belle-Fontaine in Martinica e la centrale di Pointe Jarry venissero anch'esse convertite. Con una capacità installata di base di 440 MW, verrebbe raggiunta la soglia minima di redditività per consentire l'investimento nell'intera catena di produzione e fornitura richiesta. Le risorse da impiegare sono significative e comprendono unità di produzione di GNL (a Trinidad), unità di rigassificazione (unità galleggianti ancorate al largo della centrale di Jarry) e la costruzione di adeguati mezzi di trasporto.

Secondo i responsabili del progetto, questa soluzione potrebbe essere attuata entro la fine del 2020. Inoltre, questo progetto potrebbe consentire agli stati insulari caraibici situati sulla rotta di approvvigionamento da Trinidad di considerare la possibilità di diversificare il loro mix energetico riducendo le importazioni di olio combustibile e contribuendo al tempo stesso a ridurre i costi dell'intera catena di acquisto e distribuzione del GNL. Lo studio dell'opportunità di convertire l'impianto di Pointe Jarry a GNL deve quindi essere perseguito dai servizi dello Stato, dalla Regione, dal gestore della rete in collaborazione con EDF PEI (gestore dell'impianto) al fine di caratterizzare con precisione la capacità di questo tipo di investimento (circa 111 M€) di contribuire agli obiettivi della Guadalupa di :

- Assicurare la produzione di energia elettrica di base ad un costo controllato, limitando al contempo l'impatto sul CSPE (contributo al servizio pubblico dell'energia elettrica),
- Diversificare oggi dipende fortemente dalle importazioni di combustibili fossili liquidi,
- Ridurre le emissioni di gas serra.

Electricité de France (E.D.F.) sta studiando le opzioni per la fornitura di gas naturale alle sue centrali elettriche in Martinica e Guadalupa. Un team building con Gasfin Development ha permesso il lancio di un progetto per la fornitura di 400.000 tonnellate all'anno a due centrali elettriche nei Caraibi. Sono in corso studi FEED (Progettazione Ingegneristica di Front End) e l'autorizzazione dell'infrastruttura di importazione, compresa l'infrastruttura di consegna del gas a sostegno del trasporto, dello stoccaggio e della rigassificazione.



Per il progetto saranno sviluppate una nuova metaniera di medie dimensioni e due unità di stoccaggio e rigassificazione galleggianti appositamente progettate.

Il GNL proveniente da uno dei terminali regionali di GNL sarà consegnato dalla nave metaniera alle FSRU (unità galleggiante di stoccaggio e rigassificazione) ormeggiate vicino alle centrali elettriche. Il GNL sarà stoccato e rigassificato sugli FSRU e poi inviato ai rispettivi impianti di produzione di energia elettrica attraverso un breve gasdotto sottomarino.

Un esempio nella zona baltica

L'isola di Samsø è un modello per il resto del mondo. Grazie all'utilizzo di energie rinnovabili e al coinvolgimento della popolazione, è diventata autosufficiente dal punto di vista energetico in meno di cinque anni.

La modifica della modalità di propulsione del traghetto che lo serve è stata una delle misure previste. La Princess Isabella, di proprietà del comune di Samsø, è il primo traghetto interno danese alimentato a gas naturale liquefatto (GNL).

Il traghetto è costato alla comunità 30 milioni di euro, di cui 4,5 milioni di euro per il sistema di propulsione a GNL.

Il prossimo passo, ancora in discussione sull'isola, sarà quello di farla funzionare utilizzando il biogas, una risorsa prodotta sull'isola, piuttosto che il gas importato da Rotterdam.



13. Le alternative al GNL

È opportuno pensare ad alternative al GNL per il combustibile marino includendo nella nostra lettura la nozione del « momento » in cui ci troviamo in questo anno 2020 prima di condividere una visione prospettica degli usi. Alain Giacosa, Direttore della Piattaforma GNL, descrive i possibili scenari. La sua analisi individua tre orizzonti di tempo²⁰:

- *“Il breve termine, per i prossimi cinque anni. All'interno di questo orizzonte, solo le tecnologie mature e i combustibili già disponibili saranno selezionati dagli armatori,*
- *Il medio termine, nel 2030, è la prima pietra miliare fissata dalla OMI (Organizzazione Marittima Internazionale). A quel punto cominceranno a comparire nuovi combustibili e alcune nuove tecnologie raggiungeranno lo stadio dell'industrializzazione, offrendo nuove scelte,*
- *Il lungo termine, oltre il 2040, con la produzione su grande scala di tutti i combustibili alternativi e l'industrializzazione delle nuove tecnologie ».*

13.1 L'alternativa Energia Rinnovabile

Lo sviluppo dell'eco-efficienza energetica è essenziale in queste zone insulari dal punto di vista ambientale ed economico, ma anche per facilitare l'equilibrio tra domanda e offerta di energia elettrica.

Il contesto dei territori insulari favorisce lo sviluppo del fotovoltaico e dell'energia eolica, nonché la produzione decentrata. Tuttavia, a differenza delle energie rinnovabili con potenza controllabile, l'energia eolica e fotovoltaica è soggetta a variazioni di vento e sole. La conseguente natura intermittente di queste energie crea ancora più difficoltà tecniche per il loro inserimento in una rete insulare che per le grandi reti interconnesse: i sistemi elettrici insulari sono più fragili e « instabili » dei sistemi continentali.

Energia eolica terrestre

Su scala globale, questo settore è in forte sviluppo.

L'energia eolica rappresenta il 4,5% della produzione di energia elettrica francese ed è la seconda fonte di energia elettrica rinnovabile in Francia.

Per Ademe, il settore dell'energia eolica onshore occuperà un posto molto importante nel mix di energia elettrica entro il 2050. Il prezzo dell'energia eolica onshore è infatti sceso notevolmente negli ultimi anni. Nelle ultime gare di appalto indette, il prezzo per megawatt/ora è di 65 euro. Secondo Ademe, il prezzo per megawatt/ora potrebbe addirittura essere ridotto a 50 euro entro il 2030 grazie alle innovazioni tecnologiche.

Gli ostacoli allo sviluppo dell'energia eolica sono ancora essenzialmente legati alla mancanza di accettazione sociale. Gli esponenti che si oppongono allo sviluppo dell'energia eolica sollevano tre questioni principali:

- l'inquinamento visivo e sonoro delle turbine eoliche,
- il costo dell'energia eolica per il contribuente e il consumatore,
- la debole dimensione ecologica di questo tipo di energia.

²⁰ Alain Giacosa, « Le GNL : le meilleur choix pour la transition énergétique du transport maritime », La revue de l'énergie n°650, mai-juin 2020.



L'energia eolica off-shore

Con 11 milioni di chilometri quadrati di area marittima e quattro litorali metropolitani, la Francia beneficia di una posizione geografica privilegiata per lo sviluppo dell'energia eolica offshore. Tuttavia, la Francia ha attualmente una sola turbina eolica galleggiante in servizio e nessuna turbina eolica installata.

Le turbine eoliche galleggianti possono essere installate più in mare aperto rispetto alle turbine eoliche installate, ed è probabile che catturino venti più potenti e regolari. L'unica turbina eolica galleggiante in servizio, chiamata Floatgen, è stata inaugurata a Saint-Nazaire ed è collegata alla rete elettrica dall'estate 2018. Quattro centri pilota sono attualmente in fase di sviluppo in Francia (di cui tre nel Mediterraneo).

Per gli operatori del settore, il principale ostacolo allo sviluppo dell'energia eolica offshore è la scarsa ambizione. L'appropriazione sociale dei progetti resta talvolta complicata.

L'energia idroelettrica

Nel 2016 l'energia idroelettrica rappresenta il 10% della produzione di energia elettrica in Francia. Rappresenta il 62% della produzione lorda di energia elettrica rinnovabile della Francia metropolitana e il 47% di quella dei dipartimenti e delle regioni d'oltremare. Ci sono diversi tipi di impianti idroelettrici a seconda del sito: fluviali (centrali elettriche a bassa portata che producono in continuo, sopra l'acqua), serbatoi (centrali elettriche a media portata che operano tramite chiuse) o laghi di montagna (centrali elettriche ad alta portata).

L'energia idroelettrica ha molti vantaggi. È l'unica fonte di energia rinnovabile controllabile e flessibile e permette quindi di gestire i picchi di domanda senza ricorrere a importazioni di energia meno verdi.

I principali freni identificati sono i seguenti:

- la mancanza di visibilità, a medio termine, delle conseguenze del cambiamento climatico sull'energia idroelettrica,
- l'assenza di una decisione sul processo di riapertura del confronto competitivo per le concessioni richieste dall'Unione Europea,
- le modalità per la presa in considerazione delle questioni ambientali durante l'esame delle pratiche,
- le difficoltà nell'ottenere le approvazioni per i miglioramenti degli impianti esistenti,
- la mancanza di un programma di ricerca incentrato sull'idraulica e l'energia idroelettrica,
- l'assenza di compensazione, in giusta misura, per i servizi resi al sistema elettrico.

Il fotovoltaico

Nel 2017, il parco fotovoltaico ha prodotto 10,2 TWh in un anno (8,3 alla fine del 2016), ovvero oltre il 2% del consumo di elettricità in Francia. Il progetto del PPE (Programmazione Energetica Pluriennale) prevede 20,6 gigawatt nel 2023 e da 35,6 a 45,4 gigawatt nel 2028. In concreto, l'obiettivo è quello di quadruplicare la capacità installata nel giro di dieci anni.

I principali ostacoli individuati :

- uno dei principali ostacoli individuati è la difficoltà di installazione dei pannelli solari nel nord della Francia,
- le barriere amministrative sono ancora significative,
- alcuni operatori ritengono che le soglie per le gare d'appalto siano dei veri e propri ostacoli allo sviluppo del settore,
- la complessità delle gare di appalto impedirebbe ai detentori dei progetti di partecipare per strutture più piccole.



Il termico solare

Nel 2016 la produzione del settore solare termico ammontava a 166 ktoe, pari a 1,9 TWh (+3,1% rispetto al 2015). Particolarmente sviluppato nei dipartimenti francesi d'oltremare, il settore rappresenta i due terzi dell'energia rinnovabile consumata per produrre calore, contro meno dell'1% della Francia continentale.

Negli ultimi anni, la Francia si è posta obiettivi ambiziosi per lo sviluppo delle energie rinnovabili (RE): vuole aumentare la loro quota di consumo finale lordo di energia al 23% nel 2020 e al 32% nel 2030, secondo il percorso stabilito dalla legge n. 2015-992 del 17 agosto 2015 sulla transizione energetica per una crescita verde.

Alcuni porti hanno istituito un osservatorio, come il porto di Tangeri Med, per la qualità dell'aria e lo sviluppo delle energie rinnovabili all'interno delle infrastrutture portuali. Queste misure consentono ai porti di migliorare la loro immagine di porti sostenibili e moderni.

Nel settore dell'energia elettrica, la flessibilità del gas naturale è un asset fondamentale per sostenere e facilitare lo sviluppo delle energie intermittenti, solare ed eolico, garantendo un'alimentazione elettrica affidabile e lo sviluppo di queste fonti di energia. Poiché l'elettricità non è direttamente immagazzinabile, l'offerta deve essere sempre adeguata alla domanda. Ma l'elettricità eolica o fotovoltaica è di natura intermittente. È quindi necessario disporre in ogni momento di capacità di produzione (back-up) per soddisfare la domanda quando il vento non soffia o il sole non splende, in particolare nei periodi di picco di consumo, soprattutto la sera in inverno. Anche queste centrali devono essere flessibili, perché queste richieste di energia residua possono variare notevolmente su periodi di tempo molto brevi. Le centrali elettriche a gas (turbine a gas a ciclo combinato (CCGT)) consentono di fornire queste funzioni grazie alla loro maggiore flessibilità e alle migliori prestazioni rispetto ad altre centrali elettriche (in particolare a carbone).

Uno studio recentemente pubblicato da Agora Energiewende sulla flessibilità delle centrali a gas e a carbone fornisce una sintesi dei parametri di flessibilità (carico minimo, velocità di rampa e tempo di avviamento) delle centrali più comunemente utilizzate e moderne (Agora Energiewende, 2017).

Tuttavia, il gas naturale non ha il monopolio di questa flessibilità: le dighe idroelettriche ed eventualmente i gas rinnovabili e le tecnologie di stoccaggio delle batterie, così come l'idrogeno, avranno un ruolo sempre più importante. La flessibilità del gas naturale permette quindi di risolvere il problema posto dall'intermittenza della variabile RE, accanto ad altre soluzioni sviluppate per gestire la variabilità della produzione di energia elettrica.

Sono stati lanciati diversi bandi di gara e manifestazioni di interesse sul tema, oltre a due schemi per favorire lo sviluppo dello stoccaggio in aree non interconnesse (ZNI), una gara di appalto per installazioni che abbinano impianti fotovoltaici di produzione e stoccaggio nelle zone non interconnesse (ZNI), e contratti over-the-counter (OTC) per progetti di stoccaggio centralizzato gestiti dal gestore di rete. È quindi necessario considerare le zone insulari come isole energetiche simili alle aree non interconnesse. Secondo l'ADEME, anche il *power to gas*²¹ è uno dei settori del futuro. Alcuni impianti di metanizzazione potrebbero anche svolgere un ruolo nella regolazione e nella gestione delle reti locali di elettricità e gas²².

²¹ Un processo di stoccaggio che trasforma l'elettricità prodotta in eccesso in gas (idrogeno o metano sintetico) alloggiato nelle reti esistenti.

²² Immagazzinando le riserve di biogas per brevi periodi, rendendo possibile fornire ulteriore capacità di produzione di energia elettrica durante i picchi di domanda sulla rete elettrica locale e assorbendo surplus elettrici intermittenti tramite il processo di digestione anaerobica.



13.2 L'alternativa bio-metano

La biomassa per uso collettivo, terziario e industriale rappresenta una delle più importanti fonti di produzione di energia individuate dalla legge di transizione energetica. La biomassa rappresenta attualmente il 65% dell'attuale produzione di energia rinnovabile, principalmente da legno (40%) e biocarburanti (11%). Il biogas rappresenta il 2% di questa produzione, ma presenta un potenziale di rilievo.

Il biogas è prodotto dalla fermentazione anaerobica (senza ossigeno) della materia organica. Si ottiene o con la raccolta in impianti di stoccaggio (discariche) di rifiuti non pericolosi (NHSW), o con un processo standardizzato e controllato chiamato metanizzazione.

Il biogas è il prodotto della metanizzazione dei rifiuti agricoli, dell'industria di trasformazione alimentare, dei rifiuti domestici e verdi e della ristorazione collettiva. Si ottiene raccogliendo i rifiuti non pericolosi e i fanghi degli impianti di trattamento delle acque reflue.

Il biometano può essere prodotto anche da processi termici, per pirolisi o gassificazione di biomassa solida (compresi i rifiuti fermentabili). Questo è noto come biogas sintetico (o BioSNG), o biometano di seconda generazione.

Tali processi sono attualmente identificati in Finlandia e in Italia e sono in fase di sperimentazione in Francia. Il progetto GAYA sviluppato da Engie a Saint Fons (Rhône) è dimostratore di questa tecnologia. Produrrà biometano da residui di legno provenienti dalla silvicoltura, dall'agricoltura o dall'industria cartaria e permetterà così di confermare questo tipo di tecnologia e la qualità del gas così prodotto.

Il biogas può essere utilizzato per produrre elettricità, calore, biometano iniettato nelle reti di gas naturale, carburante a biometano e un digestato che può essere usato come fertilizzante naturale in sostituzione dei fertilizzanti fossili. Il Bio-GNL emette circa dieci volte meno gas serra rispetto al GNL di origine fossile. Il suo utilizzo consentirebbe una sostanziale riduzione delle emissioni. In questo senso, il bio-GNL è una leva importante per lo sviluppo dello SSLNG. La ricerca e lo sviluppo in questo settore è quindi una priorità. Un operatore francese che si distingue in questo mercato è Cryopur, che offre una soluzione innovativa di liquefazione combinando la purificazione e la liquefazione del biogas. Cryopur è già impegnata in numerosi progetti in Francia e in Europa.

Il percorso del gas verde sembra promettente. Molti paesi europei hanno già iniziato a produrre biogas e biometano²³. Secondo l'Associazione Europea del Biogas (EBA), alla fine del 2015 in Europa erano in funzione oltre 17.000 impianti di biogas e 459 impianti a biometano. Il settore è in costante crescita, con un numero di impianti di biogas quasi triplicato negli ultimi sei anni. L'Europa si posiziona come leader mondiale nel settore e nelle tecnologie associate. Il potenziale di produzione di biogas è stimato dall'EBA a 30 Gm³/anno entro il 2030.

Il settore è dominato dalla Germania (quasi 11.000 installazioni), con l'Italia (1.555 installazioni) e la Francia (717 installazioni) in seconda e terza posizione.

La produzione di elettricità, prodotta o meno in unità di cogenerazione, è la modalità principale di recupero del biogas.

²³ Bioenergy News, 3 janvier 2017.



A marzo del 2015, 8 siti iniettavano biometano nella rete del gas naturale per un totale di 107 GWh/anno. 9 ulteriori siti di iniezione di biometano sono stati utilizzati per oltre 170GWh/anno. Si prevedeva che 49 siti sarebbero stati operativi nel 2016.

Il potenziale di metanizzazione è significativo sia in termini di cogenerazione, sia in termini di produzione di bio-metano da iniettare nella rete del gas naturale o da valorizzare come combustibile a bio-metano. Per quanto riguarda l'iniezione di biometano nelle reti di gas naturale, possiamo contare 32 impianti a fine marzo 2017. La loro capacità massima installata ammonta a 497 GWh/anno, con un aumento del 21% rispetto alla fine del 2016.

A titolo indicativo, la nave "Jacques SAADE", di proprietà della CMA CGM, da sola assorbirebbe la produzione francese.

Quando gli impianti di produzione lo permetteranno, potrà essere possibile introdurre il biometano su un'altra scala per contribuire al problema della decarbonatazione.

Un esempio insulare di utilizzo della biomassa: l'isola di Samsø in Danimarca

La piccola isola danese di Samsø, di dimensioni paragonabili a Belle-Île en mer, è autosufficiente in termini di energia rinnovabile. Ci sono 11 turbine eoliche onshore e 10 offshore, oltre a diversi locali caldaia e una fitta rete di distribuzione del calore. Nel nord dell'isola, un parco solare termico è abbinato a una caldaia a cippato. Nel centro e nel sud, le piccole centrali elettriche utilizzano combustibile derivato dalla paglia. L'isola ha recentemente deciso che i tre traghetti a olio combustibile che forniscono i collegamenti con l'isola principale dovrebbero essere gradualmente sostituiti da navi alimentate a biogas. Una parte delle centrali a biomassa attualmente utilizzate per la produzione di calore sarà quindi ora chiusa in modo che la paglia possa essere utilizzata per la metanizzazione. Poiché la produzione di elettricità da fonti rinnovabili è importante sull'isola, i sistemi a pompa di calore che funzionano a elettricità sostituiranno le caldaie a paglia per il riscaldamento domestico.

I maggiori ostacoli dipendono da :

- mancanza di ambizione del progetto del PPE (Programmazione Energetica Pluriennale),
- un certo numero di ostacoli incontrati dalla metanizzazione sono di natura regolamentare,
- Oggi i produttori di biometano possono trovarsi penalizzati per i pochi mesi dell'anno in cui la loro produzione è elevata,
- molti tra gli ostacoli sono di natura economica.

Il prezzo di costo del bio-GNV (Gas Naturale Veicoli) è molto più alto di quello del gasolio. Lo studio Carbon 4 del marzo 2015 sul processo di metanizzazione conclude che, per i casi studiati, i costi di produzione dell'energia (elettricità, biometano, bio-GNV) sono da due a sei volte superiori al prezzo di mercato delle energie alternative (elettricità, gas, gasolio). In generale, il settore della metanizzazione non è quindi competitivo senza il sostegno della collettività²⁴. Il carburante a biometano è da 1,8 a 2,9 volte più costoso del diesel.

Il biometano può essere riservato per l'uso nella produzione di energia elettrica in banchina, nel trasporto su strada e nel trasporto fluviale.

Dobbiamo concordare sul fatto che la produzione di biogas (gas di sintesi) è ancora aneddotica in una prospettiva di utilizzo come combustibile marino.

²⁴ MALER P., ERHARDT J.-B. (coord) (2015), Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant. Le GNL, composante européenne de la transition énergétique du transport routier de marchandises. CGEDD. Rapport n° 008091-03, Paris, page 37.



13.3 L'alternativa idrogeno

Quando parliamo di soluzione a idrogeno, ci riferiamo all'idrogeno prodotto senza emissioni di CO₂ (comunemente chiamato "verde" quando è prodotto da energie rinnovabili o "blu" quando è prodotto con la raccolta e l'immagazzinamento di CO₂ nel sottosuolo).

Su una stima di 60 milioni di tonnellate di idrogeno prodotte in tutto il mondo, non più del 5% è verde o blu. In tempo reale, non abbiamo un livello sufficiente di materia prima, le soluzioni tecnologiche non sono stabilizzate e il prezzo dell'idrogeno, attualmente a 10 euro al chilo, non è competitivo.

Il costo di produzione di un chilogrammo di idrogeno è la somma di tre termini: un termine tecnico-finanziario che riflette l'ammortamento dell'investimento iniziale, eventualmente parzialmente sovvenzionato, un termine di costo variabile legato al costo dell'energia elettrica consumata, e un termine di costo fisso che comprende sia i costi (manutenzione) che gli eventuali benefici (esternalità).

Il costo di produzione dell'idrogeno per elettrolisi alcalina è soggetto a varie stime a seconda delle fonti, che vanno da meno di 1 €/kg a più di 10 €/kg, a seconda delle ipotesi (natura, costo e dimensioni dell'elettrolizzatore, efficienza, prezzo dell'elettricità, ecc.)

I costi di produzione per elettrolisi PEM citati vanno da 5 €/kg a più di 10 €/kg. Secondo le indicazioni della missione, queste stime disparate sono senza dubbio il risultato di modelli di calcolo simili ma con presupposti diversi.

Coût de production de l'hydrogène (€/kg)	Source	Remarque
1,5-2€	Air Liquide	50 % de capex
de 4 à 8€/kg	IFPEN ¹²	8 à 13€/kg à la pompe
de 6 à 10€/kg	GDF-SUEZ ¹³	avec dans quelques années des perspectives de 3 à 8€/kg
De 3,7€ ...	France Stratégie	conditions optimistes et fonctionnement en continu
À 6,1-12,2€/kg	France Stratégie	électricité provenant de sources intermittentes
5€/kg	McPhy	perspectives de réduction par augmentation de volume de production
3 à 3,5€/kg	CEA	électrolyse alcaline grande capacité et un MWh électrique à 50€
10€/kg en 2007 et de 8 à 9€/kg (mais à la pompe) d'ici 2020	Thèse de l'université de Grenoble ¹⁴	au mieux un potentiel de division par deux d'ici 2030 ¹⁵
4,4-5,3€/kg -en 2030	Rapport de McKinsey ¹⁶ établi en 2010	pour de l'hydrogène décarboné
3,2 à 5,2€/kg	En 2012 selon FCH-JU ¹⁷	à 100 % de capacité
0,75-3,75€/kg	En 2014 selon AIE ¹⁸	85% de facteur de charge, prix d'électricité entre 0 et 49€/Mwh

Tabella 8 : Costi di produzione
 Fonte Rapporto settore idrogeno-energia²⁵

L'idrogeno è ancora un tema di Ricerca e Sviluppo che richiede continui investimenti.

²⁵ DURVILLE J.L. (2015), Filière hydrogène-énergie, Rapport à Madame la ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Monsieur le ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique , N° 2015/07/CGE/SG, page 17.



Nella Francia metropolitana, la rete elettrica continentale è molto sviluppata e collega la maggior parte dei punti di consumo del paese. Questo non è il caso dei territori insulari come la Corsica e alcune altre isole, che hanno una produzione propria e una propria rete o micro-reti.

Questi territori sono caratterizzati da una produzione di energia elettrica dominata da centrali termiche alimentate a petrolio a costi relativamente elevati (225 €/MWhé in media nel 2013) e da valutazioni di equilibrio tra domanda e offerta più sensibili rispetto alla Francia continentale. In questi settori sono predominanti le azioni di controllo della domanda di energia elettrica, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e la questione dello stoccaggio. Queste condizioni rendono redditizio, in alcuni casi, lo stoccaggio di energia elettrica ibrida, combinando batteria e catena dell'idrogeno. La batteria fornisce il cosiddetto stoccaggio a breve termine: viene caricata durante il giorno quando i pannelli solari producono in eccesso e viene scaricata la sera e la notte per coprire il fabbisogno di questi intervallidi tempo. La catena dell'idrogeno fornisce un ulteriore stoccaggio, come una riserva di energia che permette all'edificio, all'isola, al villaggio o alla comunità di essere autosufficiente dal punto di vista energetico per alcuni giorni o settimane qualora la produzione solare e lo stoccaggio delle batterie si rivelassero insufficienti.

L'idrogeno può quindi fungere da ponte tra le reti elettriche e quelle del gas, permettendo di immagazzinare grandi quantità di energia rinnovabile per lunghi periodi di tempo. Il gas immagazzinato viene poi mobilitato per riprodurre l'energia elettrica in funzione della domanda: si parla di « stoccaggio interstagionale » o « power-to-gas-to-power » per le reti elettriche, tra periodi di surplus (piuttosto estivi) e periodi di deficit (piuttosto invernali).

Un esempio di power to gas : il metano ®

Dopo due anni di studi, la cittadina di Cappelle-la-Grande, 8.000 abitanti, situata nella zona di Dunkerque, ha inaugurato nel giugno 2018 uno dei primi impianti di dimostrazione di « power-to-gas » in Francia. Il principio è semplice: consiste nel recuperare l'energia inutilizzata dalle energie rinnovabili e trasformarla in idrogeno solido. L'idrogeno viene conservato e poi iniettato nella rete del gas naturale, ad una percentuale compresa tra il 6% e il 20% massimo.

Le infrastrutture elettriche avranno sempre più la cosiddetta capacità di immagazzinare elettricità a breve o medio termine (tramite batterie, aria compressa o stazioni idrauliche) con cicli di carica/scarica di qualche ora o qualche giorno. L'energia elettrica totale che può essere immagazzinata con questi mezzi sarà dell'ordine di TWh/anno. Con un tasso di penetrazione del REn superiore all'80%, lo stoccaggio interstagionale, utilizzando l'idrogeno, sarà complementare e permetterà di stoccare diverse decine di TWh/anno nelle reti del gas. In particolare, sono possibili due metodi di conservazione:

- Iniezione diretta di idrogeno nelle reti del gas: la tecnologia dell'elettrolisi produce, a partire da elettricità e acqua, idrogeno che può essere iniettato nei gasdotti, fino ad un minimo del 6% in volume, e fino al 20% in determinate condizioni,
- Questo idrogeno è combinato con la CO₂ per formare metano sintetico attraverso la reazione di metanazione. Poiché il prodotto formato è vicino al contenuto di gas naturale, è adatto per l'iniezione in grandi quantità nelle infrastrutture del gas (stoccaggio sotterraneo, reti di trasmissione e distribuzione),

Lo stoccaggio interstagionale offre quindi alle reti elettriche un servizio di bilanciamento, immagazzinando sotto forma di eccedenze di gas di energia elettrica rinnovabile che sono disponibili alcune settimane o mesi per essere riutilizzati in altri periodi di deficit. La produzione di energia elettrica da gas immagazzinato può essere effettuata con vari mezzi (turbine a gas centralizzate, cogenerazione distribuita a batteria in casa, ecc.).



A Hobro, Danimarca, Air Liquide possiede il dispositivo HyBalance, un sito pilota per la produzione di idrogeno decarbonato. Questo impianto utilizza la tecnologia dell'elettrolisi per bilanciare la rete elettrica e immagazzinare l'elettricità in eccesso sotto forma di idrogeno, che sarà utilizzato per l'industria e i trasporti. Questo progetto, iniziato nel 2016, è pilotato da Air Liquide. È finanziato dal partenariato pubblico-privato europeo Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) e sostenuto dal programma danese EUDP.



Figura 4 : Foto del dispositivo HyBalance

Nell'ambito di questo progetto, Air Liquide ha sviluppato, costruito e gestisce l'unità di produzione dell'idrogeno utilizzando l'elettrolisi dell'acqua, nonché il centro di riempimento per i suoi clienti industriali consegnati su camion. L'elettrolizzatore da 1,2 MW può produrre circa 500 kg di idrogeno al giorno senza emissioni di CO₂. Oltre che per i clienti industriali, l'idrogeno prodotto viene utilizzato per alimentare la rete di cinque stazioni di idrogeno installate e gestite dal Copenhagen Hydrogen Network (CHN), la filiale di Air Liquide in Danimarca.

In risposta alla questione insulare, Hydrogène de France (HDF) e la SARA (Société Anonyme de Raffinerie des Antilles) hanno creato un partenariato per un nuovo approccio all'autonomia energetica e allo sviluppo sostenibile nelle Indie Occidentali: il progetto "Hydrogène de Martinique". Si tratta dell'installazione, all'interno del SARA, di una cella a combustibile.

Hydrogène de France rivendica lo status di leader europeo nell'integrazione delle celle a combustibile ad alta potenza. L'azienda è posizionata sul mercato della produzione di energia a richiesta e dell'accumulo di energia, nonché sul mercato delle flotte di veicoli elettrici dotati di celle a combustibile. Hydrogène de France prevede di reclutare circa 30 persone nella regione della Gironda nei prossimi mesi.

Il SARA, che garantisce l'indipendenza energetica delle Antille e della Guyana francese dal 1969, investe nello sviluppo sostenibile con l'acquisizione di questa batteria, la cui installazione e manutenzione saranno effettuate da HDF, in collaborazione con il SARA: la filtrazione e la sostituzione delle pile (il cuore della batteria) saranno pianificate nel prossimo futuro.

Questa operazione arriva per quest'ultima società dopo il progetto Cleargen, che consisteva nell'installare in un sito industriale una cella a combustibile con la stessa potenza (1 megawatt) di quella della SARA.

Questa nuova partnership fa parte di un piano a lungo termine per sviluppare lo stoccaggio di energia e la produzione di elettricità su richiesta. Questa cella a combustibile è stata prodotta dalla società belga Solvay, il gruppo chimico leader mondiale. Il progetto "Hydrogène de Martinique" è il primo investimento di SARA nella produzione di energia elettrica a zero emissioni e permette di valorizzare l'idrogeno già presente nell'azienda, ma non ancora sfruttato, che ora alimenterà la cella.

Il progetto "Hydrogène De Martinique" è un primo passo verso lo sviluppo sostenibile in Martinica, poiché le celle a combustibile emettono acqua solo quando producono elettricità. Domani renderanno possibile la partecipazione all'accumulo di energie rinnovabili intermittenti e all'autonomia energetica del territorio.



Si tratta quindi di un metodo di produzione di elettricità verde che non genera né inquinamento né emissioni di CO₂.

Ma ciò che è ancora più interessante è che è possibile utilizzare queste celle a combustibile a idrogeno per immagazzinare l'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili che hanno la particolarità di essere intermittenti e quindi contribuiscono all'indipendenza energetica dell'isola.

E' possibile che il duplice vantaggio di questa tecnologia si rivolga ad altre industrie che desiderano valorizzare l'idrogeno che producono, per sfruttare la transizione energetica attraverso le soluzioni che può fornire.

Oggi sembra difficile immaginare un trasferimento dal GNL all'idrogeno. È difficile immaginare la trasformazione di una nave alimentata a GNL (con motore a combustione) in una soluzione a idrogeno (che richiede una cella a combustibile). Infatti, le celle a combustibile più potenti generano 1 MW.

È stata appena varata in Giappone una prima nave porta idrogeno con una capacità di 1500 m³.

La soluzione a bordo del GNL può essere criticata per l'ingombro eccessivo (una soluzione che è il doppio degli altri combustibili), ma per fare un confronto, l'idrogeno occupa quattro volte più spazio del GNL. Il suo uso rimane sperimentale.

Energy Observer illustre le cercle énergétique vertueux de demain

Energy Observer, varato nel 2017, è la prima nave a idrogeno che punta all'autonomia energetica, senza emissioni di gas a effetto serra o di polveri sottili. Precedentemente una barca da regata è stata riconvertita in un'imbarcazione ad alimentazione elettrica che funziona con un mix di energie rinnovabili (solare, eolica, idrolifera) e un sistema per la produzione di idrogeno decarbonato dall'acqua di mare (si utilizzano due forme di stoccaggio: batterie e idrogeno). L'obiettivo è quello di dimostrare l'efficienza di una catena completa di produzione di energia che può essere riprodotta a lungo termine sulla terraferma. *Energy Observer* è il primo testimonial per gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'ONU nominato dal Ministero dell'Energia e della Transizione Solidale.

La nave sta attualmente realizzando la sua *Odissea* in giro per il mondo, alla scoperta di soluzioni innovative per l'ambiente, nell'arco di 6 anni, con in programma 101 scali in 50 paesi.

A seconda della potenza richiesta, solo la tecnologia delle celle a combustibile (idrogeno) è ipotizzabile per il trasporto marittimo. Questa promettente tecnica è ancora allo stadio di prototipo per quanto riguarda la sua motorizzazione, ma presenta la problematica dell'approvvigionamento di idrogeno. Questo gas è attualmente ottenuto su scala industriale attraverso il "fracking" di molecole di metano e quindi rimane inefficiente dal punto di vista energetico e deve affrontare costi di trasporto molto elevati. Tra i precursori di questa tecnica troviamo l'armatore norvegese *Viking Cruises* e la giapponese *Kawasaki Heavy Industry*, che ha già annunciato una grande nave che utilizzerà una pila a combustibile entro il 2030.

Se in futuro un paese come la Francia volesse sostituire i prodotti petroliferi con l'idrogeno, dovremmo generare più di 500 Twh di energia elettrica per poterla produrre, il che corrisponde alla produzione nazionale: in questo caso dovremmo raddoppiare la nostra capacità produttiva!

Circa dieci reattori ad acqua pressurizzata europei (E.P.W.R.) e centinaia di km² di parchi eolici dovrebbero essere costruiti per produrre elettricità con la soluzione ad idrolisi. Sarà pertanto indispensabile continuare a sviluppare le tecnologie. In questo senso, le capacità di investimento posticipano l'avvento dell'idrogeno nel settore marittimo fino al 2050.

L'idrogeno non è pronto oggi per il trasporto marittimo.

La soluzione a idrogeno è tuttavia inevitabile a lungo termine.



13.4 L'alternativa diesel al GNL come combustibile marino

Per quasi un secolo, infatti, le tecnologie relative alla propulsione marina non hanno subito grandi cambiamenti. Vi sono stati miglioramenti tecnici, ma che non hanno messo sostanzialmente in discussione il modello tecnologico di base. Questo è legato alla combustione delle torri di frazionamento del petrolio che non trovano sbocchi alternativi. L'uso di olio combustibile pesante per alimentare le navi è anche un vantaggio per l'industria petrolifera, che non saprebbe come riciclare questi ingombranti sottoprodotti. Inoltre, la crescita nell'uso dei derivati degli idrocarburi ha fornito energia abbondante ed economica ad un'industria navale in rapida espansione, spinta dalla globalizzazione del commercio. Senza modifiche al motore, l'ulteriore raffinazione dell'olio può produrre prodotti più puliti attraverso la desolforazione in fase di raffinazione. Si tratta di combustibili distillati (sempre derivati dal petrolio) come il diesel marino o altri combustibili a basso tenore di zolfo (HFO desolforato o ULSHFO - *Ultra Low Sulphur Heavy Fuel Oil*). Questi carburanti sono ovviamente più costosi rispetto all'olio combustibile pesante. Essi rientrano in diverse categorie, a loro volta suddivise in base a determinate caratteristiche fisiche e chimiche:

- HFO (Heavy Fuel Oil): è il residuo della distillazione del petrolio greggio. Negli Stati Uniti è anche chiamato MFO (Marine Fuel Oil) o Bunker C. Il suo utilizzo è in diminuzione, tranne che sulle grandi navi, nelle fabbriche e nelle centrali elettriche. È particolarmente inquinante (contenuto di zolfo intorno al 5%).
- IFO (Intermediate Fuel Oil): una miscela di HFO e gasolio;
- MDO (Marine Diesel Oil): una miscela di HFO in piccole quantità e di gasolio (quest'ultimo in proporzione leggermente superiore rispetto all'IFO);
- MGO (Marine Gas Oil): gasolio equivalente all'olio combustibile n°2 o "Bunker A" (100% "distillato"), che può essere utilizzato anche dai veicoli stradali. MGO ha un basso contenuto di zolfo e può soddisfare lo standard "0,1%". L'uso di MGO richiede pochi investimenti per adattare le navi esistenti, ma porterà ad un aumento dei costi operativi, che alcune linee di navigazione o compagnie di navigazione non saranno in grado di sostenere. Questi combustibili si differenziano per caratteristiche ed efficien.

KEY TAKE AWAYS

ENERGY SOURCE FUEL	FOSSIL (WITHOUT CCS)					BIO HVO (Advanced biodiesel)	AMMONIA	RENEWABLE (3) HYDROGEN	FULLY ELECTRIC
	HFO + SCRUBBER	LOW SULPHUR FUELS	LNG	METHANOL	LPG				
Highest priority parameters									
Energy density	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Technological maturity	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Local emissions	●	●	●	●	●	●	●	●	●
GHG emissions	●	●	● ⁽²⁾	●	●	●	●	●	●
Energy cost	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁽⁴⁾
Capital cost	Converter	●	●	●	●	●	●	●	●
	Storage	●	●	●	●	●	●	●	●
Bunkering availability	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Commercial readiness (1)	●	●	●	●	●	●	●	●	● ⁽⁵⁾
Other parameters									
Flammability	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Toxicity	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Regulations and guidelines	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Global production capacity and locations	●	●	●	●	●	●	●	●	●

(1) Taking into account maturity and availability of technology and fuel. (2) GHG benefits for LNG, methanol and LPG will increase proportionally with the fraction of corresponding bio or synthetic energy carrier used as drop-in fuel. (3) Results for ammonia, hydrogen and fully-electric shown only for renewable energy sources since this represents long term solutions with the potential for decarbonizing shipping. Production from fossil energy sources without CCS (mainly the case today) will have a significant effect on results. (4) Large regional variations. (5) Needs to be evaluated case-by-case. Not applicable for deep-sea shipping.

Tabella 9 : Tabella di confronto dei combustibili marini



L'indice energetico del gas naturale è inferiore ad una quantità equivalente di olio combustibile marino (dell'ordine del 30%) e quindi assicura meno potenza e recupero per i motori che ne sono dotati, anche se sono stati compiuti costanti progressi. Lo stoccaggio di GNL combustibile occupa pertanto molto spazio all'interno della nave per poterne garantire una data autonomia, provocando una perdita commerciale dovuta alla riduzione del volume di carico.

Quando viene utilizzato come carburante, il GNL pesa circa la metà del gasolio o dell'olio combustibile pesante. Una tonnellata di GNL, tuttavia, rappresenta il 12% in più di energia rispetto a una tonnellata di HFO o MGO, ma occupa il doppio del volume.

Data la natura necessariamente criogenica dei serbatoi di GNL, il volume dell'isolamento e la natura specifica dei serbatoi, in particolare per quanto riguarda il loro posizionamento, fanno sì che venga riservato al GNL uno spazio da 2,5 a 3 volte maggiore rispetto ai combustibili tradizionali.



14. Accettazione sociale

L'accettazione sociale legata alla soluzione del combustibile marino GNL è strategicamente correlata alle questioni ambientali.

Il trasporto marittimo è responsabile di oltre 900.000 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂ nell'atmosfera, di cui oltre il 60% proviene da tre categorie di navi: navi portacontainer, portarinfuse e petroliere.

A seconda della crescita prevista nel commercio internazionale, la quota del settore marittimo potrebbe aumentare con un fattore di 2,5 entro il 2050 e, in assenza di miglioramenti nelle tecniche impiegate, potrebbe allora rappresentare il 14% delle emissioni mondiali, vale a dire un aumento di sei volte rispetto alla situazione attuale!

La questione dell'inquinamento è più accentuata per quanto riguarda gli inquinanti atmosferici emessi su scala locale (fuliggine e particelle), in particolare nei porti in cui le navi sono tenute a effettuare manovre o a far funzionare al minimo i motori per alimentare i generatori elettrici di bordo durante l'ormeggio. Sottoregime, i motori forniscono una combustione molto più povera e aumentano il rilascio di sostanze inquinanti nell'atmosfera, che vengono soffiate dai venti offshore verso le aree popolate delle città portuali. Rilevamenti più precisi dell'inquinamento nei quartieri circostanti sono allarmanti e stanno portando le autorità portuali ad adottare misure più restrittive. Il gruppo di ONG europee « Trasporto Ambiente » ha pubblicato uno studio sull'inquinamento delle navi da crociera. Questo studio conclude che cinque porti francesi sono tra i cinquanta porti europei più inquinati dagli ossidi di zolfo, con 162 scali di navi da crociera e quasi 6.000 tonnellate di ossidi di zolfo emesse in totale nel 2017.

L'impatto dell'inquinamento atmosferico creato dalle emissioni dei motori delle navi in prossimità delle coste e nei porti, ma anche in alto mare, è particolarmente accentuato nel Mediterraneo. Un progetto per la creazione di un'area a bassa emissione di zolfo (SECA) e di un'area di emissione di ossido di azoto (NECA) nel Mediterraneo occidentale, basata sul modello del Nord Europa, è attualmente in fase di negoziazione nel quadro dell'IMO²⁶. Per i porti, c'è poco spazio di manovra. A causa dell'impegno degli armatori nella transizione ecologica (prenotazione di navi GNL da parte di CMA-CGM e MSC e consegna a partire dal 2020; collegamenti elettrici agli ormeggi dei traghetti per la Méridionale e prossimamente per Corsica Linea a Marsiglia sulle linee per la Corsica...), i porti sono tenuti ad investire massicciamente in infrastrutture e sovrastrutture adattate (reti elettriche, organizzazione del bunkeraggio GNL). Tuttavia, a breve termine, non possono rinunciare ad accogliere le vecchie navi che utilizzano ancora in prevalenza idrocarburi pesanti. A ciò si aggiunge l'importanza dell'industria crocieristica, che genera un alto valore aggiunto ed è un'interessante fonte di diversificazione, ma i cui impatti negativi generano opinioni sempre più negative da parte della popolazione. L'attrattività e la competitività dei porti del Mediterraneo presuppongono che essi partecipino attivamente alla diminuzione di questi fenomeni nocivi. Infine, la loro vicinanza geografica alle piattaforme industriali specializzate offre loro un potenziale per lo sviluppo di soluzioni di transizione energetica, compresa la produzione di energia rinnovabile offshore.

Le aree città-porto sono diventate siti turistici e spesso la politica della città è regolata dal porto. Infatti, nuove installazioni culturali e sportive si sono sviluppate attorno ai porti. Questo è particolarmente evidente a Marsiglia con la recente apertura delle "Terrasses du Port" o la ristrutturazione delle banchine di "La Joliette".

²⁶ Incontrandosi a Napoli, nell'ambito della Conferenza delle Parti della Convenzione di Barcellona, gli Stati del Mediterraneo hanno affermato "la comune ambizione di cogliere l'IMO nel 2022 per limitare allo 0,1% il tenore di zolfo autorizzato nei combustibili navi nel Mediterraneo.



Parallelamente, lungo il porto si sviluppano anche spazi per passeggiate e abitazioni con vista mare per soddisfare una forte domanda da parte della popolazione, creando così un vero e proprio spazio urbano in cui il porto è ubicato.

Così il porto diventa parte integrante dei progetti urbani delle città che spesso si stanno modernizzando intorno ad esso. Tali porti, resi più moderni e integrati nello spazio urbano, diventano quindi siti turistici e possono interessare nuovi traffici, in particolare le crociere. Nella continuità del concetto di città portuale, si è tenuto conto anche delle questioni ambientali.

Oggi le questioni ambientali sono parte integrante dei progetti strategici dei porti. L'argomento di un porto rispettoso dell'ambiente è diventato anche uno strumento di marketing. Ogni anno, infatti, la rivista Asia Cargo News fa eleggere ai suoi lettori il « Best Green Seaport ».

Il registro delle comunicazioni, così come la natura dei messaggi, è una questione importante. Le posizioni tenute da ONG molto attiviste come « Trasporti Ambiente » alimentano l'opinione pubblica con informazioni e cifre errate che inducono al rifiuto di soluzioni alternative che, anche se insufficienti, non sono meno necessarie.

Vi è senza alcun dubbio un problema di accettazione sociale.

Il problema dell'inquinamento acustico è un'altra componente da prendere in considerazione.

Il progetto europeo TRIPLLO, finanziato nell'ambito dell'Asse 3, mira a identificare i livelli di inquinamento acustico derivanti dalle attività portuali. La marina mercantile e la marina da diporto sono i principali responsabili di questo disagio generato dall'uso dei loro motori all'ormeggio; fenomeno che alimenta il problema dell'accettabilità sociale.

L'opinione pubblica associa l'idea dello sfruttamento del GNL a immagini particolarmente pregiudizievoli per le prospettive di sviluppo e di integrazione all'interno dei territori: l'idea di disastro industriale²⁷ e il rischio di incidenti di tipo « Seveso ».

I rischi associati al GNL sono di quattro tipi:

- il rischio associato alla bassa temperatura del gas naturale liquefatto,
- il rischio associato all'infiammabilità del gas naturale,
- il rischio associato all'esplosione di una miscela di aria e gas in un ambiente confinato,
- il rischio di vaporizzazione improvvisa del GNL a contatto con l'acqua.

Tuttavia, il pericolo è relativo.

Il GNL è un gas incolore e quasi inodore, non è tossico di per sé e può essere respirato senza danni fino ad una concentrazione del 25% nell'aria.

²⁷ Un terminale GNL è considerato un'installazione SEVESO High Threshold se immagazzina una quantità di GNL superiore a 200 tonnellate. Allo stato attuale degli studi, la valutazione delle distanze oltre le quali non vi è alcun rischio per le persone dà i seguenti risultati:

- 460 m intorno alla stazione di scarico
- 350 m intorno ai serbatoi
- Da 190 a 230 m attorno al rigassificatore

Oltre a questo livello, è la mancanza di ossigeno e non il metano in sé che diventa pericoloso. Il GNL non si mescola con l'acqua, evapora nell'aria, quindi non c'è rischio di inquinamento marino in caso di collisione o perdita. La nave o il serbatoio non possono esplodere perché il GNL che rimane all'interno del recipiente, privo di ossidante, nel fattispecie di ossigeno, non può infiammarsi.

EFFET INDESIRABLE	DISTANCE D'EFFET	OBSERVATIONS
EFFETS TOXIQUES	Effets très localisés à l'intérieur du terminal	Seul le personnel pourrait y être exposé. Seule la diminution du taux d'oxygène dans l'air est potentiellement dangereuse. Le gaz naturel n'est pas toxique.
EFFETS CRYOGÉNIQUES (brûlures froides)	Au contact direct d'un équipement ou d'une fuite	Seul le personnel pourrait y être exposé.
SURPRESSION (explosion de nuage de gaz)	Distance d'effet faible	Aucune explosion de grande ampleur n'est possible s'il n'y a pas de zones confinées ou encombrées.
SURPRESSION (TRP)	Distance d'effet faible	Pas de risque pour les coques des navires.
RADIATIONS THERMIQUES (feu)	Potentiellement importante	La démarche de maîtrise des risques à la source vise à réduire la probabilité et les distances d'effet de ces phénomènes.

Tabella 10 : Riepilogo degli effetti correlati all'uso del GNL

In una lettura complessiva, le prestazioni ambientali del gas gli consentono, non appena sostituirà il carbone, che emette il doppio delle emissioni, di ridurre rapidamente le emissioni di CO₂ del settore della produzione elettrica.

La versatilità del gas permette di compensare l'intermittenza dell'energia solare ed eolica e facilita lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili. Il gas contribuisce così ad un approvvigionamento elettrico affidabile e riduce i costi di bilanciamento del sistema elettrico grazie ad una rete di gas già ben sviluppata e a grandi capacità di stoccaggio. In futuro, nel settore dei trasporti, il gas, in sostituzione ai prodotti petroliferi, può contribuire a una mobilità più pulita riducendo l'inquinamento atmosferico e le emissioni di CO₂ del trasporto terrestre e marittimo. Nel settore del riscaldamento, mentre il gas naturale non può decarbonizzare il settore, le prestazioni delle moderne apparecchiature a gas contribuiscono a una significativa riduzione delle emissioni.

Ciò che è più importante per la manutenzione delle navi è che questi non è corrosivo, garantendo un ciclo di vita più lungo per i componenti del motore. Inoltre, la combustione genera meno vibrazioni, con un effetto diretto sulla riduzione del rumore, dell'inquinamento atmosferico e subacqueo, che tende ad essere trascurato ma che non è privo di un impatto negativo sulla fauna oceanica. I critici sottolineano che l'adozione diffusa della propulsione a GNL, sebbene più pulita, potrebbe ritardare l'atteso passo avanti tecnologico con l'idrogeno e l'elettrificazione. I prezzi più bassi e gli investimenti necessari per il GNL distoglierebbero in parte l'attenzione da altre soluzioni, a loro avviso più promettenti.

La situazione del GPMM

Come tutti i grandi porti, anche Marsiglia si trova ad affrontare le sfide dell'accettazione sociale degli abitanti della sua area. Nonostante l'impatto molto positivo dell'attività portuale in termini di occupazione, le attività legate alle crociere nei bacini orientali e all'industria nei bacini occidentali stanno ora dando luogo a numerose obiezioni a causa delle loro dannose conseguenze sulla qualità dell'aria, con la città di Marsiglia (insieme ad altre) regolarmente segnalata dalle autorità europee per il superamento delle soglie consentite. Questa situazione è presa molto seriamente dal GPMM, che ha intrapreso numerosi progetti per inquadrare ulteriormente la sua attività secondo i principi dello sviluppo sostenibile (politica di conservazione della biodiversità delle sue aree attraverso la tutela e la gestione di una zona di quasi 2.600 ettari, attraverso un anello agroambientale, un bonus di scalo per le compagnie di navigazione più « verdi » che agiscono per ridurre le emissioni nell'atmosfera, un approccio sistemico con l'industria e il territorio nel quadro dell'economia circolare, principi per lo sviluppo del GNL e un sistema elettrico a terra per i traghetti, recupero dei fumi industriali. ...).

L'immagine di « smart and green port », che si presenta come un forte elemento di competitività, costituisce un argomento nel dibattito sull'accettazione da parte della popolazione locale di un'istituzione pubblica che dà direttamente o indirettamente lavoro a più di 40.000 persone nel bacino di utenza.

Si dovrebbe considerare l'opportunità di creare un forum di dialogo tra i residenti locali e le autorità portuali. L'idea è quella di prevedere, in ogni grande commissione ambientale consultiva portuale, l'istituzione di un dialogo tra gli abitanti delle città portuali e le autorità portuali in merito ai problemi ambientali e sanitari relativi al trasporto marittimo.

Così, a Marsiglia, la popolazione denuncia la Carta della Città-Porto, un accordo tra la Città di Marsiglia e il grande porto marittimo, redatto senza consultazione e il cui pilotaggio viene effettuato senza coinvolgere i cittadini che vivono nei pressi del porto. C'è una forte richiesta di un organismo che permetta al pubblico di esprimere e far valere le proprie preoccupazioni alle autorità portuali; una specie di commissione consultiva come quella esistente negli aeroporti.

Questo studio sottolinea la necessità di sviluppare una politica di comunicazione sull'uso del GNL da parte delle navi.

Gli impianti GNL sono gestiti con un elevato livello di requisiti di sicurezza che gli operatori del settore non mancano di mettere in evidenza, facendo riferimento alle norme di sicurezza e alla vigilanza di tutte le parti coinvolte nella loro applicazione.

In ogni caso, sembra che il GNL non sia sufficientemente o non correttamente conosciuto dal pubblico e, talvolta, dalle autorità locali o regionali. Mentre la letteratura sul GNL è abbondante in lingua inglese, con documenti di qualità, in gran parte dovuti all'uso del GNL negli Stati Uniti, sembra che la documentazione per il pubblico francese o italiano rimanga limitata.

Prima di definire una politica di comunicazione è necessario prendere in considerazione diversi aspetti. In primo luogo, è necessario che vi sia una comunicazione per le autorità locali e regionali coinvolte nei progetti, da un lato, e una comunicazione per il pubblico, dall'altro, adattata sia alle popolazioni dei siti di approvvigionamento di GNL che ai clienti delle navi che utilizzeranno questo combustibile. In quest'ultimo caso, la comunicazione deve essere in più lingue, o perlomeno in francese, italiano e inglese.

È ora opportuno disporre di una comunicazione per un mercato di distribuzione di GNL su piccola scala per gli operatori marittimi, fluviali e stradali e per un gran numero di siti. È necessario determinare cosa sia una comunicazione specifica per ogni promotore di progetto e cosa sia una comunicazione generale, o per ogni istituzione o organizzazione professionale.

Le azioni di comunicazione devono soddisfare obiettivi a breve termine e altri a medio o lungo termine.

Infine, i budget dedicati alle questioni di comunicazione devono essere stabiliti dalle parti direttamente interessate.



15. Electrificazione in banchina

La direttiva 2014/94/UE stabilisce che « *Gli Stati membri provvedano ad assicurare che la necessità di installare l'alimentazione elettrica a terra per le imbarcazioni di navigazione interna e le navi marittime sia valutata nei rispettivi quadri politici nazionali. Tale alimentazione a terra deve essere installata in via prioritaria nei porti della rete centrale TEN-T e negli altri porti entro il 31 dicembre 2025, a meno che non vi sia una domanda e i costi siano sproporzionati rispetto ai benefici, compresi quelli ambientali.* »

L'elettricità a terra ha lo scopo di ridurre l'inquinamento delle zone costiere causato dai motori ausiliari delle navi e delle imbarcazioni in porto di scalo. Una nave ro-ro non collegata alla rete elettrica a terra emette durante il suo scalo circa 25 tonnellate di anidride carbonica, 520 kg di NOx e 22 kg di particelle.

Soddisfa il fabbisogno energetico di navi e imbarcazioni (riscaldamento, illuminazione, refrigerazione, movimentazione, pompe di zavorra, ecc.) La questione della qualità dell'aria nei porti, spesso situati in prossimità di aree urbanizzate, è un'importante questione di salute pubblica. Oltre a migliorare la qualità dell'aria, l'elettricità da terra permette di eliminare il rumore e le vibrazioni causate dai motori ausiliari.

Il collegamento dei traghetti alla banchina riduce o addirittura elimina le emissioni inquinanti e l'inquinamento acustico durante lo scalo. La nave è collegata alla rete elettrica del porto, o addirittura alimentata da un generatore a GNL, in modo da non inquinare durante lo scalo e da ridurre significativamente il consumo di carburante. Tuttavia, questa soluzione richiede l'installazione di impianti in banchina in grado di fornire un'elevata potenza elettrica (in media 1,5 Megawatt), o di un generatore in grado di produrre tale potenza, nonché un adeguamento della nave.

Le navi da crociera sono molto energivore quando sono ormeggiate con un elevatissimo fabbisogno energetico - tra 10 e 20 MW per nave - che rappresenta la capacità elettrica dell'ordine di quella attualmente consumata da un porto commerciale. La domanda di energia elettrica supplementare legata all'alimentazione a terra può quindi richiedere, per alcuni porti, investimenti infrastrutturali aggiuntivi molto significativi. Oltre alle opere e alle infrastrutture aggiuntive necessarie, le navi da crociera necessitano di specifiche apparecchiature elettriche aggiuntive (convertitori di frequenza) perché queste navi - costruite e in servizio a livello internazionale - spesso sono conformi agli standard elettrici più globali e quindi operano con una frequenza di bordo diversa rispetto alla rete elettrica europea²⁸. Questo problema ostacola l'adeguamento delle navi alle nuove reti, anche se sono in corso tentativi di armonizzazione.

A Marsiglia si sono attrezzate due compagnie di navigazione che offrono rotte verso la Corsica: la Méridionale e la Corsica Linea. La prima ha testato il generatore in Corsica (una metaniera da 20.000 litri di GNL permette di alimentare una nave in banchina per 34 ore), a causa della mancanza di una rete elettrica sufficientemente potente.

Il GPM di Marsiglia è il primo porto francese ad offrire un collegamento in banchina per le navi mercantili. Nel giugno 2019 è stata approvata un'operazione di investimento di circa 20 milioni di euro per la realizzazione di impianti elettrici che consentiranno una fornitura elettrica al 100% entro il 2025 sulle banchine dedicate ai traghetti internazionali, per la riparazione delle navi (entro il 2022) e sulle banchine da crociera tra il 2022 e il 2025.

²⁸ Sempre più navi in servizio internazionale utilizzano una frequenza di 60 Hz mentre la rete elettrica europea è a 50Hz.



Le soluzioni « agili », che in questo caso sono soluzioni mobili (trasportabili e reversibili), hanno comunque costi di gestione con un forte impatto sul prezzo per megawatt. La sperimentazione in Corsica ha portato a prezzi di circa 100 euro per megawatt. Una lettura semplificata della catena del valore nella sperimentazione dell'azienda « La Méridionale » mette in evidenza quanto segue:

- Quantità di gas: 0,5 K€,
- Attrezzature criogeniche: 200 K€,
- Gruppo elettrogeno: 2200 K€.

In questo esempio vediamo che la risposta alla razionalizzazione dei costi di bilancio non è da ricercarsi nelle aziende del gas o nei fornitori di apparecchiature criogeniche, ma nei fornitori di apparecchiature elettriche. Il know-how è dalla parte di questi fornitori, come in AGGRECO nel nostro caso.

Gli armatori aspettano l'annuncio di un prezzo indicativo per kWh per accogliere più serenamente la connessione alla rete.

Il principio guida è il modo in cui le soluzioni mobili per la generazione di energia possono contribuire a diffondere questo piano in modo affidabile ed economico in tutti i porti della costa mediterranea. Poiché il GNL non richiede un elevato livello di investimenti, le soluzioni possono essere proiettate in località in cui sarà più difficile implementare altre tecnologie.

Tuttavia, la fornitura di servizi di alimentazione da terra non è obbligatoria ed è in concorrenza con altre soluzioni tecnologiche (GNL, depuratori di fumo, ecc.) che consentono alle navi e alle imbarcazioni di rispettare le norme internazionali ed europee vigenti. Inoltre, per le navi e i porti marittimi, la mancanza di standardizzazione a livello internazionale dei sistemi di collegamento in banchina è stata a lungo un freno al lancio di progetti di questo tipo²⁹, così come l'investimento necessario per l'installazione di attrezzature (a bordo e a terra), che ammonta a diversi milioni di euro con poco o nessun interesse economico a seconda del prezzo del carburante marino.

L'attuale domanda di elettricità all'ormeggio è quindi bassa, con un alto grado di incertezza sul potenziale di mercato. Ad esempio, solo un porto marittimo francese (Marsiglia-Fos) offre attualmente una connessione elettrica ad alta potenza (oltre 1MVA), destinata alle navi mercantili che fanno scalo in porto. Infatti, dal 2016, tre navi RoPax (veicoli e passeggeri), che operano tra Marsiglia e la Corsica, sono state adattate per poter utilizzare la corrente elettrica fornita dal porto, che ha effettuato gli investimenti nei suoi impianti elettrici per fornire la potenza e la tensione richieste da queste navi.

Questi terminali di alimentazione elettrica in banchina sono gestiti direttamente dal porto stesso o dalla società privata che gestisce il terminale in cui sono installati (spesso armatori). Essi sono collegati alla rete elettrica del porto o dell'azienda, che a sua volta è collegata alla rete elettrica pubblica.

Il principale ostacolo alla diffusione di questi terminali oggi è proprio il costo di connessione sostenuto dai proprietari di queste reti elettriche locali. Infatti, il collegamento di una nave richiede un notevole aumento dell'energia elettrica, che la società che gestisce la rete elettrica pubblica (Enedis) addebita al proprietario della rete locale.

²⁹ Lo standard IEC / ISO / IEEE 80005-1 definisce le specifiche tecniche dell'alimentazione da banchina per le navi.

16. Descrizione dei principali operatori del settore del GNL nel Mediterraneo, nella zona di cooperazione franco-italiana.

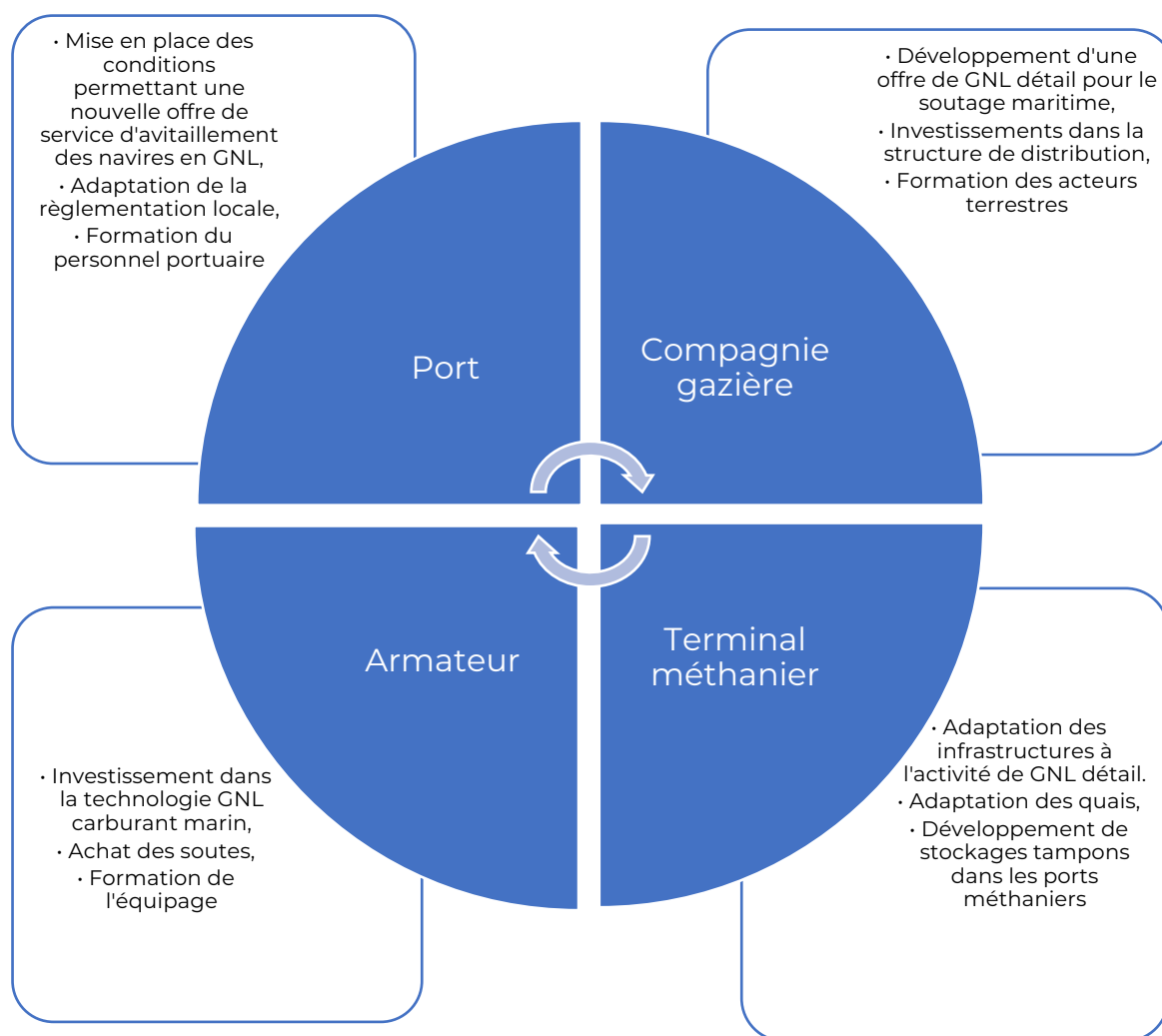
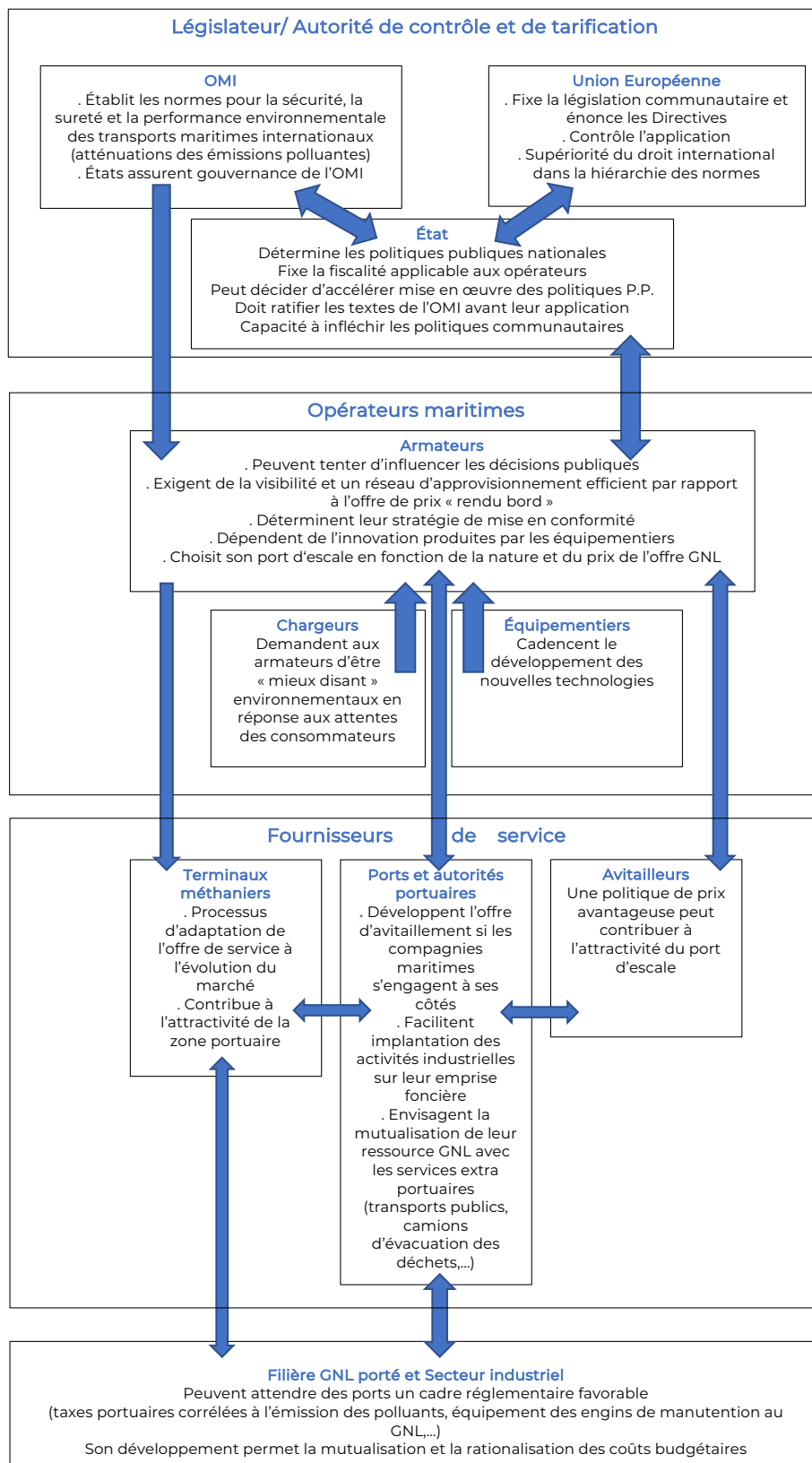


Tabella 11 : Ruolo degli operatori nel settore del GNL

17. Interazioni tra gli operatori del settore



Indicatori	Tipologia di soggetto coinvolto
Organismi	Stato
Ruoli e responsabilità	Determina le politiche pubbliche che guidano la scelta e l'uso del GNL e determina il quadro giuridico e normativo per il suo sfruttamento. Contribuisce alla governance dell'IMO (170 Stati membri).
Ambito e livello di influenza	Autorità politiche internazionali e nazionali, fissando norme anti inquinamento più severe e sostenendo esperimenti o sovvenzionando impianti, hanno portato al coinvolgimento degli operatori. Lo Stato determina la politica fiscale e la sua dimensione incentivante (ammortamento degli investimenti, tassazione dei carburanti, ecc.) La posizione dello Stato dipende dal suo specifico interesse, dalla struttura della sua industria marittima e dalla sua concezione delle nozioni di sicurezza o di ambiente.
Limiti geografici teorici e pratici del loro campo d'azione e della loro influenza	Le emissioni causate dal trasporto marittimo internazionale sono escluse dalle convenzioni internazionali in materia di clima o di qualità dell'aria: la natura internazionale del settore marittimo rende difficile assegnare con precisione la quota di emissioni di ciascuno Stato. Ci sono scontri e tensioni significative tra gli Stati per quanto riguarda la visione del problema delle emissioni sullo sfondo di interessi economici, ambientali e politici. L'internazionalità del settore limita la capacità degli Stati di agire sul trasporto marittimo. Deve combinare le triplici sfaccettature degli Stati di bandiera, di porto e costieri.
Indicatori significativi delle loro attività e della loro influenza	Capacità di influenzare le politiche pubbliche comunitarie, i loro orientamenti, le loro direttive. Capacità di influenzare le normative internazionali.
Risorse finanziarie, umane, strutturali e funzionali	Nessun investimento diretto, ma una politica fiscale agevolativa. Impegni e interventi concreti, non a livello di settore, ma piuttosto a livello di ecosistema.
Sinergie/conflicti politici ed economici in cui si manifestano (attori coinvolti, settore, stato attuale, orizzonte temporale)	Gli Stati hanno assunto il controllo e la governance delle reti terrestri e marittime in virtù dell'interesse economico, dell'interesse generale, di una missione di servizio pubblico, in virtù della loro sovranità. A livello europeo, le politiche di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo possono influenzare le condizioni di concorrenza tra i modi di trasporto.
Da chi e in che misura sono influenzati?	Gli armatori possono tentare di influenzare le decisioni pubbliche per limitare determinate pressioni normative o sfruttare le opportunità di regolamentazione. Questo tipo di comportamento emerge non appena si verifica un processo di regolamentazione che si rivela minaccioso per una o più aziende la cui attività o le cui condizioni concorrenziali sono suscettibili di cambiare. Le attività di influenza possono assumere diverse forme: influenza diretta delle autorità pubbliche (lobbying); formazione di coalizioni tra le parti aventi interessi comuni; comunicazione politica volta a esercitare pressione sulle autorità pubbliche pubblicizzando le poste in gioco di una decisione pubblica al fine di mobilitare l'opinione pubblica a suo favore; attività legali volte a contestare la legalità di una decisione pubblica in tribunale o a ritardarne l'attuazione. Le politiche di mitigazione sono sviluppate a livello IMO e UE e sono vincolanti per gli Stati. Strutture per la cooperazione internazionale per lo sviluppo di standard universali nel trasporto marittimo. Lo Stato rimane sovrano / IMO per quanto riguarda la ratifica dei testi e la loro applicazione.
I confini politici teorici e pratici che li caratterizzano	Alcuni Stati possono decidere, nell'ambito della loro strategia, di accelerare le tempistiche e di raggiungere più rapidamente la neutralità del carbonio: questa disposizione è un catalizzatore per lo sviluppo della soluzione GNL. Les pays qui veulent infléchir les émissions du transport maritime ne disposent pas forcément des flottes les plus importantes ni de la plus grande influence à l'OMI.

Indicatori	Tipologia di soggetto coinvolto
Organismi	Porto
Ruoli e responsabilità	Funzione di amministratore del terreno (gestione dell'infrastruttura terrestre e portuale). Funzione di regolazione. Funzioni operative.
Ambito e livello di influenza	A livello mondiale, 115 siti portuali forniscono servizi di bunkeraggio. In qualità di leader e promotore della comunità portuale, avvia in modo proattivo azioni a beneficio degli operatori portuali. Una mentalità proattiva è la forza trainante della mobilitazione delle compagnie di navigazione per l'adozione del GNL come combustibile marino.
Limiti geografici teorici e pratici del loro campo d'azione e della loro influenza	Dimensione internazionale nell'ambito delle attività (commercio, turismo, industria, ...). Aumento della concorrenza dei porti del Mediterraneo occidentale. Fenomeno della terminalizzazione: i porti costituiscono un insieme di terminali collegati tra loro in una rete globale.
Indicatori significativi delle loro attività e della loro influenza	Alcuni porti favoriscono la cooperazione tra zone, con porti geograficamente vicini per difendere una particolare linea costiera. Questo fenomeno si osserva soprattutto nel Mediterraneo. L'obiettivo di questi porti è, in una prima fase, di guadagnare in visibilità, in particolare con il mercato asiatico, per poi guadagnare in attrattiva. L'indicatore principale è quello dell'ampliamento e della diversificazione delle offerte di servizi.
Risorse finanziarie, umane, strutturali e funzionali	Tuttavia, la domanda del settore portuale non riguarda tanto le sovvenzioni agli investimenti quanto l'adozione di misure che consentano ai grandi porti marittimi di aumentare la loro capacità di autofinanziamento: stabilizzazione del loro regime fiscale, incentivi agli armatori per l'approvvigionamento di GNL nei porti francesi, copertura totale dei costi di dragaggio, ecc. L'aumento della partecipazione dello Stato al finanziamento degli investimenti portuali non sembra essere la strada preferita dagli operatori. Essi raccomandano invece di concretizzare il concetto di « imprenditori portuali », permettendo ai Grandi Porti di finanziare da soli i propri investimenti.
Sinergie/conflitti politici ed economici in cui si manifestano (attori coinvolti, settore, stato attuale, orizzonte temporale)	La fornitura di nuovo combustibile può essere efficace solo se diversi porti intraprendono l'iniziativa con il supporto attivo degli armatori. Alcuni porti stanno valutando la possibilità di mettere in comune questa risorsa GNL con servizi extraportuali (trasporti pubblici, camion per lo smaltimento dei rifiuti domestici, ecc.) per ammortizzare l'investimento e ottenere effetti di volume più facili da raggiungere per i grandi siti marittimi e per svolgere una funzione di redistribuzione regionale. Accanto agli industriali del settore, le autorità portuali possono sostenere la diffusione del GNL riservando spazio a nuovi impianti, o anche adottando normative favorevoli alla sua diffusione: tasse portuali correlate all'emissione di sostanze inquinanti, attrezzature per la movimentazione del GNL, ecc. La complessità dell'attuazione del quadro giuridico e normativo di sfruttamento, nelle interrelazioni tra gli attori del settore, ovvero autorità portuali, armatori e operatori, costituisce un ostacolo all'emergere del GNL.
Da chi e in che misura sono influenzati?	Il porto potrà prendere le misure necessarie per creare un'offerta di rifornimento di GNL solo se è certo di avere uno o più armatori in grado di utilizzare questo servizio. La disponibilità di GNL e il suo prezzo contribuiranno a determinare la scelta dei porti di scalo. Nel 2020, 9 navi portacontainer da 14.000 TEU alimentate a GNL saranno gradualmente messe in circolazione dal CMA CGM, ovvero 18.600 m ³ di GNL stoccato (2 volte di più dell'olio combustibile pesante). Questo volume consente un viaggio di andata e ritorno tra l'Europa e la Cina, linea sulla quale queste navi opereranno a partire dal 2020, con un unico bunkeraggio nei porti del nord Europa. I porti che non saranno in grado di rifornirli rischiano di essere esclusi dai servizi dell'armatore. Le strategie delle compagnie internazionali limitano le organizzazioni portuali.
I confini politici teorici e pratici che li caratterizzano	Alliances sont encouragées par les États qui souhaitent développer une politique de coopération entre ports au niveau interne mais également par l'Union Européenne qui craint la perte d'attractivité des ports européens.



Indicatori	Tipologia di soggetto coinvolto
Organismi	Armatore
Ruoli e responsabilità	Impegnare i livelli di investimento relativi allo sviluppo e all'evoluzione della propria flotta o al suo adattamento all'uso del GNL come combustibile marino. Definire la propria strategia nel rispetto delle politiche pubbliche. Cerca di adeguarsi alle normative al costo piu' conveniente.
Ambito e livello di influenza	La regolarità dei servizi con i fornitori di navi permette di anticipare la domanda e di dare una dimensione lungimirante allo sviluppo della loro attività.
Limiti geografici teorici e pratici del loro campo d'azione e della loro influenza	Gli armatori possono essere in grado di convincere il loro governo nazionale della fondatezza delle loro rivendicazioni, ma il governo nazionale non ha la possibilità giuridica di modificare i regolamenti, a causa della superiorità del diritto internazionale e comunitario rispetto al diritto nazionale nella gerarchia delle norme. Esistenza di perimetri geografici nella regolamentazione che presenta un fattore di complessità per le operazioni marittime. Regionalizzazione delle norme applicabili. Le innovazioni nel processo di riduzione delle emissioni sono realizzate da progettisti di apparecchiature, non da compagnie di navigazione. Questo scenario induce gli armatori a dipendere dai produttori di attrezzature che accelerano lo sviluppo di nuove tecnologie.
Indicatori significativi delle loro attività e della loro influenza	<ul style="list-style-type: none"> • Il numero di unità in funzione, in ordinativo (attualmente 300 navi in ordine o LNG ready su 60000 unità), in fase di retrofit, • La situazione di esercizio di un monopolio o di una posizione dominante sul mercato, • Il volume di attività (in TEU - Unità Equivalente a Venti Piedi, px, ...), • La natura dei contratti di fornitura (volume, durata, ecc.)
Risorse finanziarie, umane, strutturali e funzionali	Situazione attuale: 3.000 navi sono dotate di scrubber e possono continuare ad utilizzare l'HFO (2.000 sono previste), 700 sono alimentate a gas di cui 500 a GNL o altre navi gasiere, 250 navi cisterna per gas sono state ordinate.
Sinergie/conflitti politici ed economici in cui si manifestano (attori coinvolti, settore, stato attuale, orizzonte temporale)	Il timore degli armatori di non poter disporre di una rete di approvvigionamento efficiente. Per quanto riguarda i volumi finanziari, gli armatori chiedono visibilità per quanto riguarda l'offerta di bunkeraggio e l'offerta di prezzi « consegnati a bordo », che devono essere competitivi rispetto ad altre soluzioni tecnologiche.
Da chi e in che misura sono influenzati?	Le politiche di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo pongono un forte vincolo agli armatori: essi devono combinare i vincoli di riduzione delle emissioni con gli obiettivi economici di ricerca del profitto e di conquista di quote di mercato. La dissociazione del legame tra lo Stato, la nave e l'armatore indotta dal principio della libera registrazione. Gli spedizionieri stanno esercitando una crescente pressione sugli armatori per quanto riguarda il loro contributo alle politiche di riduzione delle emissioni: i più efficienti, i « di eccellenza ambientale » stanno diventando più attraenti, in risposta alle aspettative espresse dai consumatori in questo senso (ad esempio il Clean Cargo Group, istituito da Business for Social Responsibility).
I confini politici teorici e pratici che li caratterizzano	Esistono norme specifiche che devono tuttavia essere globalmente coerenti se intendono essere applicabili agli armatori. Gli armatori non possono più organizzare e realizzare la loro attività senza trasparenza sulle loro emissioni.



Indicatori	Tipologia di soggetto coinvolto
Organismi	Compagnie del gas
Ruoli e responsabilità	Fornitura del 98% del gas naturale consumato in Francia, importato in forma gassosa e liquefatta (GNL). A livello europeo, le importazioni raggiungono oltre il 60% e si prevede che supereranno l'80% nel 2030.
Ambito e livello di influenza	Il gas naturale importato in Francia proviene principalmente da quattro Paesi: Norvegia (38,1%), Russia (12%), Olanda (10,8%), Algeria (9,5%) e Qatar (1,8%). Secondo l'Agenzia Internazionale per l'Energia, la domanda di gas naturale in Europa supererà i 630 miliardi di Gm3 nel 2035. Con una produzione europea inferiore a 100 Gm3, le importazioni aumenteranno notevolmente. L'Europa si sta preparando in tal senso sviluppando le sue infrastrutture del gas.
Limiti geografici teorici e pratici del loro campo d'azione e della loro influenza	Il rischio di dipendenza dell'Europa dalle risorse esterne, in particolare da quelle russe, rimane elevato. Sviluppo che si sta verificando a livello europeo e mondiale.
Indicatori significativi delle loro attività e della loro influenza	Nuove capacità di importazione di GNL sono entrate in esercizio nel 2010 in Francia e Gran Bretagna (25 miliardi di metri cubi) e nel 2011 nei Paesi Bassi e in Italia (15,8 miliardi di metri cubi).
Risorse finanziarie, umane, strutturali e funzionali	La Francia offre la terza maggiore capacità di ricezione di gas naturale liquefatto (GNL) in Europa, con una capacità di rigassificazione di 24 Gm3/anno distribuita sulle sue coste atlantiche e mediterranee. La sua rete di trasporto è la più lunga d'Europa. Importanti interconnessioni del gas grazie ai suoi confini con cinque paesi europei a nord e a sud, tra cui la Svizzera e l'Italia. La sua capacità di stoccaggio è la terza più grande in Europa con oltre 12 Gm3 di volume utile. Questo stoccaggio permette di garantire l'approvvigionamento di gas durante i periodi di punta e facilita le operazioni di arbitraggio. L'investimento è la componente più importante: da 350.000 euro per il truck to ship a 20 milioni di euro per una chiatte e da 30 a 60 milioni di euro per una nave.
Sinergie/conflicti politici ed economici in cui si manifestano (attori coinvolti, settore, stato attuale, orizzonte temporale)	Ad eccezione della Norvegia, che non presenta rischi per la sicurezza dell'approvvigionamento, la Francia non dipende fortemente da un paese fornitore specifico, come è il caso invece di alcuni dei nostri partner europei (cfr. Germania o Stati Baltici). Gli Stati che producono petrolio greggio ad alto contenuto di zolfo (Venezuela, Messico e Paesi del Golfo Persico) sono contrari a qualsiasi misura per ridurre il contenuto di zolfo dei combustibili marini. Questa posizione è legata al loro desiderio di mantenere il trasporto marittimo come sbocco per i prodotti residui ad alto contenuto di zolfo, al fine di tutelare i propri interessi economici.
Da chi e in che misura sono influenzati?	L'incidente nucleare scatenato dallo tsunami l'11 marzo 2011 in Giappone ha riaperto i dibattiti sulla sicurezza delle centrali nucleari e sulla diversificazione delle fonti energetiche. La Germania ha deciso di eliminare gradualmente l'energia nucleare entro il 2022. I reattori più vecchi sono stati chiusi già nel 2011 (7 GW). La Commissione europea ha richiesto "prove di stress" per tutte le centrali nucleari. Questo contesto favorisce una domanda supplementare di gas in sostituzione dell'energia nucleare e in sinergia con lo sviluppo delle energie rinnovabili. Questa posizione sosterrà gli investimenti in nuove infrastrutture del gas.
I confini politici teorici e pratici che li caratterizzano	La concorrenza si intensifica a vantaggio dei consumatori. La messa in servizio di nuovi gasdotti, lo sviluppo di nuove capacità di ricezione e rigassificazione del GNL, nonché lo sviluppo di reti di trasporto e di punti di interconnessione tra i paesi stanno aprendo nuove rotte per il gas naturale. Geoeconomicamente: il mercato del gas naturale offre una maggiore stabilità rispetto al mercato del petrolio (anche se esiste un'interrelazione tra i prezzi del gas e del petrolio). Anche le riserve accertate di gas naturale sembrano essere più grandi e meglio distribuite, il che limita la fluttuazione dei prezzi. Il desiderio di utilizzare energie più pulite e di diversificare le forniture ha portato diversi paesi europei a sviluppare terminali GNL.

Indicatori	Tipologia di soggetto coinvolto
Organismi	Distributore e terminali GNL / Esempio Elengy
Ruoli e responsabilità	Rigassificazione. Ricarica. Distribuzione di GNL trasportato.
Ambito e livello di influenza	Elengy è il leader europeo dei terminali di gas naturale liquefatto e il 3° importatore mondiale di GNL. L'ambizione di Elengy è quella di essere un attore chiave che contribuisce allo sviluppo del mercato del GNL al dettaglio. Un mercato in rapida espansione in Francia e in Europa, che comprende due segmenti di mercato : <ul style="list-style-type: none"> • GNL trasportato, che ci permette di rifornire mercati piccoli o isolati: aziende industriali, società locali di distribuzione del gas, centrali elettriche, • Il carburante GNL (per il trasporto marittimo, o camion) ha notevoli vantaggi economici e ambientali rispetto ai carburanti petroliferi.
Limiti geografici teorici e pratici del loro campo d'azione e della loro influenza	Sul litorale italiano sono stati costruiti diversi terminali di rigassificazione (terminali di Panigaglia e Porto Viro). In Francia, 26.000 comuni non sono collegati alla rete del gas naturale, costringendo gli operatori economici presenti ad utilizzare combustibili fossili che emettono CO2 in maggiori quantità.
Indicatori significativi delle loro attività e della loro influenza	L'esempio Elengy : Capacità di stoccaggio GNL: 770.000 m3 Capacità di rigassificazione: 21,25 miliardi di m3 all'anno Capacità di carico delle autobotti: 25.000 camion/anno (8648 nel 2019). 198 scarichi di navi. 7 ricariche di navi / 168 TWh scaricati / 261 milioni di euro di fatturato. Gli impianti esistenti presso il terminale di Fos Cavaou, gestiti da Fosmax LNG, non possono accogliere navi con volumi inferiori a 15.000 m3 , mentre le esigenze del mercato del GNL di piccole dimensioni individuate da Fosmax LNG riguardano principalmente volumi compresi tra 5.000 e 7.500 m3.
Risorse finanziarie, umane, strutturali e funzionali	400 collaboratori. Capacità di rigassificazione: oltre 20 miliardi di m3 di gas naturale all'anno Quantità di energia ricevuta: oltre il 30% del consumo francese 250 scali effettuati.
Sinergie/conflicti politici ed economici in cui si manifestano (attori coinvolti, settore, stato attuale, orizzonte temporale)	In previsione dello sviluppo di nuovi utilizzi per il GNL, Elengy e Fosmax LNG avevano già proposto che la Commissione di regolamentazione dell'energia (CRE), in occasione dell'aggiornamento della precedente tariffa per l'utilizzo dei terminali GNL regolamentati, introducesse una tariffa specifica per la scarica e il carico di micro metaniere.
Da chi e in che misura sono influenzati?	Deve adattarsi agli sviluppi del mercato: per adattare il suo terminale alle navi più piccole, Fosmax LNG sta progettando di effettuare lavori sui suoi impianti. Inizialmente saranno necessari investimenti dell'ordine di 3 milioni di euro. Essi consentiranno a Fosmax LNG di ospitare fino a 50 navi porta-metano da 5.000 a 20.000 m3 all'anno. Gli investimenti previsti da Fosmax LNG riguardano i bracci di trasferimento, i dispositivi di ormeggio e i mezzi di accesso a bordo delle navi e del terminale. Sta installando una stazione di carico per petroliere (11 operazioni al giorno nel 2018) e sta modificando il pontile. Si sta prendendo in considerazione uno sviluppo simile al terminale di Fos Tonkin per soddisfare le esigenze di bunkeraggio delle navi da crociera. Nel 2018 il sito ha caricato 3.473 autocisterne (+85% rispetto all'anno precedente). Un investimento di 6 milioni di euro permetterà al terminale di raddoppiare la sua capacità...
I confini politici teorici e pratici che li caratterizzano	Esiste un incentivo connesso alle dimensioni dei terminali che va a vantaggio dei siti di stoccaggio più grandi.

Allegato 1

I cinque componenti che rendono l'ammoniaca un'alternativa credibile al GNL come combustibile marino:

1. Un sistema di produzione controllato,
2. Alta densità di energia,
3. Stabilità e basso costo di stoccaggio,
4. Molteplici usi come carburante (motore, turbina, cella a combustibile),
5. Per il produttore, indipendenza dalla rete di distribuzione.

I limiti: accettabilità sociale, percezione del rischio, produzione.

L'ammoniaca è percepita come un composto pericoloso. Non va inalato, può essere fatale a dosi elevate, anche se è molto odoroso e quindi facilmente rilevabile, a differenza dell'idrogeno. Potrebbe esserci un pericolo se c'è una perdita da un serbatoio di ammoniaca compressa in un'area ristretta.

La triste notizia della città di Beirut non giustifica l'utilizzo dei suoi sottoprodotti (nitrato di ammonio) e ci sarà nella rappresentanza collettiva l'idea di un grande rischio per il suo utilizzo. Questo composto di azoto e idrogeno non produce CO₂ o ossidi di zolfo quando viene bruciato nei motori diesel, ma la produzione fino ad oggi coinvolge fonti di energia che rimangono verdi.

Caratteristiche:

L'ammoniaca anidra (senza acqua), la formula NH₃, è un composto chimico costituito da un atomo di azoto e tre atomi di idrogeno. È liquido a -33 ° C o ad una pressione inferiore a 10 bar. Si tratta di livelli di temperatura e pressione molto più facili da raggiungere rispetto a quelli del gas naturale, che è liquido a -160 ° e dell'idrogeno (H₂) che è liquido a -253 ° C e che è immagazzinato sotto una pressione variabile da 350 a 700 bar.

La sua densità energetica in volume è quasi il doppio di quella dell'idrogeno liquido - il suo principale concorrente come carburante alternativo verde - ed è più facile da spedire e distribuire.

L'ammoniaca è solo 2,5 volte più grande della benzina quando è liquida ed è molto più facile da immagazzinare e trasportare rispetto all'idrogeno. I serbatoi che immagazzinano l'idrogeno devono essere molto resistenti per resistere alla pressione o molto ben isolati dal freddo. L'ammoniaca è quindi più gestibile dell'idrogeno liquido o compresso. Alla combustione non rilascia CO₂, ma può comunque produrre ossido di azoto se la combustione non è controllata.

Le opinioni:

Cédric Philibert, ex analista dell'Agenzia internazionale per l'energia: "L'ammoniaca potrebbe essere un'alternativa ai combustibili fossili nel settore marittimo a lunga distanza",

Tim Hughes, ricercatore sull'immagazzinamento dell'energia presso il gigante industriale Siemens di Oxford, Regno Unito: "In molti modi, questo è il prodotto ideale". "Puoi immagazzinarlo, spedirlo, bruciarlo e trasformarlo in idrogeno e azoto",

David Harris, Direttore della ricerca per le tecnologie a basse emissioni presso l'Organizzazione per la ricerca scientifica e industriale del Commonwealth australiano (CSIRO) a Pullenvale: "Questo è il ponte verso un mondo completamente nuovo. ", "L'ammoniaca è il principale catalizzatore per l'esportazione di energia rinnovabile".



Dorothe Jacobsen, direttore del dipartimento di ricerca sulla riduzione delle emissioni di MAN Energy Solutions: "Questo è l'argomento del momento",

Francesco Contino, professore presso VUB e UCLouvain, e partecipante al progetto FLEXnCONFU: "È un elemento facile da produrre, ovunque nel mondo, perché basta combinare azoto e idrogeno.",

Pr Hervé Jeanmart, coordinatore del progetto BEST: "Inoltre, la sua densità energetica è elevata, il che significa che può immagazzinare molta energia in un dato volume, ed è quindi ideale per l'importazione / esportazione. Il vantaggio ambientale è che non emette CO2 quando viene bruciato".

Gli esperimenti:

In particolare, una cella a combustibile ad ammoniaca sarà testata sulla nave di rifornimento Eldesvik Offshore, Viking Energy, entro il 2023.

MISC, Samsung Heavy Industries, Lloyd's Register e MAN stanno collaborando per sviluppare un progetto di navi cisterna alimentate ad ammoniaca.

Sintesi:

L'ammoniaca è un promettente carburante privo di emissioni di carbonio, nel contesto del raggiungimento dell'obiettivo dell'Organizzazione marittima internazionale di ridurre le emissioni di gas serra dalle navi di almeno il 50% entro il 2050. Sebbene l'ammoniaca è attualmente derivata principalmente da fonti fossili, la sua impronta ambientale potrebbe essere praticamente eliminata in futuro se fosse prodotta da elettricità rinnovabile. L'ammoniaca ha una serie di proprietà che richiedono ulteriori indagini: gli scienziati non hanno ancora una chiara comprensione di come brucia



Allegato 2

I cinque componenti che rendono il metanolo un'alternativa credibile al GNL come combustibile marino:

1. Il metanolo riduce le emissioni di SOx, NOx e particolato,
2. La produzione è possibile con energie rinnovabili,
3. Basso costo di modifica dell'infrastruttura di stoccaggio e rifornimento per il trattamento del metanolo,
4. Costo di costruzione di nuove navi e conversione delle navi esistenti in metanolo inferiore rispetto ad altre conversioni di carburante per il trattamento del metanolo,
5. Uno dei primi cinque prodotti chimici spediti in tutto il mondo ogni anno: elevata disponibilità di materiale grazie all'infrastruttura di produzione esistente.

I limiti: costi operativi, rischio, distribuzione.

Il metanolo ha un costo maggiore rispetto ai combustibili marini tradizionali. L'uso del metanolo nell'industria marittima è quindi attualmente limitato, il suo costo resta alto, intorno ai 400 \$ / t.

Liquido, ha una bassa temperatura di autoaccensione (punto di infiammabilità) di 11 ° C, che non rispetta le misure di sicurezza vigenti nel settore e richiederebbe l'installazione di idonei serbatoi di stoccaggio a bordo.

È pericoloso per il contatto.

L'uso più recente del metanolo come carburante richiede una comprensione dettagliata delle opzioni di consegna a terra e su chiatta, nonché la configurazione del serbatoio a bordo. Si prevede che lo stoccaggio di metanolo sarà disponibile nella maggior parte dei porti a causa del suo utilizzo nell'industria, ma ci sono pochissimi punti di rifornimento nel mondo.

Caratteristiche:

Sintetizzato dal gas naturale, il metanolo è un liquido incolore, volatile e facilmente infiammabile, ma stabile in condizioni normali di temperatura e pressione. Si dice che sia "alcol di legno" perché una volta era un sottoprodotto della distillazione del legno.

Può anche essere estratto da materie prime rinnovabili come rifiuti domestici o industriali (cellulosa) o anche con biomasse (residui forestali). Questo si chiama bio-metanolo.

Il metanolo è prodotto da più di 90 stabilimenti in tutto il mondo e viene trasportato in cisterne su navi, chiatte, ferrovia, camion e oleodotti. Può essere immagazzinato in normali serbatoi di prodotti petroliferi e utilizzato più facilmente del GNL come carburante dalle navi.

Le opinioni:

Douglas Raitt, direttore regionale dei servizi di consulenza, Lloyd's Register: "L'industria marittima sta valutando molte opzioni di decarbonizzazione nel suo percorso dal basso tenore di carbonio allo zero netto. Il metanolo è uno di questi e offre un percorso che consentirà ai proprietari di ridurre gradualmente il proprio profilo di emissioni utilizzando i sistemi motore e la tecnologia convenzionali per raggiungere lo zero netto. Questo riferimento tecnico supporterà il settore con consigli chiari e utili sulle migliori pratiche."

Chris Chatterton, COO del Methanol Institute (MI): "Il metanolo è sempre più visto come uno dei combustibili candidati per l'uso nella decarbonizzazione delle spedizioni. È già utilizzato come carburante per uso marittimo su navi cisterna, portarinfuse, traghetti e navi portuali. Il suo profilo di minore inquinamento e di emissioni di gas serra offre ai proprietari di case l'opportunità di soddisfare le normative IMO 2020 e avvicinarsi alla conformità IMO 2030, acquisendo preziose conoscenze per raggiungere le ambizioni del IMO 2050."



Progetti:

Il progetto “e4ship-Clean Energy Ships”, lanciato nel 2009 in Germania come parte di un programma nazionale di innovazione per l'idrogeno e le celle a combustibile, include un componente di celle a combustibile alimentate a metanolo (Pax-X- modulo ell).

Nei Paesi Bassi, il progetto LeanShips del valore di circa 23 milioni di euro, di cui circa 17 milioni di euro è una sovvenzione di Horizon 2020, è coordinato da Scheepswerf Damen Gorinchen BV. Include un caso di studio sull'uso del metanolo come carburante. L'obiettivo è convertire un motore diesel in modo che possa funzionare con metanolo e diesel.

In Svezia sono in corso studi, principalmente dalla Chalmers University, sull'uso del metanolo. La Germania ha lanciato il progetto MethaShip, che mira a utilizzare il metanolo dalle navi passeggeri. Società di classificazione Lloyd's Register (LR) che partecipa a progetti per l'approvazione in linea di principio.

Gli esperimenti:

Le prime navi sono in funzione dal 2016 con motori MAN Dual Fuel.

Il cantiere navale svedese Stena Line ha adattato la RO / Pax svedese Stena Germanica alla propulsione a metanolo nel 2014 con una sovvenzione del programma MIE-T.

Il cantiere navale Meyer Werft coordina il progetto di design per una nave da crociera e il cantiere navale Flensburger coordina il progetto di design RO / Pax.

Per quanto riguarda le navi da carico, il programma Waterfront Shipping prevede di investire in sette cisterne da 50.000 DWT equipaggiate con motori MAN che utilizzano metanolo come carburante.

Corsica Ferries prevede di convertire quattro navi per la propulsione mista GNL-metanolo entro il 2024 e di ricevere una nuova nave dual-GNL nel 2023. È in corso una consultazione sui cantieri per un progetto di costruzione.

Sintesi:

Il metanolo è il carburante che è uno degli argomenti di discussione e lavoro più frequenti nella comunità scientifica. Nel complesso, l'utilizzo di questa soluzione alternativa ha dimostrato di ridurre le emissioni di SOx, NOx, CO2 e particolato fine rispettivamente del 99%, 60%, 25% e 95% rispetto a MGO e HFO.

L'uso del metanolo può essere adattato per il trasporto marittimo a corto raggio, offshore, traghetti e segmenti passeggeri.



Bibliografia

AFG, ASSOCIATION FRANÇAISE DU GAZ (2016), « *Rôle du GNL carburant marin et fluvial dans la transition énergétique pour la croissance verte, Contribution au cadre d'action national sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs* » (CANCA), 40 page., on line.

ALIX Y.(2018), « *Prospective maritime et stratégies portuaires* », Collection Océanides, 285 page.

ANTONY P.-J., BARRERE M., BRISBOIS J. (1980), « *La recherche sur les énergies nouvelles* », Ed. du Seuil La Recherche.

BARRET A. (2018), « *Carburant Marin l'ère du GNL* », *Jeune marine*, n° 244.

BATTIAU M. (2008), « *L'énergie un enjeu pour les sociétés et les territoires* », Ed. Ellipses.

BAUDOUIIN J.C. (2018), Délégué interministériel, « *Propositions pour le renforcement de l'intégration de la gouvernance sur l'Axe Méditerranée Rhône Saône, Rapport à Monsieur le Premier Ministre* », Délégation interministérielle au développement de l'Axe portuaire et logistique Méditerranée- Rhône Saône, 65 page.

BEALL J. (2017), « *La politique européenne de transport maritime au regard des enjeux de développement durable et des engagements climat* ». Avis du Conseil économique, social et environnemental, Section des affaires européennes et internationales, 110 page.

BPO (BALTIC PORT ORGANIZATION) (2017), « *The Baltic Sea as a model region for green ports and maritime transport* », Gdansk, 22 page.

BURDEAU J. (2015), « *Le gaz naturel liquéfié, un carburant maritime* », *Annales des mines – Réalités industrielles*, Nov. 2015, pp. 44 -48.

BURDEAU Julien (2015), « *Le gaz naturel liquéfié, un carburant maritime* ». *Réalités industrielles*, Nov. 2015, pp.43 - 48.

CORNOT GANDOLPHE S.(2018), « *Le gaz dans la transition énergétique européenne : enjeux et opportunités* ». Études de l'IFRI, 90 page.

Cour des comptes, « *Note d'analyse de l'exécution budgétaire 2018 de la mission Écologie* », maggio 2019.

Cour des comptes, « *Le soutien aux énergies renouvelables* », Communication à la commission des finances du Sénat, marzo 2018.

DANISH MARITIME AUTHORITY (2012). « *North European GNL Infrastructure Project. A feasibility study for an GNL filling station infrastructure and test of recommendations* », Copenhagen, 234 page.



DEBRIE (2012), « *Hub Portuaires : les grands opérateurs mondiaux* », FLUX, n°87, Gennaio-Marzo 2012.

DIRECTION GENERALE DES INFRASTRUCTURES, DES TRANSPORTS, ET DE LA MER (2016), « *Schéma national d'orientation pour le déploiement du gaz naturel liquéfié comme carburant marin* », 46 pagine.

DIVE J., « *Rapport d'information à l'Assemblée Nationale, Les freins à la transition énergétique* », Volume 1, 25 giugno 2019, 286 pagine.

DOUDNIKOFF M., (2015), « *Réduire les émissions du transport maritime : les politiques publiques et leurs impacts sur les stratégies des compagnies maritimes de lignes régulières* », Thèse de doctorat, Université Paris Est, 380 pagine.

DURANTHON J.P. (2016), « *L'approvisionnement en gaz naturel de la Corse* », Rapport CGEDD n° 010736-01 - CGE n° 2016/18/CGE/SG, 44 pagine.

DURVILLE J.L. (2015), « *Filière hydrogène-énergie, Rapport à Madame la ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Monsieur le ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique* », N° 2015/07/CGE/SG, 161 pagine.

EUROPEAN COMMISSION (2012), « *GNL Masterplan for Rhône-Main-Danube Masterplan for introduction of GNL as fuel and as cargo for inland navigation 2012-EU-18067-S* », Bruxelles, 70 pagine.

GEE K. (2017), « *Identifying culturally significant areas for marine spatial planning* » in Ocean & Coastal Management, 136 (2017), pp. 139-147.

GERMAN ENERGY AGENCY (2014), « *GNL in Germany: Liquefied Natural Gas and Renewable Methane in Heavy- Duty Road Transport. What it can deliver and how the policy framework should be geared towards market entry* ». Berlino, 28 pagine.

GERMANISCHER LLOYD, (2015), « *Study on Standards and Rules for bunkering of gas-fuelled Ships* », Report EMSA European Maritime Safety Agency, N°2012.005, Versione 1.1/2013-02-15, 160 pagine.

HONGJUN Fan *et al.* (2018) « *GNL bunkering pontoons on inland waters in China* ». Natural Gas Industry (2018) pp. 148 – 155 (on line).

HUSSON J.F. Sénateur (2018), « *RAPPORT D'INFORMATION fait au nom de la commission des finances sur l'enquête de la Cour des comptes sur le soutien aux énergies renouvelables* », *registrato presso la Presidenza del Senato il 18 aprile 2018.*, 171 pagine.

INERIS, Ministère de la transition écologique et solidaire, Cerema, Citepa et Plan Bleu, « *Étude de faisabilité technique sur la mise en œuvre d'une zone de réduction des émissions des navires (ECA) en Méditerranée* », gennaio 2019

Inspection générale des finances et Conseil général de l'environnement et du développement durable, « *La transformation du modèle économique des grands ports maritimes* », novembre 2018.



JOUFFRAY J.F., ERHARDT J.B., ALLAIS V., « *Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant marin. Un défi maritime à relever collectivement* ». CGEDD. Rapport n° 008091-04, Paris, 170 page.

MAGALOG - Maritime Gas Fuel Logistics (2008), « *Developing GNL as a clean fuel for ships in the Baltic and North Seas* », research program financed by European Commission, Décembre 2008, 89 page.

MALER P., ERHARDT J.-B. (coord) (2015), « *Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant. Le GNL, composante européenne de la transition énergétique du transport routier de marchandises* ». CGEDD. Rapport n° 008091-03, Paris, 108 page.

MALER P., ERHARDT J.-B. (coord) (2016), « *Coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant. Le transport fluvial, un atout pour le développement de l'utilisation du GNL dans le cadre de la transition énergétique* ». CGEDD. Rapport n° 008091-04, Paris, 58 page.

MERK OLAF, DIR. (2018), « *Fuelling Maritime Shipping with Liquefied Natural Gas. The Case of Japan* », International Transport Forum, OCDE, Paris, 38 page.

MERKEL ENERGY (2017), « *Potenzialanalyse: GNL-Infrastruktur an der deutschen Nordseeküste unter Betrachtung besonders geeigneter Standorte, MARIKO GmbH GreenShipping Kompetenzzentrum Niedersachsen* », Octobre 2017, 204 page.

NIGOUL C. (2014), « *L'Europe et la Méditerranée : le défi énergétique* », Centre international de formation européenne », in *L'Europe en Formation* 2014/1 n° 371, pp. 93-108

ODGEREL BATT, PACK WILLIAM (2019), « *China's Search for Blue Skies. Understanding GNL's Role* », Eprinc, Avril 2019, 57 page on line.

PÖYRY (2015), « *Preparation Study on General Reform of the Natural Gas Market Act* », A Report to The Ministry of Employment and the Economy, 54 page.

ROZMARYNOWSKA M. (2010). « *LGN in the Baltic sea region, opportunities for the ports* », Akademia Morska w Gdyni, nr 67, grudzień 2010, pp. 89 -100.

SCHNACK PETRA, KRÜGER MARKUS, Edit. (2015), *In Focus – « GNL as ship fuel, DNV GL »*, Hamburg, 52 page (on line).

SERRY A. (2017). « *Development of liquefied natural gas facilities in the Baltic Sea ports: a Geographical Perspective. In Regional Formation and Development Studies* », No. 3 (23), pp 141-151.

Secrétariat général de la mer, « *Dossier de presse : Comité interministériel de la mer 2018* », novembre 2018.

STRÄUSSLER JÖRG. DENCKER FELIX (2008), « *GNL for Lübeck feasibility considerations, within the framework of the project « Magalog »* ». WP5 / WP 6b, 20 page.



Transports & Environnement, *Étude : One Corporation to pollute them all. Luxury cruise air emissions in Europe*, giugno 2019.

VASPART M. Sénateur (2020), « *RAPPORT D'INFORMATION, Fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable par la mission d'information relative à la gouvernance et à la performance des ports maritimes* », Volume 1, 165 pagine.

WANG SIYUAN, NOTTEBOOM THEO (2015), « *The role of port authorities in the development of GNL bunkering facilities in North European ports* ». *Journal of Maritime Affairs*, Aprile 2015, Volume 14, Conclusioni 1, pp 61-92.

WÄRTSILÄ (2018), « *Developer's Guide to small-scale GNL terminals* », 36 pagine.

WILHELMSSEN (2019), « *China: Hunger for Cleaner Energy* ». *Bunker Ports News*, 24 Aprile 2019, on line.

WOESSNER (2014), « *Les ports de l'Europe et de la Méditerranée* », Paris Sorbonne.





Progetto “**PROMO GNL - Studi e azioni comuni per
promuovere l'uso del GNL nei
porti commerciali**”

Programma Interreg IT-F Marittimo 2014-2020

REPORT

*Quadro sinottico delle soluzioni ottimali
per l'impiego del GNL in ambito portuale
del progetto PROMO GNL*

I.R.E. S.p.A

31/12/2019

Premessa

Il presente studio oggetto dell'incarico si inserisce in maniera continuativa e complementare alle altre attività portate a termine da IRE Spa, regione Liguria e dagli altri partner all'interno del progetto PROMO GNL.

In riferimento al progetto PROMO GNL, il presente documento si pone in maniera sinergica rispetto alle attività già avviate per la definizione della strategia per la diffusione del GNL nell'area di cooperazione.

Lo studio è inoltre allineato alle esperienze ed alle attività complementari che Regione Liguria ha maturato e sviluppato, orientate a identificare possibili strategie a supporto dell'attuazione della rete per i combustibili alternativi e volte ad assistere i territori a trasformare l'opportunità offerta dal GNL in valore aggiunto per ridurre le emissioni inquinanti prodotte dal settore dei trasporti nell'ambito dei territori interessati dall'intervento.

Il presente documento ha l'obiettivo di realizzare un *Executive Summary* degli elaborati e delle conoscenze congiunte maturate nell'ambito del Progetto PROMO-GNL, con l'ottica di favorire l'adozione di adeguate scelte e azioni in merito alla promozione degli impieghi ottimali del GNL nei porti commerciali.

Il report, pertanto, mette a punto l'omogeneizzazione e la capitalizzazione degli specifici studi e delle buone pratiche messe a punto dai diversi Partner coinvolti nel Progetto PROMO-GNL, riferiti in particolare al contesto del mercato del GNL nel Mediterraneo nord occidentale ed ai focus tematici sulle opzioni di impiego del GNL come combustibile per le manovre ferroviarie in ambito portuale e sulle diverse azioni adottabili per l'efficientamento energetico sui consumi delle utenze portuali, offrendo un quadro d'insieme utile ai soggetti decisori e programmatori territoriali coinvolti a diverso titolo nello sviluppo delle rete infrastrutturale legata al GNL.

SOMMARIO

1. EXECUTIVE SUMMARY	5
2. IL Contesto del mercato GNL nel Mediterraneo nord-occidentale	9
2.1 il servizio di bunkeraggio nei principali porti dell'area	10
2.1.1 Prezzi dei combustibili marittimi nei porti italiani	11
2.1.2 Competitività del GNL nel trasporto marittimo.....	13
2.1.3 Evoluzione della flotta GNL nell'area di cooperazione	14
2.2 Sintesi dell'offerta nel contesto territoriale di riferimento	17
2.2.1 L'offerta reale dei terminali di import con servizi si small scale attivi nel Mediterraneo occidentale.....	17
2.2.2 L'offerta potenziale dei prossimi impianti del bacino tirreno-ligure – adeguamenti e nuove realizzazioni.....	20
2.2.3 Gli sviluppi nell'area di cooperazione limitrofa: la politica di sviluppo del GNL nel VAR 24	
2.3 quadro delle migliori soluzioni tecnologiche disponibili per lo stoccaggio e il bunkeraggio di GNL	29
3. Consumi portuali, esempi di efficientamento e riduzione delle emissioni	34
3.1 Veicoli con sistemi di propulsione ibridi.....	34
3.1.1 attrezzature per la movimentazione container del Terminal Darsena Toscana	36
3.1.2 Consumi energetici del Terminal Darsena Toscana.....	37
3.1.3 Gru RTG.....	38
3.1.4 Ralla portuale	41
3.1.5 Locomotori di manovra	42
3.1.6 Locomotore di manovra in puro elettrico bimodale.....	45
3.2 opzioni di impiego del GNL per le manovre ferroviarie in ambito portuale.....	46
3.2.1 indagine e ricerca sul GNL utilizzato in ambito ferroviario	48
3.2.2 stato dell'arte delle manovre ferroviarie all'interno dei porti nel territorio di cooperazione	49
3.2.3 Caratteristiche dei locomotori del case-study.....	52
3.2.4 Analisi di differenti soluzioni tecniche di refitting dei locomotori	53
3.2.5 Impatto dell'intervento di refitting su emissioni, prestazioni, consumi e costi di esercizio	54

3.2.6	Valutazioni economiche dell'investimento di retrofitting	57
3.2.7	Considerazioni sulla rete di ricarica	58
3.3	Consumi portuali, esempi di efficientamento e riduzione delle emissioni. Il caso del porto di Livorno	59
3.3.1	quadro sinottico delle azioni di efficientamento energetico sui consumi portuali	63

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	estensione geografica dell'area di riferimento per il bunkeraggio di GNL	9
Figura 2:	volumi di bunkeraggio marittimo nel Mediterraneo per area e tipologia di nave.....	10
Figura 3:	andamento dei volumi di bunkeraggio marittimo a livello mondiale	10
Figura 4:	andamento dei volumi di bunkeraggio marittimo a livello mondiale	11
Figura 5:	andamento del prezzo dei combustibili marittimi in Italia	12
Figura 6:	andamento del prezzo dei combustibili marittimi nei porti dell'area di riferimento (2016-2019)	12
Figura 7:	andamento del Europe spot LNG price (2015-2019)	13
Figura 8:	itinerari di viaggio della AIDA Nova	16
Figura 9:	itinerari di viaggio della Costa Smeralda	16
Figura 10:	Portacontainer CMA CGM alimentata a GNL	25
Figura 11:	LNG Bunker ship operativa nel porto di Marsiglia-Fos	25
Figura 12:	Piano strategico per la fornitura di GNL per il porto di Tolone	26
Figura 13:	Struttura funzionale di veicoli con sistema di propulsione ibrido	35
Figura 14:	tipologia di attrezzature presenti nel Terminal Container TdT.....	36
Figura 15:	Riduzione dei consumi di combustibile per le RTG nelle varie configurazioni simulate	40
Figura 16:	Analisi economiche preliminari per le RTG nelle varie configurazioni simulate....	40
Figura 17:	Caratteristiche della ralla portuale presa in considerazione per il case study	41
Figura 18:	Esempio di locomotore di manovra portuale – modello D141	43
Figura 19:	locomotiva di Fuori Muro ristrutturata ed operativa all'interno dell'area portuale .	52
Figura 20:	Risultati dell'abbattimento di CO ₂ , NO _x e PM nel caso studio del porto di Tarragona.....	55
Figura 21:	Contributo al consumo totale portuale per ogni tipologia di mezzo	60
Figura 22:	Contributo al consumo totale del porto di Livorno per ogni tipologia di mezzo.....	62

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: i terminali Small scale GNL in corso di autorizzazione nel bacino Tirrenico	23
Tabella 2: punti di forza e debolezza delle diverse soluzioni di stoccaggio del GNL.....	30
Tabella 3: punti di forza e debolezza dell'impiego di autobotti e ISO containers.....	32
Tabella 4: punti di forza e debolezza dell'impiego di bunker ships e bettoline	33
Tabella 5: Consumi elettrici e di carburante del TdT per l'anno solare 2015	38
Tabella 6: caratteristiche dei due casi presi in esame per il case study sulla ralla portuale ..	41
Tabella 7: risultati dei due casi presi in esame per il case study sulla ralla portuale	42
Tabella 8: caratteristiche del ciclo di operazione del locomotore di manovra portuale.....	44
Tabella 9: flussi di potenza di energia per ciascun componente.....	44
Tabella 10: Elettrificazione rete ferroviaria in Liguria, Toscana e Sardegna	46
Tabella 11: tabella prestazioni trazione a gasolio vs metano.....	56
Tabella 12: valutazione dei costi di esercizio trazione a gasolio vs metano.....	57
Tabella 13: valutazioni economiche dell'investimento di retrofitting.....	58
Tabella 14: consumi portuali per i porti di Livorno, Rotterdam e Valencia	59
Tabella 15: Consumi elettrici degli operatori nel porto di Livorno	60
Tabella 16: Caratteristiche e consumi delle navi in sosta nel porto di Livorno	62
Tabella 17: possibili azioni di efficientamento dei mezzi portuali per la riduzione delle emissioni.....	63
Tabella 18: possibili azioni di efficientamento dei mezzi portuali per il porto di Livorno	64

1. EXECUTIVE SUMMARY

Le prospettive di sviluppo dell'uso del gas naturale liquefatto (GNL) come combustibile marittimo, per gli usi ancillari nei porti oltre che per la logistica nel Mediterraneo Nord-Occidentale dipendono in gran parte dalle più generali prospettive di sviluppo del traffico marittimo dell'intero bacino, dall'andamento dei prezzi del GNL nel confronto dei combustibili concorrenti e dalle politiche ambientali mondiali, europee e dei paesi rivieraschi. Rilevanti sono infine le scelte dei trasportatori marittimi e terrestri che tengono sempre più in considerazione l'evoluzione della sensibilità ecologica dei clienti.

In un contesto globale di forte evoluzione dei sistemi trasportistici nell'ambito della cosiddetta "transizione energetica", con le incertezze che essa comporta, diventa essenziale la disponibilità di infrastrutture di approvvigionamento coerenti tecnicamente e temporalmente con l'arrivo delle imbarcazioni da approvvigionare. Trattandosi prevalentemente di scelte di investimento private, non è semplice far procedere di pari passo lo sviluppo delle infrastrutture di alimentazione dei mezzi con la penetrazione dei mezzi stessi, soprattutto in un continente articolato come l'Europa.

A livello normativo, L'organizzazione Marittima Internazionale (IMO) ha attuato una strategia per ridurre l'intensità di carbonio delle navi. L'organizzazione si prefigge l'obiettivo di ridurre, rispetto al 2008, almeno il 50% del volume totale delle emissioni delle navi entro il 2050. Le emissioni di CO₂ devono diminuire di almeno il 40% entro il 2030 e, se possibile, del 70% entro il 2050. Il contenuto massimo di zolfo autorizzato nei carburanti passerà ufficialmente dal 3,5 allo 0,5% il 1° gennaio 2020.

Sotto questa spinta, l'Unione Europea ha adottato la direttiva 2014/94/UE sulla "realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi" che persegue il duplice obiettivo di ottemperare agli obiettivi comunitari di abbattimento delle emissioni generate dal trasporto e di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili tradizionali attraverso la realizzazione, con tempistiche modulate per i diversi modi di trasporto, delle reti di approvvigionamento e distribuzione di combustibili alternativi tra i quali rientrano elettricità, idrogeno, biocarburanti, combustibili sintetici e paraffinici, e soprattutto, il gas naturale (compreso il biometano, il gas naturale compresso –GNC-, il gas naturale liquefatto – GNL -, il gas di petrolio liquefatto – GPL).

A livello nazionale, il Quadro Strategico Nazionale (QSN) sulla "fornitura di gas naturale per il trasporto e per altri usi" allegato al recepimento nazionale della direttiva 2014/94 (c.d. DAFI) sulla realizzazione della rete per i combustibili alternativi recentemente ha analizzato il mercato potenziale relativo alla fornitura di gas naturale liquefatto (GNL) per la navigazione marittima e interna, per il trasporto stradale e per altri usi.

Nonostante gli sforzi e le recenti normative, pesanti sfasature sono ancora presenti sia per il settore del trasporto marittimo sia per quello terrestre. Ciò nonostante il potenziale vantaggio del GNL rispetto ai combustibili concorrenti è di essere caratterizzato da una pluralità di impegni per ogni tipologia di mezzo di trasporto (navi, camion, treni, mezzi portuali etc.), aumentando il bacino della domanda e l'integrazione lungo l'intera *supply chain*.

I noti vantaggi ambientali del GNL (significativa riduzione di CO₂, NO_x, eliminazione di poveri sottili e ossidi di zolfo), non scalfiti dall'essere il CH₄ comunque un elemento fossile con temporaneo impatto climalterante, sono rafforzati oggi dall'evoluzione tecnologica (bioGNL, metanazione, miscelazione con idrogeno prodotto con le fonti rinnovabili e sottrazione di CO₂ dall'ambiente) e della sensibilità sociale verso l'economia circolare, il superamento della petrolchimica da petrolio, la sostituzione della plastica con prodotti analoghi biodegradabili.

Il Mar Mediterraneo, ed in particolare l'area che va dal Golfo di Suez allo Stretto di Gibilterra, sopporta già oggi il maggior traffico marittimo mondiale, circa il 20%, ed è anche la regione di cui si prevede il maggior sviluppo demografico rispetto all'Europa centro settentrionale.

In questa prospettiva il GNL può e deve svolgere un ruolo importante nella prospettiva della transizione dal gas naturale all'idrogeno e/o alla produzione elettrica da fonti rinnovabili. La "rete neurale" della regione mediterranea sono i suoi porti e per questo la loro trasformazione-evoluzione nel senso dell'efficienza energetica e della riduzione del loro impatto ambientale, iniziando con la diffusione del GNL in tutti gli usi possibili, costituisce uno degli obiettivi più rilevanti più rilevanti delle politiche europee per la regione, di cui il progetto Interreg PROMOBNL è parte rilevante.

A testimonianza di ciò, l'efficientamento dei consumi portuali è messo al centro delle politiche nazionali di settore, con l'adozione, a livello nazionale, delle "Linee guida per la redazione dei documenti di pianificazione energetico-ambientale dei sistemi portuali" (adottate con Decreto ministeriale n. 408 del 17 dicembre 2018) che prevedono espressamente che la pianificazione del sistema portuale debba essere rispettosa dei criteri di sostenibilità energetica e ambientale, in coerenza con le politiche promosse dalle vigenti direttive europee in materia.

In questo contesto il ruolo del GNL nella pianificazione energetico-ambientale dei porti e nella riduzione delle emissioni portuali assume un ruolo di primo piano.

Si consideri inoltre che il GNL garantisce una pluralità di impieghi nei diversi mezzi di trasporto lungo tutta la catena intermodale, generando effetti di scala e di filiera e rendendo economicamente più vantaggiose le infrastrutture di approvvigionamento e distribuzione. Inoltre, potendolo utilizzare in tutte le fasi della logistica portuale e non solo, estende i suoi vantaggi ambientali in più ampie aree industriali fino a costituire dei corridoi di transito a lunga percorrenza a basso impatto ambientale.

Coerentemente con questo contesto, il Decreto legislativo DAFI e i DEASP prevedono nelle strategie di adeguamento energetico-ambientale dei porti l'alimentazione delle grandi navi con il GNL, e quindi la realizzazione delle infrastrutture necessarie per i rifornimenti e non esclude misure di incentivazione per gli armatori che intendano adeguare le navi stesse.

L'elemento di novazione introdotto dai DEASP è quello di incentivare e promuovere l'utilizzo del GNL non solo come combustibile marittimo, ma anche come combustibile "per gli apparati e i veicoli di servizio" con l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica delle strutture e degli impianti, quando non è possibile o conveniente elettrificare il consumo.

In tale contesto, gli specifici approfondimenti condotti dal partenariato di PROMO-GNL e oggetto di sintesi e valorizzazione nel presente lavoro, costituiscono elementi conoscitivi importanti legati allo sviluppo del GNL in ambito portuale con soluzioni tecnologiche che presentano uno stato di maturità e penetrazione nel mercato certamente più limitato rispetto a quelle legate all'utilizzo del GNL sui mezzi pesanti terrestri e sulle grandi navi, soluzioni ormai lungamente approfondite e dibattute.

Detto questo, il gap infrastrutturale nel primo anello della catena di approvvigionamento del GNL (terminali di importazione e distribuzione primaria) rimane la principale criticità per lo sviluppo del mercato nell'arco tirrenico come nel resto d'Italia.

Infatti, i terminali italiani ad oggi non consentono il caricamento di navi cisterna e/o bunker che consegnino il GNL direttamente agli utenti finali. Tale barriera può essere superata principalmente in virtù di quanto segue:

- La realizzazione di depositi costieri con servizi di Small Scale bunkering;
- Gli adeguamenti dei terminali di rigassificazione (come Panigaglia e OLT Offshore);
- L'entrata in funzione di una o più unità navali di bunkeraggio (pontoni o bunkerine) dedicate al mercato di riferimento dell'area di cooperazione.

L'ultima soluzione citata al momento sembra essere quella maggiormente perseguibile da parte degli operatori locali per lo sviluppo del mercato del bunkeraggio Small Scale GNL nell'immediato futuro, investendo in navi bunker come infrastruttura mobile per la fornitura STS e per alimentare depositi costieri.

Tanto dall'analisi delle buone pratiche esistenti, quanto dalla valutazione critica delle diverse opzioni e tecnologie di bunkeraggio adottabili nel contesto di riferimento, appare ormai assodato come ad ogni modo non sia ipotizzabile soddisfare tutte le esigenze delle diverse utenze in porti differenti (ciascuno con le proprie specificità) attraverso un'unica modalità di trasporto e/o bunkeraggio, garantendo al tempo stesso efficienza in termini di costi, flessibilità operativa, consegna tempestiva di GNL e capacità di seguire progressivamente l'evoluzione della domanda di GNL.

Inoltre, trasversalmente a tutte le ipotesi legate alla catena di rifornimento, la possibilità di approvvigionarsi, almeno in parte, da impianti di Bio-GNL, dovrebbe essere attenzionata dagli operatori e dalle amministrazioni coinvolte in quanto soluzione in grado di minimizzare gli impatti ambientali della filiera.

In ogni territorio costiero, la strategia ottimale potrà tuttavia essere definita solo a valle del confronto con gli stakeholders locali del settore e della redazione di analisi tecnico-economiche sito-specifiche delle diverse soluzioni ipotizzate.

Vengono infine riportati di seguito alcuni spunti di riflessione che riguardano alcuni prominenti fattori di "sistema" su cui insistere ed in grado di facilitare lo sviluppo generale del GNL come combustibile, tra cui:

- puntare sullo sviluppo delle competenze e delle professionalità di alto livello legate ai servizi di bunkeraggio del GNL;

- conseguire una effettiva pianificazione strategica di lungo periodo sinergica da parte delle diverse Autorità competenti (MiSE, MIT, AdSP)
- elaborare un approccio uniforme a livello nazionale, interregionale, europeo e Mediterraneo per uniformare i criteri di valutazione ed approvazione delle diverse operazioni di bunkeraggio, anche con particolare riferimento alla possibilità di svolgimento di operazioni commerciali in simultanea (es. carico/scarico dei passeggeri a bordo);
- sviluppare indirizzi strategici e riferimenti normativi omogenei comuni per tutte le Autorità di Sistema Portuale e gli operatori;
- istituire tavoli di lavoro, congiunti e permanenti, per garantire l'analisi comune e coordinata delle tematiche di natura strategica e di indirizzo politico, di natura giuridico/amministrativa, tecnica, di formazione del personale e delle procedure operative connesse all'utilizzo del GNL in ambito portuale e supportare le amministrazioni locali su procedure e regole;
- valutare misure finalizzate ad una maggiore penetrazione del GNL nel settore del trasporto marittimo, quali eventuali incentivi e/o defiscalizzazione per la costruzione di *bunker ships* e depositi di GNL ad uso marittimo portuale;
- prevedere provvedimenti premianti e di sostegno economico per le flotte navali alimentate a GNL (ad esempio attraverso la definizione di idonee tariffe portuali per agevolare l'utilizzo di mezzi marittimi alimentati a GNL) e per la realizzazione di nuove unità navali, a valle di un attento monitoraggio delle emissioni prodotte in porto per ciascuna tipologia e unità navale, per indirizzare e massimizzare l'efficacia di tali provvedimenti;
- fornire un quadro fiscale certo e stabile, che consenta un recupero degli investimenti in tempi certi;
- aumentare i controlli sulla "*compliance*" dei "*low sulphur fuels*" e rendere effettive le relative sanzioni
- rendere più competitivo il servizio di bunkeraggio di GNL in Italia, prevedendo azioni di supporto sotto il profilo della formazione e dello sviluppo delle competenze.

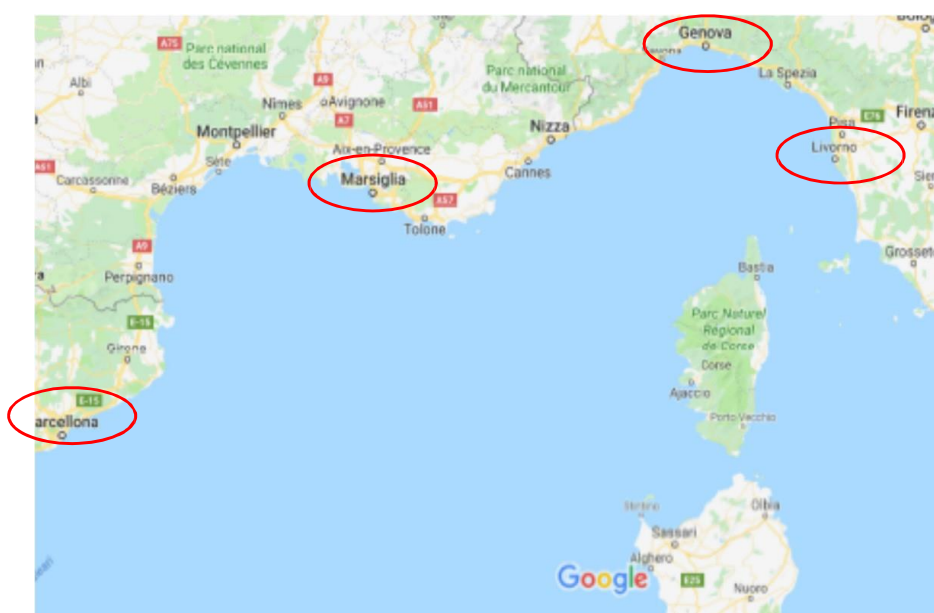
2. IL Contesto del mercato GNL nel Mediterraneo nord-occidentale

Il presente capitolo sintetizza e mette in evidenza le principali risultanze dell'analisi del mercato di riferimento per l'area di cooperazione, analizzate all'interno del Deliverable 1.3.1 del progetto PROMO-GNL¹.

Il contesto di riferimento nell'ambito del presente lavoro è inquadrabile nell'area del Mediterraneo Nord Occidentale, costituita dalle acque sottese alla costa continentale europea tra Barcellona e Orbetello e comprendente le coste della Corsica e della Sardegna Occidentale. In questo ambito i principali porti in termini di traffico marittimo e dotazione di servizi per il bunkeraggio sono:

- Barcellona,
- Marsiglia,
- Genova e
- Livorno.

Figura 1: estensione geografica dell'area di riferimento per il bunkeraggio di GNL



¹ Deliverable 1.3.1: “Rapport et analyse diagnostique pour la conversion GNL de moyens existant (moyens portuaires, embarcations, bateaux de pêche) Le rapport décrit les solutions techniques de conversion et les écarts par rapport aux conditions d'applications nécessaire pour répondre aux attentes. Identifie les leviers de la promotion GNL correspondants pour chaque type d'applications.” Università di Pisa – DESTEC, Novembre 2019.

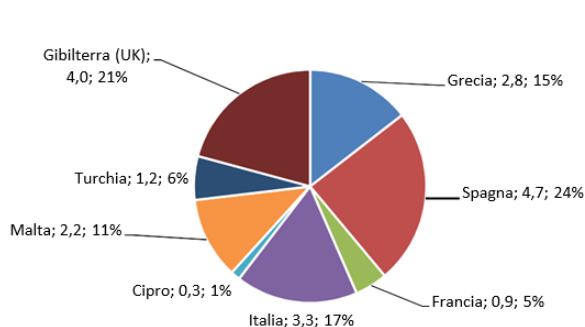
2.1 IL SERVIZIO DI BUNKERAGGIO NEI PRINCIPALI PORTI DELL'AREA

Negli ultimi anni i consumi di prodotti petroliferi per il trasporto marittimo nel Mediterraneo si sono attestati a circa 18 Mt/anno, con una prevalenza dei consumi relativi alle navi portacontainer, cisterna e cargo (74%), seguiti dalle navi adibite al trasporto di passeggeri e veicoli (22%).

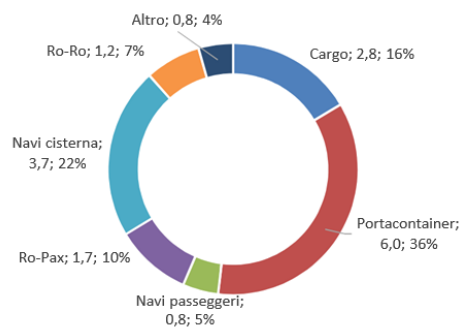
Nel Mediterraneo le vendite di bunker registrate nei porti di Spagna, Italia e Francia pesano per circa il 45% del totale. Di seguito vengono riportati i volumi di vendita dei prodotti petroliferi per bunkeraggio nei porti di riferimento:

- Barcellona 0,9 Mt/a
- Genova 0,9 Mt/a
- Marseille-Fos 0,6 Mt/a
- Livorno 0,5 Mt/a

Figura 2: volumi di bunkeraggio marittimo nel Mediterraneo per area e tipologia di nave



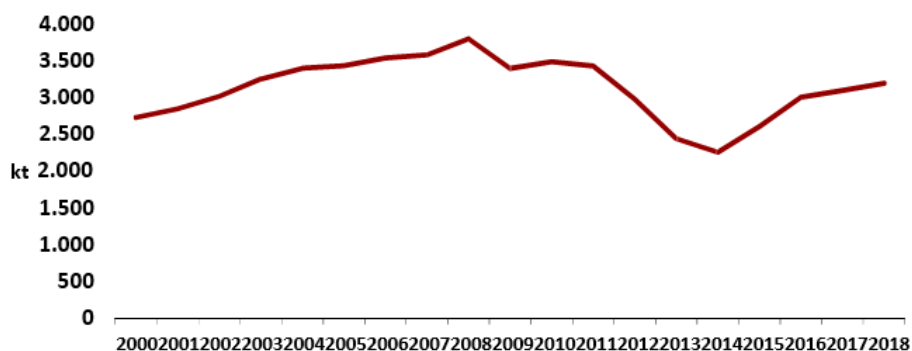
Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Eurostat



Fonte: elaborazioni REF-E su dati IIASA

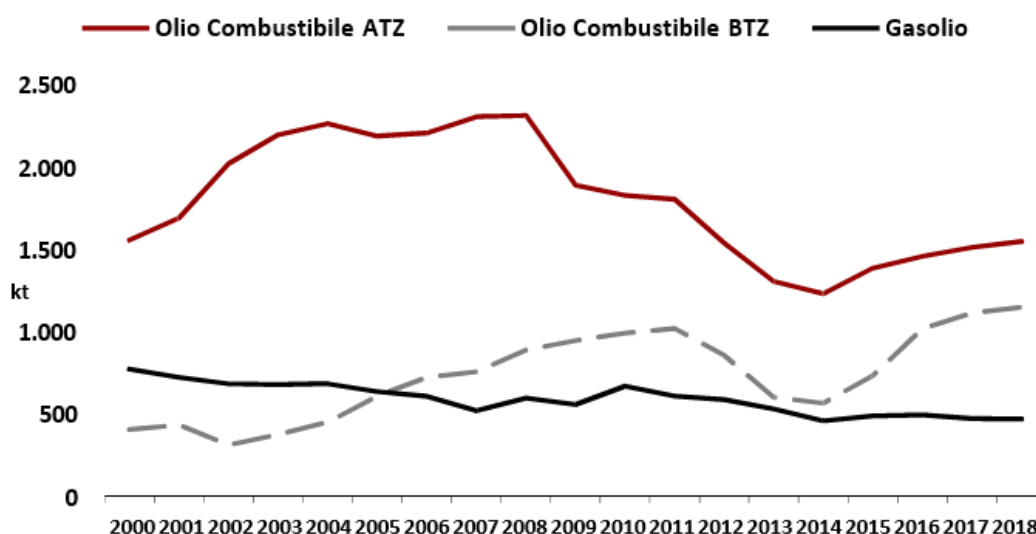
A livello globale, si registra una prosecuzione del trend di crescita dei volumi di bunker degli ultimi anni. Nonostante ciò, il livello attuale comunque è ancora al di sotto dei livelli registrati tra il 2003 e il 2011. Il complesso dei consumi di prodotti petroliferi per bunkeraggio registrati dal MSE per il 2018 è stato pari a circa 3,189 migliaia di tonnellate, con un incremento del 3% rispetto al 2017 (vedi figura seguente).

Figura 3: andamento dei volumi di bunkeraggio marittimo a livello mondiale



Il più utilizzato è l'olio combustibile ad alto tenore di zolfo (ATZ) che nel 2018 ha pesato per circa il 50% dei consumi. Sempre nel 2018 l'olio combustibile a basso tenore di zolfo (BTZ) ha pesato per il 35%, mentre il gasolio (MGO) per circa un 15% delle forniture di bunker (Figura 5).

Figura 4: andamento dei volumi di bunkeraggio marittimo a livello mondiale



2.1.1 PREZZI DEI COMBUSTIBILI MARITTIMI NEI PORTI ITALIANI

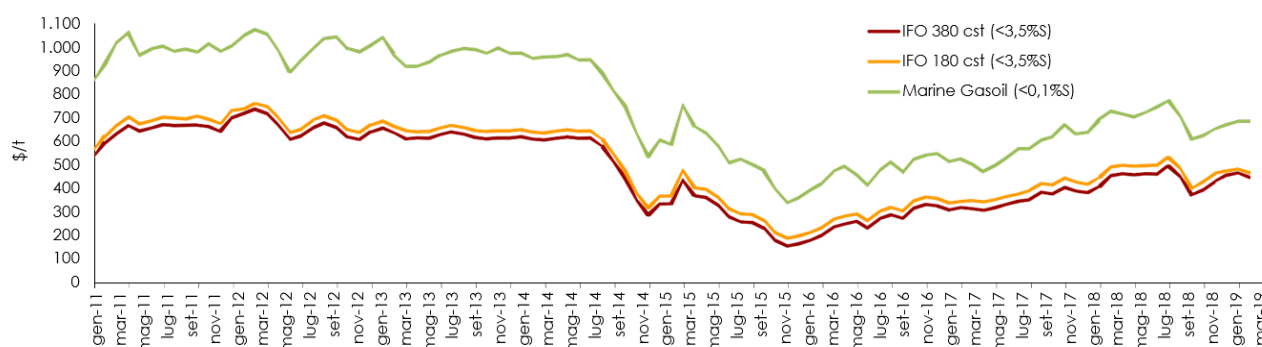
Il presente paragrafo mira a fornire una sintetica visione dell'andamento dei prezzi dei combustibili marittimi nell'area di riferimento.

Come è possibile riscontrare dall'analisi della figura sottostante, nei primi nove mesi del 2018 si è registrato un significativo trend di crescita dei prezzi (franco bordo) dei prodotti petroliferi per bunker registrati nei porti italiani, che è si è drasticamente invertito negli ultimi mesi dell'anno, con prezzi che a dicembre sono tornati sui livelli della fine del 2017. Nel primo semestre 2019 i prezzi dei combustibili marittimi hanno avuto una ripresa senza però recuperare i livelli della fine del 2018.

In particolare, a giugno 2019 il prezzo del gasolio marino ha raggiunto i 686 \$/t crescendo del 12% rispetto al valore di dicembre 2018. L'IFO 380 < 3,5%S alla fine del primo semestre 2019 ha fatto invece registrare un aumento del 17% rispetto al prezzo di gennaio 2018.

Lo spread di prezzo tra il gasolio marino e gli olii combustibili ha registrato (nel primo semestre 2019), valori medi di circa 226\$/t, lieve crescita rispetto al semestre precedente.

Figura 5: andamento del prezzo dei combustibili marittimi in Italia

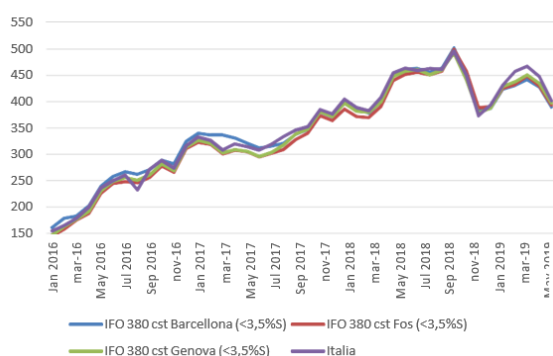


Di seguito vengono forniti i dati specifici relativi all'analisi comparata dell'andamento dei prezzi dei combustibili marittimi nei porti dell'area di riferimento.

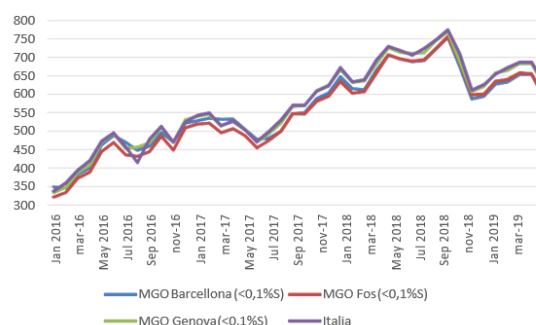
L'analisi dell'andamento dei prezzi delle due principali tipologie di prodotti petroliferi utilizzati per bunkeraggio (IFO e MGO a basso contenuto di zolfo) mostra nei tre principali porti del Mediterraneo Nord Occidentale (e rispetto anche ai prezzi medi del mercato italiano nel suo complesso), mostra andamenti sostanzialmente allineati con differenze molto limitate.

Figura 6: andamento del prezzo dei combustibili marittimi nei porti dell'area di riferimento (2016-2019)

IFO 380 cst < 3,5% S



MGO < 0,1% S



2.1.2 COMPETITIVITÀ DEL GNL NEL TRASPORTO MARITTIMO

Nell'ultimo anno i prezzi del GNL in Europa hanno seguito un trend di rapida e costante riduzione, legato a quello del gas naturale. Da dicembre 2018, il prezzo spot del GNL in Europa sud-occidentale si è allineata a quello del gas naturale al TTF, raggiungendo nel giugno 2019 i valori minimi dell'ultima decade (3.7 €/MMBtu).

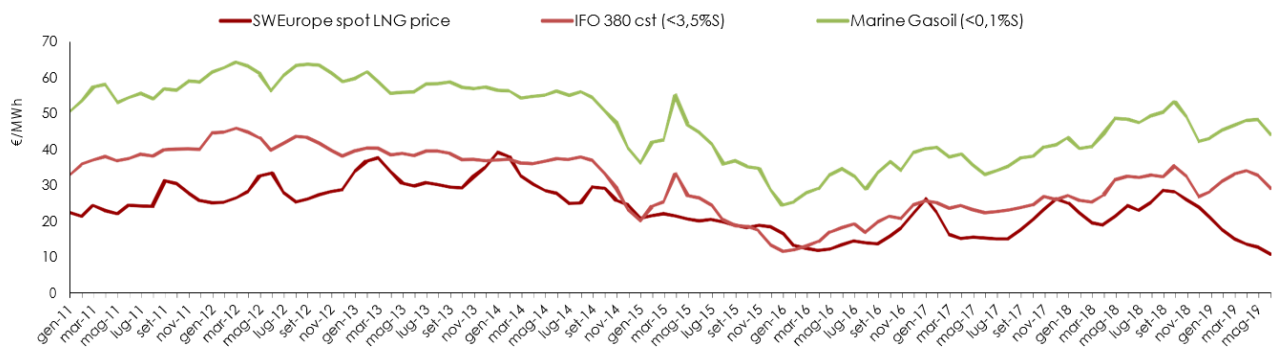
Nel primo semestre 2019, il prezzo dei contratti spot di GNL nel Mediterraneo ha seguito il proprio trend di decrescita iniziato a fine 2018. A dispetto del rialzo del prezzo del petrolio, i prezzi del GNL hanno continuato la propria corsa al ribasso raggiungendo in giugno il valore di 11 €/MWh, minimo della serie dal 2011.

Lo spread dei prezzi del petrolio e del GNL è aumentato significativamente nel corso del semestre. Infatti, al trend rialzista che ha caratterizzato il Brent fino ad aprile, si è contrapposta una rapida riduzione dei prezzi del GNL che hanno mantenuto il trend ribassista iniziato a fine 2018. Il differenziale dei prezzi è passato, così, dai 5.75 €/Mwh di dicembre 2018 ad oltre 21 €/Mwh di giugno 2019.

Il forte ribasso dei prezzi spot del GNL nei terminali del mediterraneo durante il primo semestre 2019 ha indotto una rilevante crescita del differenziale rispetto ai prezzi (franco bordo) del gasolio marino, che è arrivato a 33,2 €/MWh nel mese di giugno. Anche nel caso degli olii combustibili utilizzati per il bunkeraggio, questo differenziale, che a dicembre 2018 era di 2,9 €/MWh, nel mese dicembre, ha avuto una forte crescita fino a 18,3 €/MWh alla fine del primo semestre 2019.

Tali valori confermano la competitività del GNL come combustibile marittimo che aumenterà a partire dal primo gennaio 2020 in quanto non più utilizzabili gli attuali olii combustibili. Con l'entrata in vigore il limite globale dello 0,5% di zolfo è atteso un costo maggiore del 30-50% per i prodotti petroliferi per bunkeraggio conformi alla nuova normativa. Anche un aumento del solo 20% renderebbe strutturalmente più competitivo l'utilizzo del GNL rispetto all'utilizzo dei prodotti petroliferi < 0,5% S.

Figura 7: andamento del Europe spot LNG price (2015-2019)



2.1.3 EVOLUZIONE DELLA FLOTTA GNL NELL'AREA DI COOPERAZIONE

Lo sviluppo delle unità navali alimentate a GNL ha subito un'accelerazione negli ultimi anni in vista della prossima entrata in vigore della normativa IMO che prevede dal 1° gennaio 2020 l'utilizzo di combustibili per uso marittimo con un tenore massimo di zolfo dello 0,5%.

A livello globale, il settore delle crociere², grazie all'impulso fornito dal gruppo Carnival, è stato il vero fattore abilitante verso l'adozione del GNL come combustibile ad uso marittimo.

Ad oggi³, il quadro delle imbarcazioni con motorizzazione a GNL operative nel Mediterraneo mostra una realtà molto limitata che evidenzia la mancanza di infrastrutture per la fornitura di GNL in una area cruciale per il traffico marittimo mondiale.

A livello nazionale, la prima nave alimentata a GNL nei porti italiani è entrata in esercizio a novembre 2018: il traghetto «Elio» di Caronte & Tourist che fa servizio tra Messina e Villa San Giovanni. La nave è dotata di due serbatoi di GNL da 150 mc ciascuno. Sintomo di questa criticità, il Traghetto Dual Fuel «Elio» di Caronte & Tourist che attualmente opera alimentato a gasolio in assenza di condizioni di fornitura del GNL considerate accettabili della Compagnia.

Tra gennaio e luglio 2019 sono entrati in esercizio due nuovi traghetti a GNL della compagnia Baleària realizzati nei Cantieri Visentini. I Le due navi «Hypatia de Alejandria» e «Marie Curie», operano rispettivamente nelle rotte da Barcellona e Valencia verso le Baleari. Contestualmente Baleària ha reso operativi due traghetti a GNL oggetto di retrofit sulle rotte atlantica tra Huelva e le Canarie.

Le principali navi alimentate a GNL operative nell'area di cooperazione, con particolare riferimento al bacino Ligure-Tirrenico, sono le navi da crociera di grandi dimensioni AIDA Nova e Costa Smeralda, di cui vengono fornite informazioni di dettaglio nel seguito.

Ad oggi nessuna nave alimentata a GNL viene rifornita tramite catena di approvvigionamento nazionale. La «Aidanova» viene rifornita in modalità Ship to Ship da Shell tramite la bunkership «Coral Methane» nei porti della Canarie e in quello di Barcellona. La Coral Methane si approvvigiona di GNL presso le facilities del terminale GNL Gate nell'area del porto di Rotterdam in Olanda. Allo stato attuale sono in progetto ma non sono disponibili facilities di carico di metaniere SSLNG con funzionalità di bunkership presso i terminali GNL del Mediterraneo.

I due traghetti di Baleària che operano nel Mediterraneo vengono riforniti da Naturgy (ex Gas Natural Fenosa) in modalità Truck to Ship dalle banchine dei porti di Barcellona e Valencia.

Grazie all'entrata in operatività nell'area delle prime navi alimentate a GNL, nel primo semestre 2019 si registrano i primi consumi di GNL nel Mediterraneo per l'attività di due

² Complessivamente, le navi alimentate a GNL rappresentano circa il 25% dell'orderbook complessivo di settore, per un valore equivalente a oltre 4.300 tonnellate di stazza (DWT) e circa 25 miliardi di euro di valore degli investimenti.

³ Dati aggiornati ad agosto 2019.

imbarcazioni regolarmente operative («Aidanova» e «Hypatia de Alejandría») che possono essere stimati in circa 15.000 m³ (6.450 t circa), di cui due terzi per navigazione da crociera e un terzo per navigazione di traghetto.

In riferimento alle ulteriori consegne previste di navi alimentate a GNL nell'area di cooperazione, si sottolineano le seguenti commesse:

- Per il 2021 è prevista la consegna della seconda nave da crociera del gruppo Costa, la «Costa Toscana», gemella della «Costa Smeralda».
- MSC Crociere, che ha la sua base nel porto di Genova, nel 2017 ha ufficializzato l'ordine a STX France per la costruzione di quattro navi da oltre 200,000 tonnellate, alimentate da GNL, la prima delle quali, «MSC Grandiosa» verrà consegnata a fine 2019.
- Tra la fine del 2019 e il 2021 è attesa l'entrata in esercizio di altri 5 traghetti a GNL di Baleària su rotte mediterranee, di cui una imbarcazione nuova realizzata nei cantieri Armon in Spagna e 4 oggetto di retrofit.
- Corsica Ferries a fine luglio 2019 ha annunciato l'ordine per la costruzione di un traghetto a GNL ai Cantieri Visentini che dovrebbe essere operativo entro il 2022

AIDA Nova

Il 18 ottobre 2018, la nuova AIDAnova è diventata la prima nave da crociera al mondo ad essere alimentata con gas naturale liquefatto. A Eemshaven, nei Paesi Bassi, la petroliera "Cardissa" ha riempito i tre serbatoi speciali per un totale di circa 3.500 metri cubi di GNL. Dai primi mesi del 2019 la nave da crociera «Aidanova» del Gruppo Carnival opera nel Mediterraneo, fa scalo nei porti italiani ed effettua le operazioni di bunkeraggio del GNL nel porto di Barcellona o nei porti delle Canarie.

La configurazione delle apparecchiature GNL installate a bordo di AIDAnova includono 3 serbatoi criogenici (due serbatoi da 1.550 m³ e un terzo serbatoio più piccolo da circa 500 m³) per un totale di circa 3500 m³ di capacità di stoccaggio di GNL.

AIDAnova opererà un servizio settimanale in rotazione nel Mediterraneo occidentale nei porti di Marsiglia, La Spezia, Civitavecchia, Mallorca e Barcellona (home port) nel periodo giugno-ottobre 2019 e aprile-ottobre 2020, per poi spostarsi ad operare nelle isole Canarie per il resto dell'anno.

Figura 8: itinerari di viaggio della AIDA Nova



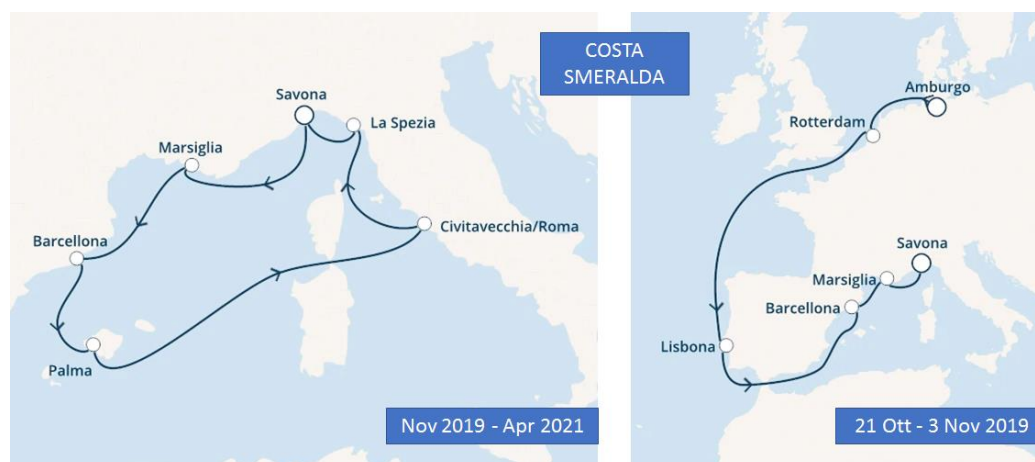
Costa Smeralda

“Costa Smeralda” è la prima nave del Gruppo Costa ad essere alimentata a GNL ed è stata battezzata nell’Home port di Savona il 3 Novembre 2019, data in cui è partita anche la prima crociera inaugurale che solcherà i mari del Mediterraneo.

Costruita nei cantieri finlandesi Meyer Turk, Costa Smeralda ha una stazza lorda di oltre 182.000 tonnellate, ed è lunga 337 metri, larga 42 con una velocità di crociera di 21 nodi.

Nell’attuale programmazione commerciale della compagnia, la navigazione nel Mediterraneo occidentale continuerà fino ad aprile 2021, con crociere di una settimana che da Savona toccheranno Marsiglia, Barcellona, Palma di Maiorca, Civitavecchia e La Spezia.

Figura 9: itinerari di viaggio della Costa Smeralda



2.2 Sintesi dell'offerta nel contesto territoriale di riferimento

Il presente paragrafo offre un'analisi sintetica dei terminali GNL e dei servizi Small Scale attivi nell'area di riferimento (west Med)⁴.

Vengono di seguito illustrati e comparati sinteticamente gli impianti afferenti a due categorie di offerta:

- L'offerta reale, costituita dai terminali di import con servizi di Small Scale attivi nel Mediterraneo occidentale (Marsiglia e Barcellona);
- L'offerta potenziale, costituita da impianti in adeguamento e nuove realizzazioni, comprendenti in particolare i terminali di rigassificazione presenti nel bacino Tirreno-Ligure e i futuri terminali Small Scale di Livorno e Oristano.

Speciale focus è in seguito dedicato all'analisi degli sviluppi nell'area di cooperazione limitrofa, con particolare riferimento alla politica di sviluppo del GNL messa in atto nella regione del VAR.

2.2.1 L'OFFERTA REALE DEI TERMINALI DI IMPORT CON SERVIZI DI SMALL SCALE ATTIVI NEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE

A Marsiglia-Fos-sur-Mer sono in funzione due diversi impianti di import e rigassificazione: Fos Tonkin e Fos Cavaou, entrambi gestiti da Elengy. In particolare, quest'ultimo costituisce un punto di ingresso del GNL che mira a diventare il principale *HUB* nel mercato francese e tra i primi in Europa, già vantando il primato di principale punto di rifornimento italiano di GNL via autocisterna.

La spagnola Enagás, invece, offre servizi di Small Scale in ciascuno dei suoi 5 impianti di rigassificazione sul territorio spagnolo come complemento ai suoi servizi tradizionali su larga scala. Quello di Barcellona è stato il primo impianto GNL ad essere commissionato in Spagna.

⁴ Riferimento è fatto alla sintesi delle principali risultanze del report tecnico T.1.5 del progetto SIGNAL

Il terminal di Marsiglia-Fos e i servizi di Small Scale GNL di Elengy



Il terminal di Barcellona e i servizi di Small Scale GNL di Enagàs



Dimensionamento e caratteristiche operative principali

- ✓ Capacità di stoccaggio combinata di 330.000 m³ di GNL con 3 serbatoi;
- ✓ Capacità di rigassificazione di 8,25 miliardi di m³ annui;
- ✓ Capacità minima/massima metaniere ricevibili: 15.000/270.000 m³;

- ✓ Capacità di stoccaggio di 840.000 m³ di GNL a mezzo di 8 serbatoi;
- ✓ Capacità di messa in rete di 1.950.000 m³ (n)/h;
- ✓ Min./max. capacità di carico di 30.000/266.000 m³ di GNL;

Servizi di Small Scale attivi e relative tariffe

- ✓ Servizio per il caricamento di autocisterne e ISO container su prenotazione con un prezzo unitario fissato dal 2018 in circa 615 EUR;
- ✓ Servizi di carico bettoline fino a 7.500m³ con una velocità di carico di 4,000 m³ all'ora (completamento di un ciclo di ricarica standard in circa 48 ore) – tariffe modulari a seconda dei volumi, dai 12,5 €/m³ per portate minime di 4000m³ a circa 10 €/m³ per quantitativi nell'ordine dei 7500 m³.

- ✓ Servizio per il caricamento di autocisterne e ISO container su prenotazione con un prezzo medio unitario pari a circa 942 EUR, e con tariffe agevolate in caso di stipula di contratti di rifornimento su base annuale;
- ✓ Servizi di carico e scarico di bettoline, con capacità che vanno da 1.000 m³ a 80.000 m³ di GNL (con banchina dedicata alle piccole unità) – tariffe modulari a seconda dei volumi, dai 176,3 €/m³ per portate minime di 500m³ a circa 12 €/m³ per quantitativi nell'ordine dei 7500 m³;
- ✓ Servizio di rifornimento navale di GNL in modalità truck-to-ship già attivo e 18 operazioni di ship-to-ship realizzate nel 2019 con bunkerina da 7500 m³

Potenziamenti previsti

- ✓ Aumento della la capacità operativa al fine di soddisfare la domanda potenziale e di contribuire in modo più efficace alla sicurezza dell'approvvigionamento di gas naturale in Francia e in Europa, attraverso la costruzione di uno o due serbatoi di stoccaggio aggiuntivi, raddoppiando la capacità di *send-out* della struttura a 16,5 Gm³/anno
- ✓ Potenziamento del servizio di rifornimento di autocisterne su gomma aumentando il numero di stazioni di ricarica in tutti i terminali Fos;
- ✓ Avviato un progetto di modifica della banchina che consentirà al terminal di Fos Cavaou di ospitare banchine di capacità inferiore ai 20.000 metri cubi che dopo essersi approvvigionate a Fos Cavaou potranno svolgere le loro operazioni di bunkeraggio di GNL nel porto di Marsiglia-Fos e in altri siti nel Mediterraneo rifornendo navi portacontainer, navi da crociera o traghetti alimentati a GNL. In particolare una bunkeringa della società Total da 18500m³ avrà base a Marsiglia-Fos a partire dal 2021.
- ✓ Piani di aumento della capacità non noti al momento, dato il già elevato grado di sviluppo dei servizi Small Scale GNL tanto per il comparto marittimo quanto per quello terrestre.

2.2.2 L'OFFERTA POTENZIALE DEI PROSSIMI IMPIANTI DEL BACINO TIRRENO-LIGURE – ADEGUAMENTI E NUOVE REALIZZAZIONI

Nonostante non vi siano ad oggi attivi sistemi di Small Scale LNG nell'area presa in esame dal presente studio, risulta importante considerare le attuali caratteristiche e i servizi aggiuntivi che potrebbero fornire in futuro tanto i terminali di rigassificazione di OLT (Livorno) e SNAM/GNL Italia (Panigaglia-La Spezia) – entrambi attualmente con un turnover massimo di circa 4 miliardi di Smc – quanto i terminali di nuova realizzazione che potranno costituire *entry point* strategici di GNL per l'area d'interesse.

I primi sono attualmente adibiti alla ricezione, lo stoccaggio e la messa in rete di gas naturale tanto per l'approvvigionamento energetico del sistema nazionale quanto per l'esportazione. Per questi sono previsti adeguamenti a uno stadio diverso di maturità come di seguito schematizzato.

Per quanto invece concerne i terminali di nuova realizzazione, con cantieri aperti o in corso di autorizzazione, vengono di seguito confrontati quelli che per capacità di stoccaggio e localizzazione potrebbero contribuire a cambiare l'assetto del sistema Small Scale per il GNL nell'Area di riferimento, senza considerare quelli dell'arco Adriatico-Ionico, che pure potrebbero giocare un ruolo determinante sul comparto terrestre e degli approvvigionamenti dei depositi satellite.

Impianto FSRU OLT Offshore LNG Toscana a largo di Livorno



Terminale di rigassificazione GNL Italia di Panigaglia



Potenziali servizi di SMALL SCALE LNG previsti

- ✓ Caricamento di GNL su piccole metaniere (cosiddette “bettoline”), con una lunghezza compresa tra i 60 e i 110 metri, attualmente corrispondente ad una capacità di carico compresa tra i 1.000 m³ e i 7.500 m³ ed una velocità di caricamento tra i 250 m³/h e i 900 m³/h.
- ✓ Servizio di carico GNL chiatte e/o bettoline di capacità compresa tra 500 e 30.000 m³ per fornire GNL ad altre navi (in modalità ship-to-ship);
- ✓ Caricamento di autocisterne, di piccoli serbatoi (con capacità tra 20 e 50 m³) o ISO-container (20- 40 m³), per l’approvvigionamento di distributori stradali o di piccoli depositi di stoccaggio o rifornimento diretto di mezzi stradali/portuali alimentati a GNL qualora venisse realizzato un distributore collegato direttamente al terminale.

Adeguamenti necessari

- ✓ Le modifiche al lato sinistro dell’impianto, dove sono già presenti i principali elementi per l’allibo e per lo scarico, sono di tipo marginale e richiedono tempi ridotti una volta ottenute le necessarie autorizzazioni.
- ✓ Prevalentemente modifiche alle cisterne di stoccaggio e alle linee di carico/scarico del GNL, adeguamenti della banchina di attracco e dei bracci di carico, potenziamento dei sistemi di recupero del BOG.

Stato adeguamento

- ✓ Studio di fattibilità concluso nel 2015. Progettazione di dettaglio conclusa nel 2018. Avviate le autorizzazioni nel 2019;
- ✓ Depositata in data 25/03/2019 al Ministero dell’Ambiente l’[istruttoria tecnica](#) per modifiche al terminale per il carico, lo stoccaggio e il successivo scarico su navi metaniere di GNL dedicato ad uso combustibile.
- ✓ Studio di fattibilità concluso nel 2017 e adeguamenti potenziali inclusi nel piano industriale 2019-2023;
- ✓ Depositata in data 16/12/2019 al Ministero dell’Ambiente l’[istruttoria tecnica](#) per il Progetto caricamento GNL su autobotti/isocontainer.

Futuro impianto SMALL SCALE LNG di Livorno	Futuro impianto SMALL SCALE LNG di Santa Giusta
Proponenti industriali e servizi previsti	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proposto dalla newco Livorno LNG Terminal, partecipata con quote paritetiche da Costiero Gas Livorno, una joint-venture tra Enifuel e Liquigas (società attiva nella distribuzione di GPL), e Neri Vulcangas Investimenti (joint-venture tra Neri Depositi Costieri e Società Italiana Gas Liquidi – Vulcangas). ✓ Consentirà, all'interno dell'area industriale del Porto, la ricezione e lo stoccaggio di GNL, approvvigionato tramite navi gasiere, per la sua successiva distribuzione mediante autocisterne e navi di piccole dimensioni (bettoline), per il rifornimento delle stazioni di servizio stradali e delle navi in transito nello scalo livornese. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proposto a metà del 2014 dalla società operativa Higas (controllata da Avenir e costituita dalle italiane CPL Concordia, specializzata nella distribuzione del metano e da Gas & Heat, costruttrice di serbatoi e impianti per combustibili criogenici); ✓ Terminale multimodale adatto a ricevere, stoccare e distribuire GNL principalmente per il trasporto marittimo e stradale, ma anche alle utenze civili e industriali della Regione Sardegna; opererà in sinergia con la nave bunker GNL da circa 7500 mc in costruzione per conto del gruppo Avenir (che controlla Higas) e con consegna prevista entro il 2020.
Caratteristiche principali	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 6 serbatoi criogenici orizzontali a bassa pressione (e relative apparecchiature) da 1.500 m³ ciascuno per una capacità totale di 9.000 m³, in grado di garantire un <i>turnaround</i> annuale di 170.000 m³ / anno di GNL; ✓ Un ormeggio dedicato a bettoline di piccole e medie dimensioni, sia in fase di carico che di scarico; ✓ 3 baie di carico dedicate ai camion cisterna GNL; ✓ 3 baie di carico dedicate a serbatoi ferroviari modulari quali ISO-container; ✓ Sistema di gestione del BOG. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 6 serbatoi criogenici da 1.500 m³ ciascuno per una capacità di stoccaggio complessiva di 9.000 m³ di GNL, che consentiranno la movimentazione, a regime, di 120.000 t GNL/anno; ✓ Una banchina dedicata alle operazioni di scarico e carico del GNL; ✓ Una pensilina di carico per rifornire due autocisterne contemporaneamente; ✓ Sistema di gestione del BOG. ✓ Sinergia con nave bunker GNL da circa 7500 m³ in costruzione per conto del gruppo Avenir (che controlla Higas) e con consegna prevista entro il 2020.
Stato progetto	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Attualmente in fase di autorizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lavori di costruzione dell'impianto avviati a dicembre 2017. Fine lavori prevista per la seconda metà del 2020.

Come di seguito elencato evidenziando i promotori dei rispettivi progetti e la capacità massima di stoccaggio, vi sono poi altri impianti Small Scale LNG in corso di autorizzazione potenzialmente in grado di impattare sullo sviluppo del mercato del GNL dell'Area di riferimento del presente studio.

Tabella 1: i terminali Small scale GNL in corso di autorizzazione nel bacino Tirrenico

Località	Società	Capacità di stoccaggio (m³)
Oristano	IVI Petrolifera S.p.A.	9.000
Oristano	Edison S.p.A.	10.000
Cagliari	ISGAS ENERGIT Multiutilites S.p.A.	22.000
Porto Torres	Consorzio Industriale provinciale Sassari	10.000

Infine, nonostante non vi siano progetti industriali di ampia scala attualmente in fase autorizzativa, è bene sottolineare come per l'Arco tirreno ligure assumano rilevanza i piani per lo sviluppo del GNL contenuti nel Documento di Pianificazione Energetico Ambientale (DEASP) dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (AdSP MLO), di recente approvazione.

La visione e gli obiettivi strategici per una transizione energetica efficiente del sistema portuale prevedono infatti, nel breve-medio termine, un'attenzione crescente alla fornitura di servizi "green" come combustibili alternativi tecnologicamente maturi (incluso il GNL).

Per quanto riguarda il futuro impiego del GNL in ambito marittimo-portuale, occorre evidenziare come l'AdSP MLO abbia provveduto a:

- commissionare (a partire dal 2014) studi su impianti tecnologici, comprendenti approfondimenti circa la localizzazione nell'ambito portuale genovese di impianti a GNL;
- siglare nel 2018 un Protocollo di intesa sull'impiego del GNL ad uso marittimo insieme ad Assoporti, Assocostieri, Confitarma, Assoliquidi e Assoarmatori;
- promuovere nel 2019 la sottoscrizione, da parte delle principali compagnie di navigazione, del "Genoa Blue Agreement", che ha anticipato, su base volontaria, la nuova normativa IMO, prevedendo, per le navi in fase di navigazione entro le 12 miglia, l'utilizzo di combustibile con tenore di zolfo entro lo 0,5% in massa;
- sottoscrivere in data 2/12/2019 il "Protocollo di Intesa per la promozione, la diffusione e la realizzazione e l'accettazione sociale di una rete di distribuzione del Gas Naturale Liquefatto in Liguria" con Regione Liguria, Città Metropolitana di Genova, Comune di Genova, AdSP del Mar Ligure Orientale, CIELI, Direzione Regionale dei Vigili del Fuoco, Camera di Commercio di Genova e Camera di Commercio Riviere di Liguria.

Il primo ambito di concretizzazione viene individuato nella realizzazione ed entrata in funzione di un impianto mobile distribuzione/erogazione per GNL ubicato in area portuale di ambito ligure, destinato a soddisfare prioritariamente i fabbisogni della filiera terra-mare. L'impianto e la sua operatività assumono una funzione di sperimentazione con particolare riguardo agli aspetti di regolamentazione, autorizzazione e accettazione sociale, per garantire entro il 2025 una rete di approvvigionamento e distribuzioni coerenti con le previsioni normative, con lo sviluppo dei Corridoi Europei e con le esigenze della domanda.

2.2.3 GLI SVILUPPI NELL'AREA DI COOPERAZIONE LIMITROFA: LA POLITICA DI SVILUPPO DEL GNL NEL VAR

Secondo la recente analisi condotta dalla Camera di Commercio del VAR⁵ (CCIV), gli industriali francesi si stanno rivolgendo sempre più verso la soluzione GNL, in quanto unica soluzione disponibile nel breve-medio termine come carburante alternativo ai tradizionali combustibili fossili. Nel panorama francese, alcune aziende hanno già effettuato questa scelta, come la Brittany Ferries che ha ordinato 3 navi a GNL e la compagnia portacontainer CMA CGM che ha lanciato a Shanghai la più grande nave portacontainer alimentata a GNL al mondo. La stessa società intende commissionare circa 20 navi alimentate a GNL entro il 2022.

Recentemente Total e Mitsui O.S.K Lines hanno anche firmato un contratto per noleggiare la prima nave cisterna di GNL operante in Francia, che sarà consegnata nel 2021 e operativa nel porto di Marsiglia- Fos.

Sulla scorta delle nuove politiche di riduzione delle emissioni del trasporto marittimo⁶, sulla costa della regione della Provenza-Alpi-Costa Azzurra, il piano regionale "Scali zero fumo " sarà implementato a Marsiglia, Tolone e Nizza. Si tratta di aiuti regionali, dedicati ad acquisire l'infrastruttura necessaria per collegare elettricamente le navi alla banchina.

Nei paragrafi seguenti viene fornita una sintesi dei principali progetti di transizione energetica dei porti della rada di Tolone e il quadro relativo ai principali assi di promozione adottati nell'area di Tolone per il "cluster GNL".

⁵ Progetto PROMO-GNL, Prodotto T1.5.2 : "Promozione di una politica energetica per il GNL nel Var e collegamento del cluster GNL con le attività portuali ed altri progetti d'avvenire riguardanti la transizione energetica dei porti"

⁶ Recentemente, in occasione della conferenza della Convenzione di Barcellona, che si è tenuta a Napoli dal 2 al 5 dicembre 2019, l'Unione Europea e gli Stati che si affacciano sul Mediterraneo si sono impegnati congiuntamente a rendere il Mediterraneo un'area a basse emissioni di inquinanti atmosferici prodotte in particolare dalle navi (zona ECA, Emission Control Area), con attuazione nel 2022. Per la prima volta, tutti gli Stati mediterranei hanno affermato l'ambizione comune di far appello all'IMO nel 2022 per limitare a 0,1% il contenuto di zolfo autorizzato nei carburanti delle navi.

Figura 10: Portacontainer CMA CGM alimentata a GNL



Figura 11: LNG Bunker ship operativa nel porto di Marsiglia-Fos



I PROGETTI DI TRANSIZIONE ENERGETICA DEI PORTI DELLA RADA DI TOLONE

PAREM: piano di azioni per la riduzione delle emissioni marittime

Il piano d'azione, attuato dal porto di Tolone, prevede innanzitutto di qualificare e quantificare le emissioni generate dall'attività marittima e portuale. Propone in seguito numerose misure per ridurre la quantità e l'impatto.

Oltre alle prime misure legate alla congestione del traffico stradale e all'inquinamento atmosferico generato dai veicoli in attesa di imbarco sui traghetti, il PAREM propone inoltre delle misure più avanzate come l'uso di "carburanti puliti" e il collegamento elettrico delle navi alla banchina, dettagliate nei paragrafi seguenti.

Il GNL come carburante marittimo

I Porti della Rada di Tolone stanno lavorando ad una soluzione di approvvigionamento di GNL per le navi. La presenza dei due terminali GNL di Fos sur Mer (Fos Tonkin e Fos Cavaou) nelle vicinanze è un vantaggio significativo per lo sviluppo di una strategia di fornitura di GNL.

Questa strategia si basa su 2 aspetti:

- In primo luogo, il porto può essere rifornito da camion, per rifornire le navi di medio-piccole dimensioni (es. traghetti alimentati a GNL).
- Quando la domanda sarà più importante (numerosi traghetti e navi da crociera), la soluzione prevista dal porto di Tolone è la fornitura di GNL sotto forma di container, trasportato da Fos sur Mer al porto di Brégailion (La Seyne sur Mer) via treno e quindi trasferiti su una chiatte mobile, che può spostarsi in tutto il porto.

Figura 12: Piano strategico per la fornitura di GNL per il porto di Tolone



Oggi, il porto di Tolone incoraggia gli armatori a cambiare carburante per passare ad un sistema di propulsione più virtuoso. Per questo, le tasse portuali sono ridotte del 10% per qualsiasi nave "pulita", vale a dire per le navi che riducono le emissioni inquinanti nel porto.

Grazie ai 4 progetti europei di GNL di cui la CCIV è partner, il porto di Tolone sta attualmente conducendo studi tecnici e normativi per essere in grado, in primo luogo, di ospitare una nave a propulsione a GNL che si ferma nella Rada e in un secondo luogo, di sviluppare l'infrastruttura di approvvigionamento e svolgere operazioni di bunkeraggio. Questo lavoro viene svolto in stretta collaborazione con la società Elengy, gestionario del terminale GNL di Fos sur Mer e con l'AFG (Associazione francese del gas) e in particolare la sua piattaforma GNL marittima e fluviale, che supporta il Porto.

Tuttavia, essendo Tolone un porto militare, i parametri e le procedure di sicurezza da attuare sono rafforzati rispetto ad un porto commerciale tradizionale. Prima di sviluppare una strategia di approvvigionamento di GNL, è essenziale richiedere l'autorizzazione della Marina francese e condurre studi di rischio specifici per gli scenari di attacco nei porti militari. Attualmente, il porto di Tolone sta conducendo uno studio per dimostrare la fattibilità di una sosta di un traghetto alimentato a GNL. Non è prevista alcuna operazione di rifornimento di carburante. La semplice sosta nel porto, vista la presenza della portaerei Charles de Gaulle e di altre navi militari, richiede uno studio specifico. Il principale cliente interessato, Corsica Ferries, ha già avviato studi tecnici ed economici per l'acquisto di una nuova nave a GNL, ma deve attendere l'autorizzazione della Marina francese prima di ordinarla. Anche se le procedure sono lunghe e laboriose, la dinamica della transizione energetica tramite GNL è quindi realmente avviata nel porto di Tolone.

La CCIV è inoltre partner del progetto europeo TRIPL0, che mira ad analizzare l'attuale situazione di **inquinamento acustico** generato dalle attività portuali e modellare la situazione dei porti dopo l'applicazione delle misure di riduzione dell'inquinamento acustico. Per questo, il porto ha installato 8 sensori in aree vicine alle abitazioni (operazione effettuata a Tolone e La Seyne sur Mer). Il progetto svilupperà quindi una strategia transfrontaliera per ridurre questo tipo di inquinamento. La sostituzione del motore delle navi con un motore GNL riduce le vibrazioni generate dalla combustione del carburante. Inoltre, la costruzione di nuove navi porterà sicuramente ad un miglioramento del comfort e dell'isolamento acustico.

La produzione di biometano a partire dai rifiuti

Il biogas viene prodotto a partire dai fanghi dell'impianto di trattamento di Reyran a Fréjus, nel Var. Questo biometano viene iniettato nella rete dal 18 marzo 2019. La Metropoli TPM prevede inoltre di produrre biometano dall'impianto di trattamento delle acque reflue dell'Almanarre a Hyères.

Questo sistema si basa sul principio dell'economia circolare. I rifiuti (fanghi, biomassa, CSR, combustibile solido di recupero) diventano la materia prima per una nuova attività. Anche se questi progetti non producono GNL, rendono possibile la democratizzazione e l'uso del gas "verde" come combustibile sul territorio e costituiscono quindi un mattone della rete del gas nel Var, complementare al settore del GNL nell'area di cooperazione.

COLLEGAMENTO CON IL CLUSTER GNL E IDENTIFICAZIONE DEGLI ASSI DI PROMOZIONE

La politica energetica del GNL attuata nel VAR rappresenta un mattone fondamentale all'interno di una strategia globale gestita dai porti della Rada di Tolone che punta a sviluppare un mix energetico orientato alla transizione energetica verso un sistema marittimo-portuale maggiormente ecosostenibile. L'identificazione delle leve di promozione e la sinergia di tutti i progetti realizzati sul territorio sono le fasi chiave di questo successo. Le iniziative sopra elencate per la Rada di Tolone sono fortemente collegate al cluster di GNL e costituiscono, ciascuno a modo suo, delle leve per la promozione del GNL, a livello locale ma anche per l'area di cooperazione. Di seguito sono identificati i principali assi di promozione adottati nell'area di Tolone:

- **PAREM** (Piano d'azioni per la riduzione delle emissioni marittime) costituisce una serie di misure attuate dal porto di Tolone per migliorare la qualità dell'aria nell'area portuale. Il suo scopo è quello di riunire tutti gli attori economici del porto nella stessa dinamica di transizione ad alta efficienza energetica e costituisce quindi una leva per la promozione locale del GNL.
- **Il cluster di GNL** consente al porto di Tolone e all'area di cooperazione di definire la migliore strategia tenendo conto dei vincoli di ciascun porto. La promozione del GNL e la transizione energetica del settore marittimo nel suo insieme sono realizzate attraverso azioni di informazione ed eventi di diffusione dei risultati capitalizzati attraverso i vari studi condotti da ciascuno dei partner. La formazione del cluster consente una correlazione dei risultati e una sinergia, che ovviamente costituisce un'ottima leva di promozione a livello dell'area di cooperazione.
- **La produzione di biogas**, benché al momento non ancora sotto forma di biometano e bioGNL, rappresenta una leva per la promozione del GNL a livello locale perché costituiscono da un lato una possibile fonte di approvvigionamento, ma anche un mezzo per trattare i rifiuti secondo il principio dell'economia circolare.
- **L'idrogeno** non è, propriamente, una leva per promuovere il GNL, ma consente di lavorare nella stessa direzione adattando le normative portuali e marittime all'uso di nuovi combustibili e promuovendo la transizione energetica. La CCIV lavora su un mix energetico e svolge azioni di informazione e promozione in questa direzione. Gli eventi sull'H₂ sono quindi molto utili nel promuovere il GNL come combustibile e viceversa.
- **Il collegamento delle navi alla banchina** è un uso diretto del GNL quando il gruppo elettrogeno è alimentato a GNL. Questa applicazione è una leva per la promozione del GNL locale ma anche per l'area di cooperazione perché rappresenta una soluzione per migliorare la qualità dell'aria nelle città portuali.
- **Il progetto TRIPLIO** è una leva per promuovere il GNL nell'area di cooperazione perché i motori a GNL sono più silenziosi, in quanto consentono di ridurre le vibrazioni generate dalla combustione del carburante. Questo progetto è quindi un ulteriore mezzo per promuovere la transizione energetica tramite il GNL.

2.3 QUADRO DELLE MIGLIORI SOLUZIONI TECNOLOGICHE DISPONIBILI PER LO STOCCAGGIO E IL BUNKERAGGIO DI GNL

Le opzioni per il bunkeraggio di GNL sono ormai note, così come le tecnologie e le attrezzature attualmente presenti sul mercato e una trattazione descrittiva delle stesse risulterebbe ridondante ai fini del presente studio⁷.

Nel contesto di un quadro sinottico, la sintesi dei principali punti di forza e debolezza relativamente alle diverse soluzioni di bunkeraggio adottabili nell'area di riferimento permette invece un raffronto immediato in grado di fornire di per sé orientamenti utili in relazione ai diversi scenari di mercato di ciascun elemento portuale interessato.

A tale scopo, sulla scorta di un'analisi approfondita degli orientamenti dell'EMSA per le diverse soluzioni di bunkeraggio, le tabelle seguenti razionalizzano la comparazione tra depositi costieri per le operazioni TPS (terminal-to-ship tramite condotta criogenica), l'impiego di ISO-container-autobotti (con e senza l'ausilio di sistemi di connessione multipla-simultanea) per il rifornimento in modalità TTS (truck-to-ship) e l'utilizzo di infrastrutture mobili lato mare (come bunker-ship GNL di medie dimensioni o bettoline/pontoni intra-portuali) per il bunkeraggio STS (ship-to-ship).

Trasversalmente a tutte le modalità e le tecnologie impiegabili, dev'essere sottolineato come sia particolarmente importante non solo assicurare standard tecnologici in grado di garantire la sicurezza delle operazioni, ma anche che le norme ed i requisiti siano armonizzati. Nell'attuale fase di sviluppo del mercato del GNL che l'Area di riferimento sta conoscendo, infatti, possono emergere potenziali discrepanze nella formazione, incompatibilità delle attrezzature e altri fattori che possono sostanzialmente influire sulla sicurezza, l'ambiente e la società. La riduzione del rischio per la vita e la proprietà, nonché la dimensione ambientale, sono driver fondamentali per rendere la catena di GNL nei porti dell'Area di cooperazione più lineare e semplice possibile.

⁷ Riferimento è fatto anche alla capitalizzazione delle analisi condotte nel Progetto di cooperazione SIGNAL

Tabella 2: punti di forza e debolezza delle diverse soluzioni di stoccaggio del GNL

Deposito di GNL “large scale” (>10.000m3)	Stoccaggi di GNL (modulari e non) di medie dimensioni	Deposito portuale per volumi ridotti (<500 m3)
Vantaggi rilevanti		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Opzione privilegiata nel caso di scenari di bunkeraggio GNL di larga scala, stabili e a lungo termine, per via della maggiore economicità dei servizi offerti, delle maggiori economie di scala nella catena logistica e della possibilità di offrire tariffe più competitive rispetto a terminali di minori dimensioni; ✓ Possibilità di servire la domanda di bunkeraggio marittimo per grandi volumi (grazie anche ai ratei di trasferimento più alti) e al contempo servire la domanda autotrasporto e off-grid. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possibilità di realizzare configurazioni modulari e scalabili, potendo contare su disponibilità di soluzioni “chiavi in mano”, ridotti tempi di realizzazione e costi d’investimento iniziali in grado di garantirne la sostenibilità anche a bassi volumi di mercato; ✓ Adatto a servire sia la domanda autotrasporto e off-grid, sia la domanda di bunkeraggio marittimo anche per navi di medio-grandi dimensioni ✓ Necessità di minori investimenti e spazi portuali rispetto a depositi di maggiori dimensioni ✓ Maggiore complementarità rispetto a depositi costieri localizzati nelle aree limitrofe di influenza 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ In grado di garantire sostenibilità a bassi volumi di mercato, anche grazie a ridotto investimento iniziale, disponibilità di soluzioni “chiavi in mano”, minor uso di suolo portuale rispetto a depositi di maggiori dimensioni e minore complessità sotto il profilo autorizzativo ✓ Possibilità di servire navi di piccole dimensioni, mezzi logistici portuali convertiti a GNL e la domanda autotrasporto e off- grid ✓ Possibilità di approvvigionarsi anche interamente da impianti di Bio-GNL locali o in regioni limitrofe ✓ Minore percezione negativa da parte del pubblico rispetto a depositi di maggiori dimensioni ✓ Maggiore complementarità rispetto a altre infrastrutture di approvvigionamento GNL localizzate nelle aree limitrofe di influenza

Deposito di GNL “large scale” (>10.000m3)	Stoccaggi di GNL (modulari e non) di medie dimensioni	Deposito portuale per volumi ridotti (<500 m3)
Principali svantaggi		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevati costi di investimento iniziali ▪ Necessità di elevati volumi di mercato ▪ Logistica complessa che coinvolge diversi operatori e infrastrutture (terminali GNL, bunker ship, deposito, trasporto secondario via autocisterne, cliente finale) ▪ Maggiore complessità del processo autorizzativo (anche per via della percezione pubblica) e necessità di maggiori spazi portuali rispetto a depositi di minori dimensioni ▪ Minore complementarietà rispetto a depositi di grandi dimensioni localizzati nelle aree limitrofe di influenza ▪ Complessità logistica che investe diversi operatori e infrastrutture (terminali LNG, bunker ship, deposito, trasporto secondario via autocisterne, cliente finale) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minore economicità di realizzazione complessiva della soluzione proposta nella configurazione modulare rispetto alle soluzioni di pari taglia in unico serbatoio, che per contro richiederebbero sforzi maggiori in termini di investimenti iniziali, aree disponibili, processi autorizzativi e tempi di realizzazione ▪ Necessità di elevati volumi di mercato ma minore economicità dei servizi offerti rispetto a soluzioni di maggiori dimensioni in uno scenario di diffusione del GNL di larga scala, aggravata dall'impossibilità di perseguire l'evoluzione del mercato in caso di crescita esponenziale della domanda ▪ Conseguente rischio di esclusione dal mercato da parte di grandi player e terminal di maggiori dimensioni in grado di offrire tariffe più competitive ▪ Complessità logistica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliamento della capacità di stoccaggio non sempre realizzabile ▪ Impossibilità di seguire l'evoluzione del mercato in caso di crescita esponenziale della domanda (ampliamento della capacità di stoccaggio non sempre realizzabile); ▪ Logistica di approvvigionamento non adatta a servire navi alimentate a GNL e/o bunker ship di medio-grandi dimensioni ▪ Minore economicità della soluzione nel medio-lungo periodo ▪ Possibili elevati costi fissi di infrastrutturazione dell'area rispetto ai costi di installazione

Tabella 3: punti di forza e debolezza dell'impiego di autobotti e ISO containers

Impiego di ISO-container-autobotti (TTS tradizionale)	Impiego di ISO-container-autobotti con sistemi di connessione multipla-simultanea TTS
Vantaggi rilevanti	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assenza di interfaccia per operazioni di bunkering e semplificazione delle operazioni legata all'assenza di tubi e altri aspetti operativi ✓ Elevata flessibilità di esercizio, con logistica adatta a servire domanda autotrasporto e off-grid a bassi volumi di mercato, ma anche a rifornire navi di medio-piccole dimensioni ✓ Ridotto investimento iniziale e semplicità autorizzativa ^{SEP} (anche per minor percezione negativa da parte del pubblico) ✓ Potenziali vantaggi legati all'intermodalità e all'utilizzo di piccoli volumi di GNL per alimentare impianti di co-generazione in porto 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gli stessi della modalità tradizionale (anche i requisiti infrastrutturali e di banchina rimangono limitati), ma con una maggior flessibilità operativa e logistica adatta anche a medi volumi di mercato
Principali svantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adatto solo per limitate tipologie di navi, anche per connessioni a bordo in ottemperanza di severe norme costruttive ▪ Limitata intercettazione della domanda per via dei ridotti volume dipendenza dai grandi terminali LNG onshore europei per l'approvvigionamento ▪ Trasporto secondario via autocisterne che deve percorrere lunghe distanze per raggiungere il cliente finale ▪ Vantaggi derivanti dall'intermodalità non realizzabili in assenza di collegamenti ferroviari adeguati in porto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gli stessi della modalità TTS tradizionale ma con un più limitato movimento lato banchina (dovuto alla presenza di più unità di carico) e possibilità di congestionamento della stessa, assieme a un relativo incremento della complessità di organizzazione della catena logistica ▪ Rimane l'impossibilità di servire navi alimentate a GNL e/o bunker ship di medie-grandi dimensioni per via delle comunque limitate portate di trasferimento (900-1200L/h)

Tabella 4: punti di forza e debolezza dell'impiego di bunker ships e bettoline

Bunker ship GNL di medie dimensioni (5-7.500 m3)	Bettolina/pontone GNL intra-portuale (1-3000 m3)
Vantaggi rilevanti	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Opzione privilegiata per rifornimento di navi di grandi dimensioni con ridotti tempi di sosta in porto [L]o vincoli in ingresso dello stesso [SEP] ✓ Flessibilità operativa: il rifornimento può avvenire a fianco, con la nave ricevente ormeggiata, ancorata o in stazionamento e anche al di fuori dei confini portuali [L] [SEP] ✓ Svincolata da autorizzazioni per la costruzione [L] [SEP] ✓ Infrastruttura mobile condivisibile con altri porti limitrofi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gli stessi dell'unità bunker ma con costi di realizzazione più contenuti, maggiore flessibilità operativa e minor condizionamento dalle limitazioni portuali; ✓ Possibilità di caricare sul ponte unità ISO-container per agevolare consegna frazionata del prodotto in diversi settori portuali; [L] [SEP]
Principali svantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alti costi di investimento iniziali relativi alla progettazione, all'acquisto, alla costruzione / retrofit della nave [L] [SEP] ▪ Economicamente meno competitiva per il rifornimento di navi di medio-piccole dimensioni 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condivisione con altri porti più difficilmente realizzabile [L] [SEP] ▪ Soggetto a concorrenza di operatori e di bunker ship di maggiori dimensioni in grado di offrire tariffe più competitive [L] [SEP] ▪ Impossibilità di potersi rifornire direttamente dai terminali di importazione [L] [SEP]

3. Consumi portuali, esempi di efficientamento e riduzione delle emissioni

Il presente capitolo sintetizza e mette in evidenza le principali risultanze dell'analisi sui consumi portuali e sugli esempi di efficientamento e riduzione delle relative emissioni, analizzate dal Deliverable T1.3.1 del progetto PROMO-GNL⁸, redatto a cura dell'Università di Pisa, e dal Deliverable T1.2.1 elaborato da IIC (Istituto Internazionale delle Comunicazioni) per conto del partner Regione Liguria.

Le analisi condotte e sintetizzate nei seguenti paragrafi, per il deliverable 1.3.1 fanno riferimento alla:

- a) analisi dei veicoli con sistemi di propulsione ibridi, utilizzabili in ambito portuale e
- b) analisi dei consumi portuali, degli esempi di efficientamento e di riduzione delle emissioni nello *study case* relativo al porto di Livorno,

mentre per il deliverable T1.2.1 le analisi fanno riferimento all'impiego del GNL per le manovre ferroviarie in ambito portuale

3.1 VEICOLI CON SISTEMI DI PROPULSIONE IBRIDI

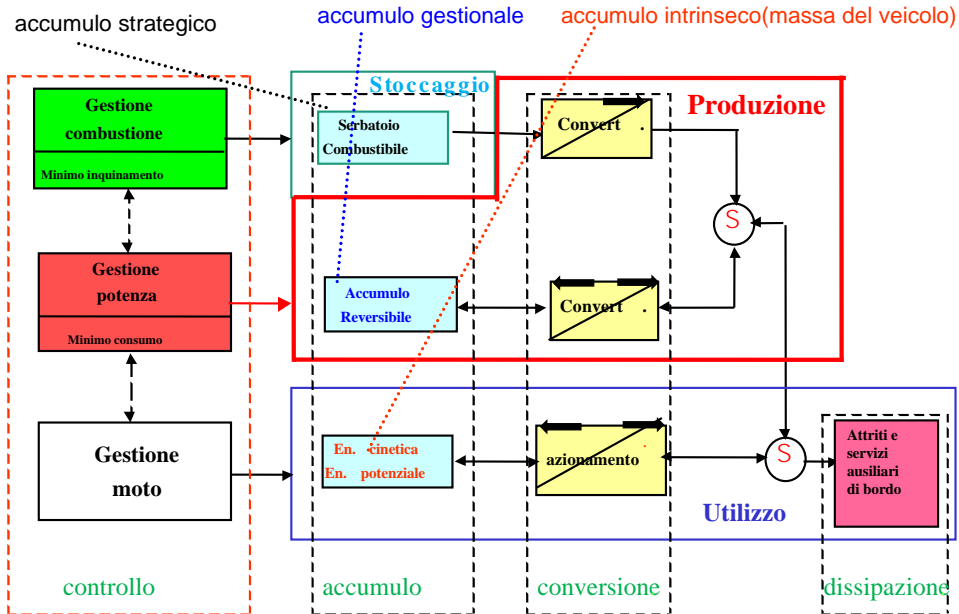
I sistemi di propulsione ibrida elettrica si possono distinguere in ibridi serie, in cui la trazione avviene per mezzo di motori elettrici e tutta la potenza deve essere convertita in energia elettrica prima di essere utilizzata per la trazione, e ibridi parallelo, nei quali, invece, parte della potenza viene trasferita dalla fonte primaria al sistema di propulsione senza una conversione in energia elettrica.

In ogni caso un sistema ibrido prevede un sistema di accumulo, sia per ottimizzare il rendimento e recuperare energia in frenatura, sia per sopperire alla richiesta istantanea di potenza nelle fasi di accelerazione. Il motore primario, infatti, di solito dimensionato sulla potenza media e non su quella di picco, lavora a regimi pressoché costanti e in zona a basse emissioni garantendo la marcia del veicolo nelle fasi a velocità costante, mentre il sistema di accumulo fornisce l'energia necessaria nelle fasi di accelerazione. I sistemi di accumulo dell'energia più utilizzati sono di natura elettrochimica (batterie).

Nei sistemi di propulsione ibrida la presenza di più fonti energetiche destinate alla trazione crea la necessità di gestire adeguatamente i flussi di energia tra le fonti e tra di esse e il sistema di propulsione. Nella figura sottostante è rappresentato uno schema generale di propulsione ibrida con evidenziate le relazioni funzionali tra i vari componenti del sistema.

⁸ Deliverable 1.3.1: *“Rapport et analyse diagnostique pour la conversion GNL de moyens existant (moyens portuaires, embarcations, bateaux de pêche) Le rapport décrit les solutions techniques de conversion et les écarts par rapport aux conditions d'applications nécessaire pour répondre aux attentes. Identifie les leviers de la promotion GNL correspondants pour chaque type d'applications.”* Università di Pisa – DESTEC, Novembre 2019.

Figura 13: Struttura funzionale di veicoli con sistema di propulsione ibrido



In ambito portuale e nelle rispettive darsene container spesso si registrano ampi margini di miglioramento dal punto di vista dell'efficienza energetica e delle emissioni inquinanti/acustiche. Negli ultimi anni diversi porti e terminalisti hanno cominciato a ristrutturare e rinnovare spinti sia da ragioni di mitigazione dell'impatto ambientale che da motivazioni più strettamente economiche.

Nei paragrafi seguenti viene fornita una sintesi delle attrezzature e infrastrutture mobili che meglio si adattano all'adozione di sistemi ibridi per l'utilizzo in ambito portuale.

Il settore dei mezzi alimentati a combustibile per sollevamento e trasporto dei container è quello che ha destato il maggior interesse a causa del suo contributo alle emissioni inquinanti in loco e dei margini economici risultanti da possibili upgrade.

Larga parte dei consumi energetici di un terminal è legata al combustibile necessario per alimentare tutti i dispositivi di movimentazione non connessi alla rete elettrica: gru a portale (RTG), carrelli a braccio frontale, camion per la movimentazione interna/esterna e muletti per il sollevamento dei container vuoti. Un aumento dell'efficienza di questi mezzi comporterebbe, oltre al risparmio sui consumi di combustibile, una apprezzabile riduzione delle emissioni inquinanti e acustiche in sito.

Le valutazioni di seguito riportate fanno riferimento all'analisi del caso studio relativo al porto di Livorno e più precisamente al Terminal Darsena Toscana (TdT), la società che ha attualmente in concessione l'area del porto di Livorno destinata al traffico dei container merci.

3.1.1 ATREZZATURE PER LA MOVIMENTAZIONE CONTAINER DEL TERMINAL DARSENA TOSCANA

Schematizzando, il sistema del Terminal Darsena Toscana (TdT) può essere suddiviso in quattro differenti sottosistemi:

- Sotto-sistema di carico scarico
- Sotto-sistema di stoccaggio nel piazzale
- Sotto-sistema di consegna e ricezione
- Sotto-sistema di trasporto orizzontale

Ognuno di questi sotto-sistemi presenta delle specifiche peculiari in termini di processo e di macchinari utilizzati ma al tempo stesso interagisce in modo consistente con gli altri.

Figura 14: tipologia di attrezzature presenti nel Terminal Container TdT



Attualmente, ai fini della movimentazione container, il TdT è dotato dei seguenti principali tipi di gru e dispositivi di sollevamento:

- 8 Gru di banchina (STS)
- 14 Gru a portale (RTG)
- 20 Carrelli a braccio frontale

Sistema di carico scarico

Il sistema di carico/scarico è costituito dalle otto gru ship to shore (STS) che movimentano i carichi dalle navi alla banchina. Da questa poi i container vengono movimentati tramite dei sistemi di trasporto orizzontale (camion o simili). Tali gru STS sono alimentate elettricamente e sono responsabili di una quota molto significativa dei consumi elettrici del terminal.

Sistema di stoccaggio nel piazzale

È il sottosistema più grande da un punto di vista fisico, ricopre infatti la quasi totalità dei 386.000mq del Terminal. È di importanza fondamentale ai fini di una corretta gestione della movimentazione delle merci e la sua logistica è gestita nei minimi dettagli tramite un apposito software che si occupa della programmazione degli spostamenti dei singoli container.

Bisogna considerare infatti che quando le navi arrivano trasportano migliaia di container che vanno scaricati e opportunamente smistati il più velocemente possibile. Si capisce dunque come sia estremamente importante un'accurata gestione degli spazi del piazzale. All'interno del piazzale per la movimentazione dei container si usano delle **gru a portale su gomma**, "RTG" (Rubber Tyred Gantry crane).

Sistema di trasporto orizzontale

Questo sistema è quello che si occupa di collegare i due sopra citati andando a movimentare orizzontalmente i container all'interno delle varie aree del Terminal. Vengono utilizzati degli appositi **camion e dei carrelli a braccio frontale**.

Gli stessi macchinari sopra citati vengono utilizzati per la movimentazione dei container dall'interno all'esterno del terminal (o viceversa) tramite l'uso di una apposita linea ferroviaria o di camion (Sistema di consegna e ricezione).

3.1.2 CONSUMI ENERGETICI DEL TERMINAL DARSENA TOSCANA

Il TdT rappresenta un sistema particolarmente energivoro, presentando ingenti **consumi elettrici**, che si attestano intorno agli 8000 MWh annui. Questi sono dovuti principalmente a quattro tipologie di carichi:

- Containers Frigoriferi
- Gru STS
- Torri faro e illuminazione del piazzale
- Uffici

Dalla lettura della tabella sottostante, che riporta i consumi elettrici del TdT per l'anno solare 2015, si nota come gran parte di questi consumi siano dovuti all'allacciamento alla rete dei container frigo che vanno alimentati costantemente anche durante le fasi di stoccaggio, e alla potenza richiesta dalle gru STS per lo scarico e il carico dei container sulle navi.

L'altra parte dei consumi energetici del Terminal è quella legata al carburante necessario per alimentare tutti i dispositivi di movimentazione merci non connessi alla rete elettrica, quindi le RTG, i carrelli a braccio frontale, i camion per la movimentazione interna e esterna e i muletti

per il sollevamento dei container vuoti. Dal funzionamento degli stessi derivano anche le emissioni inquinanti prodotte all'interno del terminal, di conseguenza un aumento dell'efficienza degli stessi comporterebbe, oltre al risparmio sui consumi di combustibile, una riduzione delle emissioni inquinanti in sito. In questo caso le quote di consumo sono distribuite abbastanza equamente tra i vari mezzi utilizzati.

Tabella 5: Consumi elettrici e di carburante del TdT per l'anno solare 2015

Consumi elettrici			Consumi di carburante		
	[MWh]	%		[L]	%
Container frigo	3.623	45.57	Gru RTG	380.850	28
Gru STS	2.551	32.08	Camion	394.159	29
Illuminazione	1.135	14.27	Carrelli a braccio frontale	573.532	43
Uffici	642	8.08	Totale	1.348.571	
Totale	7,952				

Nei paragrafi successivi vengono fornite indicazioni rispetto alla possibilità di implementazione di sistemi ibridi e GNL relativamente alle seguenti attrezzature di banchina:

- Gru di piazzale RTG
- Ralle portuali
- Locomotori di manovra

3.1.3 GRU RTG

Le gru RTG non rappresentano l'elemento più energivoro in assoluto ma sono caratterizzate da una bassissima efficienza media: il motore a combustione interna è infatti dimensionato per coprire tutti i carichi che in fase di spunto al sollevamento si aggirano attorno ai 350kW ma con una potenza media richiesta dal sistema molto più bassa (dell'ordine dei 10kW). Per questo motivo il motore a combustione interna si trova frequentemente a lavorare in condizioni di forte parzializzazione con conseguenti ed elevati consumi specifici.

Ad oggi soluzioni di questo tipo sono da considerarsi obsolete, vista la considerevole riduzione dei prezzi dei sistemi di accumulo e conversione elettrica che oggi permettono di realizzare sistemi integrati molto più efficienti ed economicamente convenienti. Inoltre, l'upgrade di tali sistemi risulta ancora più appetibile considerando che, già allo stato attuale, gran parte delle gru RTG utilizzano una frenatura elettrica in fase di discesa del container. L'energia così prodotta, che risulta essere una quota consistente di quella totale richiesta,

viene attualmente dissipata su un reostato di frenatura perdendo quindi, di fatto, la possibilità di essere recuperata dal punto di vista energetico.

Le soluzioni possibili per un upgrade delle gru RTG sono di tre tipi:

- elettrificazione completa del sistema
- accoppiamento del motore termico con opportuno sistema di accumulo
- utilizzo del gas naturale (GNL o GNC) nel motore a combustione interna (conversione di un diesel tradizionale in dual-fuel o adozione di motore a gas) in abbinamento al sistema di accumulo

Se da un lato l'elettrificazione completa comporta il quasi totale annullamento delle emissioni inquinanti interne alla zona portuale e un rendimento di sistema più elevato, d'altro canto è necessario predisporre opportuni sistemi di allacciamento elettrico tramite cavo o rotaia con conseguenti problematiche logistiche e di investimento economico. Inoltre, in questo modo si rende il sistema ancor più dipendente dalla rete elettrica con interruzioni di servizio in caso di blackout.

La scelta di un'alimentazione ibrida comporta invece differenti vantaggi: indipendenza dalla rete, stessa libertà di movimento della gru di quella attuale e minori, per non dire nulli, costi infrastrutturali. Chiaramente di contro si hanno delle ridotte ma pur sempre residue emissioni inquinanti e acustiche in loco, una residua dipendenza dei costi operativi dal prezzo del combustibile e verosimilmente maggiori costi di manutenzione rispetto alla soluzione totalmente elettrica.

Nel caso di alimentazione del motore a gas naturale, sia esso in forma compressa o liquida, single-fuel o dual-fuel, si mantengono tutti i vantaggi legati all'ibridizzazione del sistema con maggiori benefici in termini di emissioni inquinanti.

Per quanto riguarda l'alimentazione a GNL è da sottolineare come la penetrazione di questo combustibile in ambito portuale aumenterà con decisione nei prossimi anni a causa delle normative sulle emissioni che stanno imponendo alla mobilità navale il passaggio a questo combustibile.

Le ipotesi più interessanti a causa dei ridotti costi infrastrutturali e dell'indipendenza dalla rete paiono quindi proprio queste ultime due: ibrido-diesel e ibrido-gas naturale.

Entrambe le soluzioni possono essere realizzate con componentistica normalmente disponibile sul mercato gestita da un sistema di controllo dedicato. La **soluzione ibrida con utilizzo di GNL** come combustibile appare quella con più alto tasso di innovatività (sono noti studi e prototipi di gru RTG ibride e di gru RTG alimentate a GNL ma non di gru RTG ibride + GNL).

Nella pagina seguente sono illustrati i dati relativi alla riduzione dei consumi di combustibile per le RTG nelle varie configurazioni simulate, assieme ad una prima analisi economica preliminare.

Figura 15: Riduzione dei consumi di combustibile per le RTG nelle varie configurazioni simulate



Fonte: Università di Pisa

Figura 16: Analisi economiche preliminari per le RTG nelle varie configurazioni simulate

Cost analysis.

	Standard	HEV STD Li-bat	HEV STD SC stack	HEV A Li-bat	HEV B Li-bat	HEV A SC stack	HEV B SC stack
Parts							
ICE (k€)	41.4	41.4	41.4	16.5	3.6	16.5	3.6
EG (k€)	62.1	62.1	62.1	24.8	5.4	24.8	5.4
RESS (k€)	-	39.0	17.0	39.0	39.0	17.0	17.0
Total (k€)	103.5	142.5	120.5	80.3	48.0	58.3	26.0
Usage costs							
Fuel (k€/y)	26.1	18.3	18.3	10.5	10.5	10.5	10.5

Fonte: Università di Pisa

3.1.4 RALLA PORTUALE

Per il case study relativo alla ralla portuale, si è preso a riferimento il modello esistente MAFI MT30 YT passo corto. Si riportano nella tabella seguente i dati utilizzati per il dimensionamento.

Figura 17: Caratteristiche della ralla portuale presa in considerazione per il case study



Modello MAFI MT30 YT	
Massa a pieno carico (kg)	67500
Massa a vuoto (kg)	7500
Coefficiente di attrito a rotolamento	0,007
Raggio di rotolamento (m)	0,475
Sezione frontale (m ²)	7,0
Coefficiente di resistenza aerodinamica	0,65
Potenza ICE (kW)	172

Le specifiche prestazionali iniziali sono state definite prendendo a riferimento dati reali di utilizzo. Sono stati in particolare individuati tre scenari di impiego, descritti sotto. Per ciascuno di essi sono stati desunti gli andamenti della velocità del veicolo, del carico e del profilo altimetrico del percorso espressi in funzione del tempo. Per il profilo di velocità, sono stati assunti i diversi valori di accelerazione e di pendenza⁹.

Tabella 6: caratteristiche dei due casi presi in esame per il case study sulla ralla portuale

Caso A	Caso B
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le necessità energetiche per la propulsione sono le stesse per il veicolo ibrido e il veicolo convenzionale. <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'efficienza media della trasmissione è considerata pari all'80 %. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Il consumo specifico medio del propulsore del veicolo convenzionale è stimato in 250 g/kWh. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le necessità energetiche per i dispositivi ausiliari sono le medesime per il veicolo ibrido e per il veicolo convenzionale. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lo schema a propulsione ibrida consente l'elettrificazione di alcuni dispositivi ausiliari, riducendone l'assorbimento rispetto alla versione convenzionale: l'assorbimento medio del sistema di sterzo è stato ridotto a 3 kW (-50 %), mentre l'assorbimento del sistema di movimentazione nelle pause è stato mantenuto invariato rispetto al convenzionale.

⁹ Accelerazione 0-20 km/h a pieno carico: 10 s; Accelerazione 0-20 km/h a vuoto: 3 s.; Decelerazione 20-0 km/h: 10 s. Relativamente alla pendenza, quest'ultima è stata considerata solamente nel terzo caso esaminato. Si è in particolare ipotizzato un valore pari al 7%, da affrontare a pieno carico alla velocità di 20 km/h.

Come è possibile osservare dalla lettura della seguente tabella che riassume i risultati sulla variazione dei due casi presi in esame, l'elettificazione dei dispositivi ausiliari per l'ibrido (caso B), associata ad una conseguente riduzione dell'assorbimento di potenza, ha un impatto notevole verso una ulteriore riduzione dei consumi rispetto al caso A.

Tabella 7: risultati dei due casi presi in esame per il case study sulla ralla portuale

Consumi	Caso A			Caso B		
	Ciclo Piattaforma	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo Piattaforma	Ciclo 1	Ciclo 2
Consumo veicolo ibrido (L/h)	7,9	5,5	5,6	7,0	4,7	4,8
Consumo veicolo convenzionale (L/h)	10,3	6,7	6,6	10,3	6,7	6,6
Variazione (%)	-23,6	-17,8	-15,5	-31,9	-29,5	-27,8

3.1.5 LOCOMOTORI DI MANOVRA

Le due caratteristiche principali del tipico ciclo operativo di un locomotore di manovra sono di avere dei picchi di potenza alti a fronte della potenza necessaria per gli spostamenti a bassa velocità¹⁰ ed un tempo di moto piccolo rispetto a quello in cui la macchina è ferma, ma impegna comunque una potenza di qualche decina di kW per mantenere in moto gli ausiliari (compressore, impianto di frenatura, ventilazione, condizionamento, ecc.).

L'una e l'altra caratteristica del ciclo fanno sì che il valor medio della potenza complessivamente richiesta sia minore rispetto a quella massima installata a bordo necessaria al trasferimento degli oggetti da movimentare. La potenza del generatore primario (gruppo elettrogeno) può arrivare ad essere dell'ordine dei 15-20% della potenza massima. Le batterie, pertanto, devono essere in grado di erogare la potenza ulteriore necessaria durante le punte di domanda.

Un sistema ibrido con accumulo in ambito ferroviario permette di:

- migliorare l'efficienza energetica del sistema consentendo di scegliere il punto di lavoro del motore primo con una certa libertà, facendolo lavorare più prossimo alle condizioni di rendimento massimo, in maniera da ridurre in maniera sensibile le emissioni inquinanti in atmosfera,

¹⁰ Non si considerano ovviamente le missioni di soccorso e l'uso come locomotive da treno

- migliorare l'efficienza energetica del sistema consentendo di recuperare parte dell'energia cinetica immagazzinata nella massa del veicolo durante le frenate,
- effettuare tratti a propulsione esclusivamente elettrica, quindi ad emissioni di sostanze inquinanti nulle e basse emissioni acustiche.

Di particolare interesse è l'ibridizzazione dei locomotori di manovra utilizzati negli scali ferroviari, oggi, fondamentale per la composizione dei treni per il trasporto merci.

Il servizio di manovra è soggetto a un'elevata variabilità. Pertanto, ai fini del dimensionamento della locomotiva ibrida da manovra si è fatto riferimento a parametri di variabilità definiti da una distribuzione di tipo gaussiana¹¹. Tale assunzione consente da un lato di non sovradimensionare il sistema di accumulo della locomotiva e/o la potenza del motore primario, come invece avverrebbe prendendo a riferimento i valori estremi, e dall'altro di avere una sufficiente confidenza che il mezzo sia in grado di far fronte alla maggior parte dei casi che si possono presentare in esercizio, potendosi, per i pochi restanti casi, accettare una riduzione delle prestazioni in termini di potenza (ma non in termini di sforzo di trazione).

Al fine di valutare le energie e le potenze necessarie a compiere un ciclo di operazioni si è effettuata una simulazione con riferimento all'uso di un locomotore di manovra tipo D141 (in uso presso le ferrovie dello stato FS) che compie il ciclo descritto nella tabella seguente.

Figura 18: Esempio di locomotore di manovra portuale – modello D141



Fonte: <http://piccolitrete.altervista.org/>

¹¹ Per il dettaglio dei parametri di influenza, per le relative assunzioni e per la definizione del servizio di manovra si rimanda al report di riferimento, redatto da Università di Pisa.

Tabella 8: caratteristiche del ciclo di operazione del locomotore di manovra portuale

STEP del ciclo di operazione

1. **60 secondi di stazionamento iniziale**
2. **Spostamento di una colonna di carri dal binario 1 all'asta di manovra per uno spazio di 1475m**
3. **Arresto della colonna e tempo di attesa per formazione itinerario: 126 secondi**
4. **Inoltro della colonna nel binario 2 (spazio 1475)**
5. **Tempo di attesa per aggancio/sgancio e formazione itinerario per il successivo movimento: 126 secondi**

caratteristiche di moto

- **Velocità massima di spostamento: 30 km/h (velocità limitata dalla presenza degli scambi)**
- **Resistenza al moto indipendente dalla velocità: 30N/ton**
- **Nessuna limitazione di prestazione in potenza rispetto al alla curva caratteristica sforzo velocità**

Nella tabella seguente vengono riportati i valori dei flussi di potenza (kW) ed i flussi di energia (kWh) complessivi rispettivamente per ciascun componente del veicolo in relazione ad un ciclo elementare che ha una durata di circa 24 minuti di cui circa 6 di inattività.

Si può notare come a fronte di una potenza nominale di 1400kW del locomotore D141, si possa utilizzare per l'ibridizzazione di quel locomotore un gruppo elettrogeno di circa 200kW (maggiorando un po' la potenza massima richiesta nel ciclo considerato per avere un margine per poter poi trasferire i convogli fino alla stazione più vicina ad una velocità maggiore di 30km/h).

Rispetto al consumo del D141, si ha una riduzione di consumo di circa il 50% dovuta, fondamentalmente al fatto di far funzionare un motore diesel molto più piccolo nel punto di lavoro in prossimità del massimo rendimento.

Tabella 9: flussi di potenza di energia per ciascun componente

Flussi di potenza (kW)	
➤ Potenza max di trazione	330
➤ Potenza max recuperata dalla trazione	67
➤ Potenza max generata dall'accumulo	220
➤ Potenza max recuperata dall'accumulo	167
➤ Potenza max generata	120
➤ Potenza max dissipata	0

Flussi di energia(kWh)	
➤ Energia di trazione	85.4
➤ Energia accumulo netta	53.8
➤ Energia accumulo generata	57.5
➤ Energia accumulo recuperata	3.7
➤ Energia assorbita dagli ausiliari	4.0
➤ Consumo totale gasolio litri	2.2

➤ Potenza max assorbita dagli ausiliari 10

➤ Consumo gasolio per km 7

3.1.6 LOCOMOTORE DI MANOVRA IN PURO ELETTRICO BIMODALE

Un locomotore elettrico bimodale è un normale locomotore elettrico alimentato da linea con pantografo a cui si aggiunge un sistema di accumulo dell'energia elettrica con accumulatori elettrochimici. Questo tipo di veicolo può percorrere tratti di linea ferroviaria senza essere alimentato dalla linea di contatto ma sfruttando l'energia degli accumulatori elettrochimici.

Nel caso di impiego come locomotori di manovra essi possono operare su una infrastruttura, non fornita della linea di contatto, di collegamento delle banchine alle linee nazionali di trasporto, utilizzando l'energia elettrica accumulata e poi ricaricare gli accumulatori quando si inseriscono nella infrastruttura ferroviaria alimentata con linea di contatto (normalmente la stazione ferroviaria da cui prelevano e riportano i convogli carichi/scaricati in banchina).

Questo tipo di soluzione veicolare permetterebbe di non usare combustibili nella movimentazione portuale con treni annullando le emissioni di gas combust localmente e riducendo anche l'inquinamento acustico.

Con riferimento al ciclo di manovra elementare per la formazione di un convoglio di circa 450m illustrato in precedenza, l'energia elettrica necessaria all'effettuazione del ciclo sarebbe circa 90kWh, con necessità di un accumulo di circa 340 kWh¹².

Utilizzando un coefficiente di sicurezza pari a 2, si dovrebbero installare a bordo circa 700kWh di accumulatori elettrochimici che, con le tecnologie al Litio oggi più commerciali, comporterebbe un incremento del peso di circa 500kg (di pressoché nullo effetto rispetto alle circa 13t di peso del locomotore).

A titolo di esempio prendendo in considerazione il "Compensorio di Livorno-porto di Livorno" si ha una movimentazione annuale di circa 2400 convogli che non vengono formati in banchina ma solo trasferiti dalla stazione di Tombolo alla banchina normalmente sempre a pieno carico di circa 1500t, su un percorso di circa 8 km, con un consumo annuale di 480MWh di energia elettrica per la trazione. La stessa attività effettuata con gli attuali locomotori richiederebbe circa 200.000 litri di gasolio.

¹² considerando che per il trasporto del convoglio di 1600t per 8km fino alla stazione più vicina si utilizzerebbero circa 200kWh e per riportare un convoglio di vagoni vuoti fino al porto si consumerebbero circa 50kWh.

3.2 OPZIONI DI IMPIEGO DEL GNL PER LE MANOVRE FERROVIARIE IN AMBITO PORTUALE

La diffusione nell'uso del GNL, metano conservato in forma liquida a temperatura criogenica, è ormai consolidata e in continua crescita a livello mondiale, grazie soprattutto alla possibilità di immagazzinare significative quantità di energia con pesi e ingombri competitivi rispetto al gasolio.

Nel campo dell'automotive esiste un'ampia casistica di motorizzazioni (i motori "dual-fuel" e i motori "tutto gas") generalmente applicate a veicoli industriali, che sfruttano l'alimentazione a GNL.

Nel campo ferroviario l'alimentazione a GNL non ha ancora una presenza rilevante, e laddove non si disponga di locomotive elettrificate la soluzione di gran lunga più adottata è quella della motorizzazione diesel. Si annoverano le prime esperienze di riconversione dual-fuel di locomotori diesel, in grado di ottenere significativi abbattimenti dell'inquinamento prodotto (CO₂, particolato, fumi) a fronte di un costo di riconversione decisamente contenuto.

L'impiego di combustibili alternativi, quali il GNL, nel trasporto ferroviario trova potenziale applicazione in sostituzione della "convenzionale" trazione diesel che viene adottata nelle sezioni non elettrificate della rete (attraverso locomotori diesel o ibridi diesel-elettrici).

La quota di rete non elettrificata in Italia risulta essere pari a circa il 28,3% del totale (4.760 km su un totale di 16.780 km) e non è uniformemente distribuita sul territorio nazionale. L'elettrificazione della rete è infatti legata alle esigenze funzionali della tratta e dal rispetto dei principi di economicità che dipendono dal grado di utilizzo della rete e dalle tipologie di traffico (passeggeri e/o merci). Si riportano nella tabella seguente le percentuali di elettrificazione della rete ferroviaria per Liguria, Sardegna e Toscana.

Tabella 10: Elettrificazione rete ferroviaria in Liguria, Toscana e Sardegna

Regione	Totale Linee in esercizio (km)	Linee non elettrificate – diesel (km)	Linee non elettrificate-diesel (% sul totale)
Liguria	495	478	3,4 %
Sardegna	427	427	100%
Toscana	1.479	503	34%

Fonte: <http://www.rfi.it/rfi/LINEE-STAZIONI-TERRITORIO>

Per quanto concerne l'oggetto del presente studio, si sottolinea come le zone interne ai perimetri portuali e ai raccordi, nella maggioranza dei casi, presentano binari non elettrificati.

Il caso specifico della alimentazione a GNL delle motrici ferroviarie che operano le manovre all'interno dei porti appare particolarmente interessante, a prescindere dalla soluzione tecnologica adottata, laddove inserito in un contesto di infrastrutturazione del porto per fornire il gas non solo alle navi, giustamente considerate il principale utilizzatore potenziale, ma a tutta una serie di servizi che operano nell'area portuale e che potrebbero sfruttare appieno le facilities di stoccaggio locale e di distribuzione del gas.

Nel panorama dell'industria nazionale esistono da una parte aziende che già operano nella conversione *dual-fuel* dei motori per autocarri e nella realizzazione di motori tutto-gas, dall'altra aziende in grado di progettare e produrre tutte le componenti "criogeniche" necessarie a tali realizzazioni. Si può quindi affermare che si sta parlando di soluzioni tecnologicamente mature, a portata dell'industria manifatturiera.

Partendo da questo scenario di riferimento, la tematica del possibile utilizzo del GNL per alimentare i locomotori che effettuano manovre all'interno del porto trova naturale collocazione nel progetto PROMO-GNL e nel report T1.2.1, di cui si forniscono nei seguenti paragrafi le principali risultanze in merito alle seguenti attività¹³:

- analisi delle più significative applicazioni già esistenti sul mercato;
- esame dello stato dell'arte delle manovre ferroviarie all'interno dei porti nel territorio di cooperazione;
- individuazione dei locomotori usati per il case-study e delle relative caratteristiche tecniche;
- caratterizzazione di differenti soluzioni tecniche di refitting dei locomotori;
- valutazione dell'impatto dell'intervento di refitting su prestazioni, emissioni, consumi;
- valutazione economiche;
- considerazioni sulla omologazione e sulla infrastruttura di ricarica.

¹³ Per la raccolta della normativa di riferimento si faccia riferimento alla versione integrale del Report

3.2.1 INDAGINE E RICERCA SUL GNL UTILIZZATO IN AMBITO FERROVIARIO

In Europa, i progetti relativi all'utilizzo del GNL e di combustibili alternativi nel trasporto ferroviario sono allo stadio iniziale. Gli stakeholder che potrebbero favorire il processo sono le imprese del trasporto ferroviario, i costruttori del materiale rotabile (es. l'associazione FerCargo Rotabili) e il Ministero dello Sviluppo Economico che ha manifestato un forte interesse sul tema.

Il panorama mondiale offre alcuni *case studies* da analizzare, peraltro non molti e per la maggior parte riferiti alla trazione lungo linea e non alle manovre in porto (con l'eccezione del caso di Tarragona). In particolare, si trova notizia di recentissime esperienze all'estero su locomotive pesanti: a parte un esempio russo di locomotiva a turbina, pare diffuso il concetto di alimentazione "dual-fuel", che richiede, sui grossi motori diesel, interventi meno pesanti rispetto alla riconversione completa.

A livello europeo, l'unica esperienza significativa già maturata e legata all'utilizzo del GNL in campo ferroviario portuale è rappresentata dal caso pilota spagnolo del Porto di Terragona che, nell'ambito del Progetto europeo CORE LNGas Hive, ha sviluppato uno studio di fattibilità circa l'utilizzo di un locomotore a GNL (di smistamento) nell'area portuale.

Il progetto pilota, avviato nel 2017 e conclusosi a fine 2018, finalizzato alla progressiva introduzione di locomotori di manovra alimentati a GNL in sostituzione degli attuali alimentati a diesel. Insieme all'individuazione di barriere tecniche e legali, il progetto ha indirizzato la fattibilità sotto il doppio profilo economico e ambientale, arrivando a produrre delle raccomandazioni per la gasificazione dei servizi di manovre portuali.

In sintesi, si riportano nel seguito alcune significative evidenze di questa esperienza:

- le macchine motrici LNG-Dual fuel non sono standardizzate sul mercato (non è presente un listino o un catalogo specifico);
- sono necessari ulteriori costi di sviluppo e adeguamento per le specifiche esigenze del trasporto (in questo caso relativo alla manovra ferroviaria portuale);
- sono presenti barriere di tipo regolamentare e legale (non essendo il GNL ricompreso tra i combustibili ad uso ferroviario, sono necessarie omologazioni e autorizzazioni ad-hoc e in assenza di un quadro normativo specifico, sono necessarie analisi di rischio specifiche);
- dal punto di vista economico grande rilevanza assume la differenza di costo tra diesel e GNL, i cui parametri variano nel tempo e non sono facilmente prevedibili. Il pay-back period legato all'investimento su un locomotore alimentato a GNL si aggira intorno ai 7 anni. Il maggior volume necessario per lo stoccaggio del GNL a bordo comporta una perdita di capacità di trasporto che è difficilmente sostenibile nel settore passeggeri;

- sono necessarie specifiche attività di ingegnerizzazione legate alla scelta delle soluzioni tecnologiche e alla ricerca degli adeguati spazi a bordo treno per l'installazione della cisterna e dei sistemi di raffreddamento;
- è necessario un cambio di operatività del servizio in quanto si passa da 1 a 2 rifornimenti settimanali (2.700 litri di gasolio rispetto a 2.160 litri di GNL che è possibile stoccare a bordo treno);
- nello specifico caso della trazione legata alle manovre portuali, le soluzioni "dual fuel" non sembrano appropriate per la discontinuità dell'operatività che è tipica di tali servizi.

Decisamente più incoraggianti le valutazioni sulle ricadute ambientali, in termini di riduzione dell'inquinamento acustico e delle emissioni di CO, NOx e particelle per percentuali indicativamente del 70%.

3.2.2 STATO DELL'ARTE DELLE MANOVRE FERROVIARIE ALL'INTERNO DEI PORTI NEL TERRITORIO DI COOPERAZIONE

Facendo esplicito riferimento agli ambiti territoriali del programma (Liguria, Toscana, PACA, Sardegna, Corsica), è stata avviata una consultazione presso le Autorità Portuali e le imprese ferroviarie che effettuano le manovre all'interno dei porti di Genova, Livorno, Cagliari, Tolone, Bastia.

Sono stati raccolte interessanti indicazioni sulla posizione di tali soggetti in relazione ad una potenziale graduale entrata in esercizio di locomotori di manovra alimentati a GNL, con particolare riferimento a specifici requisiti e vincoli alla base di eventuali scelte strategiche in tale direzione.

PORTO DI GENOVA

All'interno delle aree del cosiddetto porto antico, di Sampierdarena e di Voltri (terminal PSA) le manovre ferroviarie vengono operate dalla società FuoriMuro - Servizi Portuali e Ferroviari S.r.l., che è altresì in grado di integrare, attraverso società legate allo stesso gruppo industriale, l'attività di manovra all'interno del porto con la trazione verso le realtà retroportuali, e offrendo ai propri clienti un servizio completo, inclusivo del noleggio e della fornitura di carri e casse.

Per operare le manovre FuoriMuro impiega attualmente differenti tipi di motrice, in particolare alcuni esemplari LHB 530C, particolarmente adatti allo svolgimento delle attività di manovra, acquistati di seconda mano e retrofittati. Nell'ambito del potenziamento e della modernizzazione della propria flotta, FuoriMuro disporrà a regime di una flotta di 25 motrici di questa tipologia, e sarebbe quindi molto interessata a valutarne le potenzialità di alimentazione con GNL.

I punti di attenzione che FuoriMuro ritiene debbano essere approfonditi per poter procedere con l'introduzione del GNL come fonte di alimentazione delle motrici sono di varia natura:

- la valutazione della convenienza economica in termini di costi di esercizio: oggi il consumo medio di gasolio si aggira su 16 lt/h, che a fronte di una media di 6 h di operatività giornaliera su 200 gg/anno porta indicativamente ad un consumo di 20.000 lt. di gasolio/anno;
- la soluzione ingegneristica relativamente al posizionamento a bordo del serbatoio del gas, che considerati i vincoli di spazio porterebbe, in caso di alimentazione dual-fuel, alla necessità di ridurre la dimensione del serbatoio di gasolio;
- la logistica di approvvigionamento, tenendo conto che questi locomotori operano in aree limitate e tipicamente si ricoverano in alcuni punti fissi, nei quali potrebbero essere installate le infrastrutture di ricarica; la soluzione ideale sarebbe quella dei containers modulari montati su semirimorchi dinamicamente posizionabili vicino ai locomotori, soluzione peraltro da rendere compatibile con le norme che attualmente non contemplano tale possibilità;
- un'altra possibile soluzione per assicurare l'approvvigionamento, da esaminare in dettaglio, potrebbe consistere nella costruzione di una stazione locale di liquefazione, posta all'interno del parco di manovra nella posizione più agevole e sicura, alimentata dalla rete gas; tale soluzione ridurrebbe decisamente l'esigenza di stoccaggio ed eliminerebbe completamente il problema di trasportare il metano liquefatto fino al punto di consegna.

PORTO DI LIVORNO

All'interno del porto di Livorno le manovre vengono operate da Mercitalia Shunting & Terminal (MIST), ex Serfer, società del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane; oltre a Livorno la società opera all'interno di molti altri scali italiani, fra i quali Savona e La Spezia. MIST ha acquisito da Mercitalia un parco di circa 130 locomotive di tipologia molto disomogenea, ha quindi deciso di concentrarsi su tre modelli, precisamente D255, D245 e D214; l'attuale parco ammonta complessivamente a 90 veicoli. Tali veicoli vengono progressivamente revampati, in relazione sia alle componenti meccaniche che all'elettronica espressamente richiesta dalle normative vigenti, in particolare la ANSF 1/2015, per consentire l'operatività dei mezzi sulla rete nazionale. Tale attività di revamping è tutt'ora in corso, potrebbe quindi esserci, in prospettiva, l'interesse di MIST a sperimentare l'attrezzaggio a GNL di uno di questi locomotori.

Un'ipotesi operativa per assicurare il rifornimento di locomotori di manovra potrebbe essere quella di posizionare un contenitore criogenico mobile all'interno del parco di manovra, in una posizione adeguata e concordata con i Vigili del Fuoco, movimentando poi tale container fino al deposito per rifornirlo e riportarlo nello scalo ferroviario.

PORTO DI CAGLIARI

Da una approfondita verifica con Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna è emerso chiaramente come il tema non sia di attualità nel contesto sardo, in quanto non esiste di fatto alcun servizio di trasporto merci nave-treno sull'isola, e di conseguenza nessun servizio di manovra ferroviaria nei principali porti di Cagliari e Olbia. Tutto il traffico merci all'interno dell'isola avviene su autocarro, mentre i collegamenti con il continente avvengono imbarcando direttamente i camion o i semirimorchi sui numerosi traghetti in servizio. Le uniche attività portuali merci sono legate al transhipment nel porto canale di Cagliari, ovviamente di nessun impatto ai fini della presente tematica.

Una nota storica: fino a qualche decennio fa Golfo Aranci, dotato di un parco ferroviario di notevoli dimensioni, movimentava via ferro circa il 50% delle merci in entrata/uscita dalla Sardegna; in tale parco operavano grossi locomotori di manovra, oggi dismessi.

PORTO DI TOLONE

Nel Porto di Tolone è attualmente in costruzione il raccordo fra l'area portuale e la rete ferroviaria; l'entrata in servizio è prevista per il 2020. La Chambre de Commerce e de l'Industrie du VAR prevede di assegnare tale servizio ad una società privata. Si dichiarano interessati ad esaminare la possibilità di alimentare i locomotori di manovra con GNL in una prospettiva futura, non oggi in quanto non effettuano tali servizi.

CORSICA

Le due linee ferroviarie presenti in Corsica sono caratterizzate da un armamento a scartamento ridotto, il che implica di fatto l'impossibilità di sbarcare veicoli ferroviari provenienti dal continente adatti a linee a scartamento normale. E in effetti i soli servizi ferroviari svolti su tali linee sono di tipo passeggeri. Di conseguenza la tematica delle manovre ferroviarie nei vari porti della Corsica non è quindi di attualità, come confermato da Office des Transports de la Corse.

3.2.3 CARATTERISTICHE DEI LOCOMOTORI DEL CASE-STUDY

Per sviluppare lo studio ingegneristico su fattibilità, soluzioni tecniche e valutazione budgettaria dei costi legati alla metanizzazione di un locomotore da manovra con carburante GNL, si è scelto di procedere su un case-study concreto, per dare maggiore confidenza e concretezza sui risultati ottenuti.

La scelta del case-study è ricaduta sui locomotori LHB 530C di proprietà di Fuorimuro di Genova, grazie al forte interessamento di tale società nello studio e la conseguente disponibilità a supportare e fornire utili suggerimenti nelle varie fasi di sviluppo dell'attività.

Nel corso di un approfondito sopralluogo svoltosi presso l'officina di FuoriMuro, al quale ha partecipato anche la Società Ecomotive-Solutions specializzata nella costruzione e nel retrofitting di motori a gas liquefatto per veicoli industriali, sono stati raccolti gli elementi utili alla successiva fase di definizione e dimensionamento della nuova soluzione.

La motorizzazione preesistente su tali macchine è costituita da un motore MTU modello 6V396, caratterizzato da alimentazione Diesel, consumo di carburante circa 220 g/kwh (consumo medio di carburante in esercizio: 16 litri di gasolio/ora) per una capacità del serbatoio pari a 1300 litri di gasolio.

Figura 19: locomotiva di Fuori Muro ristrutturata ed operativa all'interno dell'area portuale



3.2.4 ANALISI DI DIFFERENTI SOLUZIONI TECNICHE DI REFITTING DEI LOCOMOTORI

Dall'esame della letteratura e delle esperienze sviluppate in altri contesti, sono emersi chiaramente i quattro possibili approcci al tema della metanizzazione di locomotive diesel:

- la conversione del preesistente motore diesel in:
 - [a] un motore tutto GNL;
 - [b] un motore dual-fuel diesel/GNL;
- la completa sostituzione del preesistente motore diesel con:
 - [c] un motore tutto GNL;
 - [d] un motore dual-fuel diesel/GNL.

Ciascuna soluzione presenta elementi positivi e negativi, ed è impossibile stabilire a priori quale sia la scelta ottimale, ma è necessario calarla di volta in volta sul caso specifico che viene considerato.

Alcuni elementi generali possono essere presi a riferimento:

- dal punto di vista del costo di investimento, le soluzioni [c] e [d] che prevedono la sostituzione completa del motore preesistente presentano un costo superiore rispetto alle soluzioni [a] e [b] che prevedono la sola trasformazione del motore preesistente;
- la riduzione di emissioni e di rumore è decisamente più rilevante nei casi [a] e [c] con motorizzazione 100% GNL rispetto ai casi [b] e [d] con alimentazione doppia;
- anche la riduzione nei consumi risulta più elevata nei casi [a] e [c] con motorizzazione 100% GNL rispetto ai casi [b] e [d] con alimentazione doppia, questo perché le caratteristiche del GNL risultano più idonee per un motore a ciclo Otto rispetto ad un motore a ciclo diesel;
- la complessità dell'intervento risulta più elevata, ma la messa a punto presenta sicuramente minori incognite, nei casi [c] e [d] di sostituzione con un nuovo motore rispetto ai casi [a] e [b] di trasformazione del motore preesistente;
- infine, la flessibilità operativa, che favorisce le soluzioni [b] e [d] dual-fuel rispetto alle soluzioni [a] e [c].

Si noti che la definizione completa di tutti i componenti che devono essere installati a corollario del nuovo motore per dare piena operatività, necessita un progetto esecutivo di dettaglio che esula dagli obiettivi del presente studio. Tuttavia, il Report di riferimento elenca le principali componenti, utili a caratterizzare l'intervento ed anche a fornire elementi di natura economica per la valutazione budgettaria dei costi, riportati di seguito:

- serbatoio/i criogenico per il contenimento del GNL: in questa fase si ipotizziamo 1-2 serbatoi da 450 litri diametro 650 mm lunghezza 2000 mm c.a.;

- linee di interconnessione motore in acciaio INOX AISI316 conformate su misura con set raccordi per sistemi criogenici;
- cablaggio interfacciamento motore dedicato;
- sistema di monitoraggio GPS/GPRS;
- staffe, canalizzazioni e fittings meccanici per l'installazione dell'impianto;
- sistemi di sicurezza aggiuntivi, da valutare anche in funzione del processo di omologazione.

Per il merito specifico della comparazione delle diverse soluzioni tecniche esaminate nell'ambito del case-study, incluso il tema dell'omologazione, si rimanda alla versione integrale del Report di riferimento.

3.2.5 IMPATTO DELL'INTERVENTO DI REFITTING SU EMISSIONI, PRESTAZIONI, CONSUMI E COSTI DI ESERCIZIO

Dall'analisi svolta nei precedenti paragrafi appare evidente come l'utilizzo del GNL in ambito ferroviario sia ancora allo stato sperimentale: le poche realizzazioni ad oggi esistenti hanno carattere prototipale e non è quindi possibile ricavare dalla letteratura valutazioni mirate e consolidate su tali impatti.

Ben diversa è la situazione parlando dell'uso nel GNL nell'ambito della trazione stradale, dove ormai da molti anni, e in altre nazioni più che in Italia, un gran numero di autocarri monta motori alimentati a GNL. Nel caso stradale le valutazioni presenti in letteratura sugli impatti sono numerose e sono suffragate da riscontri oggettivi provenienti dal campo; tali valutazioni possono essere prese a riferimento anche per il caso ferroviario, considerando che i due contesti operativi non sono troppo dissimili fra loro.

IMPATTO AMBIENTALE

Tutti gli studi relativi all'impatto ambientale derivante dall'uso del GNL mostrano rilevanti benefici se rapportati alla tradizionale alimentazione diesel:

- riduzione della contaminazione acustica;
- riduzione delle emissioni di gas inquinanti e dell'effetto serra.

Le emissioni di NO_x, di particelle, di monossido e di biossido di carbonio sono ridotte al minimo; l'anidride solforosa è quasi completamente assente, poiché il gas naturale non contiene né piombo né tracce di metalli pesanti.

Nel citato progetto CEF CORE LNGas viene riportata una valutazione tratta da specifici studi sull'ambito ferroviario, che indicano le seguenti riduzioni (simili a quelle riscontrabili nel settore stradale):

- CO₂: 20% (20-30% nel trasporto stradale)
- NO_x: 70% (70-90% nel trasporto stradale)
- CO: 70% (70-90% nel trasporto stradale)
- particelle: >70% (90% nel trasporto stradale)

Sempre il suddetto progetto fornisce una generica quantificazione del risparmio in termini ambientali¹⁴ pari a:

- CO₂: 140 g/km
- NO_x: 6,3 g/km
- PM: 0,2 g/km

A titolo esemplificativo si riportano nella figura seguente i risultati delle simulazioni relative al previsto abbattimento di CO₂, NO_x e PM in caso di metanizzazione della flotta di locomotori operanti all'interno del porto di Tarragona, calcolato su un arco di 30 anni.

Figura 20: Risultati dell'abbattimento di CO₂, NO_x e PM nel caso studio del porto di Tarragona



Fonte: Institut Cerdà di Barcellona

¹⁴ Vengono presi a riferimento i dati relativi alle emissioni tipiche di un locomotore diesel, CO₂: 700 g/km; NO_x: 9 g/km, PM: 0,3 g/km.

PRESTAZIONI E COSTI DI ESERCIZIO

Analogamente a quanto discusso nel paragrafo precedente, non essendo disponibili in letteratura valutazioni consolidate sulle prestazioni ottenibili, e soprattutto sui costi di gestione di un locomotore convertito a GNL, è possibile impostare alcuni calcoli utili a dare delle indicazioni di carattere generale.

Per valutare le prestazioni e calcolare l'energia utile per la trazione ottenibile da un litro di carburante si deve tenere conto del dato relativo all'energia prodotta per unità di massa, del rendimento medio di un motore (che si traduce nell'energia trasferibile sull'albero di trasmissione) e del peso specifico dei due combustibili (gasolio e metano liquido).

Nella tabella che segue sono riportati i suddetti conteggi, che indicano una maggiore resa per litro di carburante nel caso del gasolio (3,9 kWh/lt) rispetto al caso del GNL (2,6 kWh/lt).

Tabella 11: tabella prestazioni trazione a gasolio vs metano

	GASOLIO (ciclo diesel)	METANO (ciclo otto)
Energia prodotta per unità di massa	11 kWh/kg	13 kWh/kg
Rendimento motore a ciclo variabile	44%	40%
Energia convertibile dal motore sull'albero / kg	4,8 kWh/kg	5,2 kWh/kg
Peso specifico	800 Kg/m ³	500 Kg/m ³
Energia convertibile dal motore sull'albero / lt	3,9 kWh/lt	2,6 kWh/lt

I dati riportati in tabella sono orientativi; valutazioni precise si possono ottenere soltanto analizzando puntualmente i carburanti e le prestazioni dei motori specifici.

Passando alla valutazione dei **costi di esercizio**, questi risultano differenti da nazione a nazione in funzione dei costi del carburante, che come noto ha regimi di tassazione diversi, ivi compreso, vedi caso italiano, il recupero delle accise per determinati tipi di utilizzo.

Da alcuni sondaggi fatti presso gli operatori del settore, una ragionevole stima dell'attuale costo netto in Italia può essere fatta sulla base di 1 €/lt per il gasolio e di 0,5 €/lt per il GNL. Combinando questa valutazione con il dato relativo all'energia utile per litro ricavato in precedenza, si può concludere, come riportato nella tabella sottostante, che **il costo per kWh nel caso del GNL è di circa il 25% inferiore rispetto al gasolio**. Questa valutazione è solo tendenziale, richiederebbe ulteriori approfondimenti che tengano anche conto sia dei volumi di consumo (e quindi delle condizioni commerciali di acquisto più favorevoli), sia dei prevedibili trend di variazione dei costi del carburante nel prossimo futuro.

Tabella 12: valutazione dei costi di esercizio trazione a gasolio vs metano

	GASOLIO (ciclo diesel)	METANO (ciclo otto)
Energia convertibile dal motore sull'albero / lt	3,9 kWh/lt	2,6 kWh/lt
Litri di carburante/kWh	0,26	0,38
Costo indicativo carburante	1 €/lt	0,5 €/lt
Costo indicativo / kWh	0,26 €	0,19 €
Risparmio stimato (conversione diesel -> GNL)	c.a. 25%	

A titolo di mero esercizio, è interessante parametrare tali valori sui dati di consumi indicati da Fuorimuro per i propri locomotori:

- consumo medio di gasolio durante l'esercizio: 16 lt/h
- operatività media giornaliera: 6 h
- operatività media annuale: 200 giorni
- consumo medio annuale/locomotore: 20.000 litri di gasolio
- costo di acquisto carburante: 20.000 €/anno/locomotore.

In base alle precedenti stime economiche, si può ipotizzare almeno a livello indicativo che la conversione da gasolio a GNL potrebbe portare all'abbattimento di tale costo di acquisto da 20.000 a 15.000 €/anno/locomotore.

3.2.6 VALUTAZIONI ECONOMICHE DELL'INVESTIMENTO DI RETROFITTING

Le valutazioni che sono state condotte nello studio di riferimento sono di tipo budgettario e partono dalle indicazioni fornite dalla società Ecomotive Solutions. Naturalmente, per una realizzazione prototipale sarebbe preventivamente necessaria una più approfondita analisi delle soluzioni offerte sul mercato da parte di differenti costruttori, sia per ottimizzare la soluzione tecnica che per definire con maggiore precisione i costi complessivi dell'intervento.

Le presenti valutazioni sono tuttavia utili per fornire un primo quadro dell'impatto economico che l'intervento di metanizzazione delle motrici di manovra potrebbe richiedere.

Tabella 13: valutazioni economiche dell'investimento di retrofitting

Intervento	Prezzi al netto di IVA (€)
Conversione del motore da ciclo Diesel a ciclo Otto Metano	60.000
Fornitura del motore ESC16MF-NG	70.000
Noleggio del motore ESC16MF-NG (6 mesi)	36.000
Serbatoio criogenico	15.000
Materiali vari	10.000-15.000
Sviluppo e test preliminare a banco (10 gg lavorativi)	10.000
Installazione (10 gg lavorativi)	10.000
Test e collaudo (10-15 gg lavorativi)	10.000-15.000
Omologazione (costo una-tantum stimato)	80.000-100.000
COSTO TOTALE STIMATO (MIN-MAX)	(230.000- 295.000)

3.2.7 CONSIDERAZIONI SULLA RETE DI RICARICA

La disponibilità di un'adeguata struttura di rifornimento del GNL all'interno dell'area portuale costituisce una condizione imprescindibile per la fattibilità del progetto di metanizzazione dei locomotori di manovra, sia in una fase di prototipazione che a maggior ragione in caso di implementazione a regime.

In assenza di una infrastruttura portuale per lo stoccaggio del GNL, occorre prevedere un sistema autonomo di rifornimento, che potrebbe essere realizzato con due differenti modalità:

- un serbatoio locale di GNL, ubicato presso il parco all'interno del quale operano i locomotori di manovra, rifornito periodicamente da una autobotte, esattamente come avviene per il caso dei distributori stradali;
- un container criogenico mobile, posizionabile presso l'area di manovra dei locomotori, da sostituire una volta vuoto con un altro pieno.

La seconda soluzione appare sicuramente più rapida da realizzare, in quanto non richiede la costruzione di alcuna infrastruttura fissa, e più flessibile da gestire, in quanto consente eventuali cambi di posizionamento nel tempo a seguito di specifiche esigenze. Peraltro, in base alle circolari dei Vigili del Fuoco, parrebbe che ad oggi questa modalità non sia normata, e quindi non immediatamente attuabile.

Nell'ottica di una auspicabile realizzazione prototipale, l'aspetto della modalità di rifornimento andrebbe attentamente analizzato con Autorità di Sistema Portuale e Vigili del Fuoco, al fine di identificare la migliore soluzione nel rispetto delle normative vigenti.

3.3 CONSUMI PORTUALI, ESEMPI DI EFFICIENTAMENTO E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI. IL CASO DEL PORTO DI LIVORNO

Stima del fabbisogno energetico del porto di Livorno

La stima del fabbisogno energetico del porto di Livorno si basa sui dati forniti dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale, in particolar modo sulle risposte a questionari diretti agli operatori. La valutazione è stata divisa in tre sezioni principali:

- Consumi dovuti alla movimentazione delle merci su banchina e rimorchiatori.
- Consumi dovuti alle navi in sosta.
- Consumi elettrici e termici per altri utilizzi degli operatori (e.g. uffici, magazzini).
- Consumi per movimentazione merci e rimorchiatori

Per ottenere una stima complessiva sull'intero porto si sono sommati i consumi annuali di tutti i mezzi di tutti gli operatori¹⁵. La stima approssimativa per l'intero porto di Livorno si aggira intorno ai 3 milioni di litri di gasolio annui (circa 30 GWh).

Come termine di paragone sono riportati i dati di due terminal per container del porto di Rotterdam ed uno del porto di Valencia¹⁶, riportati nella tabella seguente.

In figura 21 sono riportati i contributi al consumo totale portuale per ogni tipologia di mezzo portuale. Dall'analisi della figura è possibile notare come buona parte dei consumi derivino dai *reach stacker* (39%) seguiti dalle RTG (con il 17%).

In merito ai consumi elettrici e termici per altri utilizzi degli operatori portuali, sono ancora in corso analisi di dettaglio. Nella tabella 15 si riportano solamente i consumi elettrici medi (2016-2017) conosciuti per il porto di Livorno.

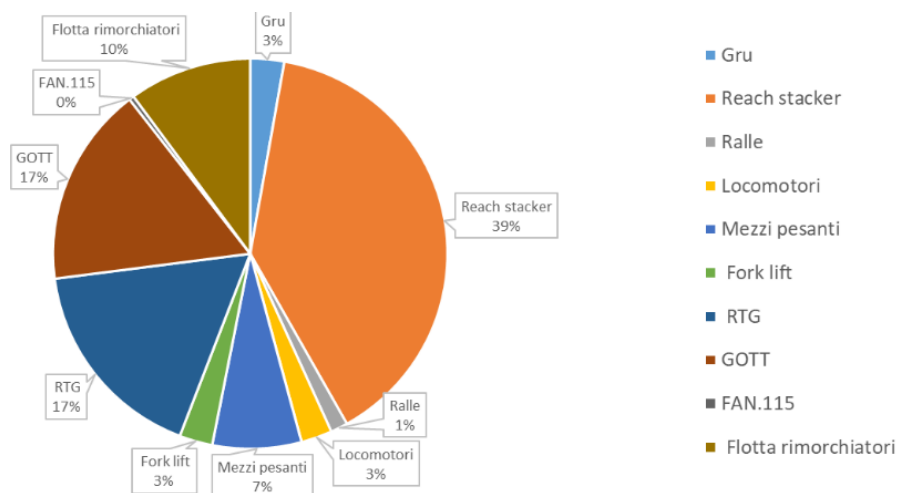
Tabella 14: consumi portuali per i porti di Livorno, Rotterdam e Valencia

Terminal	Anno	TEU	Diesel [l]	Elettricità [kWh]	[lDiesel/TEU]	[kWh _{ele} /TEU]
Porto di Livorno (media)	2016-2017	767.280	3.000.387		3,91	
Delta – Rotterdam	2006	4.300.000	17.654.322	47.142.857	1,42	10,96
Shortsea – Rotterdam	2006	1.200.000	1.900.000	11.000.000	1,58	9,17
NCTV - Valencia	2011	1.915.000	6.103.408	19.203.800	3,19	10,03

¹⁵ Per i seguenti operatori non si hanno dati: Gruppo ormeggiatori, Intercontainers Livorno, Bartoli, Mariter, Porto commerciale, Livorno Est. Per stimare i consumi di questi operatori mancanti, si sono ottenuti il numero e tipologia di mezzi da riferimenti online e si sono moltiplicati per il consumo unitario di ogni tipologia di mezzo ricavato dai questionari degli altri operatori.

¹⁶ Geerlings and Van Duin 2011; Martínez-Moya, Vazquez-Paja, and Gimenez Maldonado 2019.

Figura 21: Contributo al consumo totale portuale per ogni tipologia di mezzo



Fonte: Università di Pisa

Tabella 15: Consumi elettrici degli operatori nel porto di Livorno

Terminal/operatore portuale	Energia Elettrica [kWh]
Terminal darsena toscana	8.714.461
Lorenzini & C	1.104.663
Costieri D'Alesio e Toscopetrol	2.497.358,5
Terminal Calata Orlando	48.272,5
Grandi Molini Italiani	100.000
FRATELLI NERI SPA	588.247
Masol Continental Biofuel srl	7.518.000
Aferpi (Piombino)	795.199,5
CAPITANERIA DI PORTO DI LIVORNO (sede distaccata)	72.256,5
CAPITANERIA DI PORTO DI LIVORNO (sede centrale)	81.572,5
Costiero Gas Livorno	1.997.086,5
Solvay Solutions Italia	10.093.178
TOT [kWh]	33.610.295

CONSUMI DELLE NAVI IN SOSTA E MISURE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Per quanto riguarda la valutazione dei consumi derivanti dalla sosta delle navi nel porto di Livorno, i dati forniti si riferiscono alle principali categorie di navi operanti ed i consumi energetici durante la sosta si basano su una stima realizzata utilizzando gli effettivi tempi di sosta delle navi e le potenze installate a bordo.

Non si è a conoscenza dei tipi di combustibile (oli combustibile principalmente) e delle quantità consumate perché sono dati riservati che gli armatori non condividono. La seguente *Tabella 1* sintetizza i consumi delle navi in sosta stimati. Come si può vedere in rosso, il consumo complessivo annuale si aggira intorno a 12,3 GWh. Ipotizzando un rendimento dei motori del 30%, il consumo di energia primaria è di circa 41 GWh.

Il circa 12.33 GWh annui si ipotizza che siano attualmente prodotti con motori a combustione interna con rendimenti medi operativi del 33% e con un consumo di diesel pari a 37 GWh, **corrispondente a circa a 3.700.000 litri di diesel e a 9.879 tonnellate di CO2 emessa**¹⁷.

In caso di alimentazione elettrica da banchina le emissioni di CO2, insieme a quelle di altri inquinanti, verrebbero localmente azzerate e globalmente ridotte (visto il mix di produzione energetica attuale pari a meno di 300 gCO2/kWh).

In generale risulta però difficoltosa l'elettrificazione della banchina e la predisposizione delle navi all'alimentazione in corrente alternata da terra. Può essere pertanto presa in considerazione una alternativa a minor costo infrastrutturale: l'alimentazione da banchina tramite **gruppi mobili di produzione dell'energia elettrica alimentati a GNL**.

In questo caso si ipotizza di fornire i 12.33 GWh con motori a combustione interna ottimizzati a rendimento medio più elevato (ca. 40%), per un consumo di 30.8 GWh di GNL, **corrispondenti a 2.217.626 kg di GNL con emissioni di CO2 di 6.098 tonnellate** (2.75 kg CO2 per kg di metano) per una conseguente **riduzione delle emissioni di CO2 del 40% rispetto alla produzione a bordo con gruppi diesel**.

Inoltre, per quanto riguarda gli NOx, nonostante le normative sempre più stringenti, il GNL garantisce una forte riduzione delle emissioni, oltre l'80%, e anche quelle di SOx e particolato.

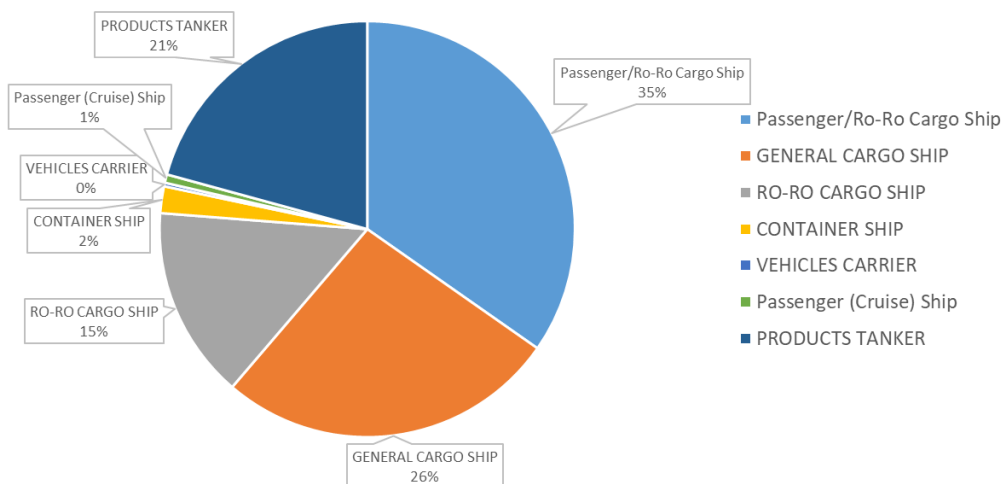
¹⁷ Considerato che il diesel ha un potere calorifico inferiore di 11.83 kWh/kg, ovvero di 10 kWh/l e considerando il fattore emissivo del diesel di 2.67 kg di CO2 per litro (Source: U.S. Environmental Protection Agency. Emission Facts: Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel).

Tabella 16: Caratteristiche e consumi delle navi in sosta nel porto di Livorno

Dati navi in sosta con potenza massima dei generatori ausiliari inferiore a 1500 kW								
Tipo nave	Numero arrivi	Numero navi	Totale ore sosta	Media ore sosta	Totale potenza generatori (kW)	Media potenza generatori (kW)	Energia totale in sosta (kWh)	Media energia in sosta (kWh)
Passenger/Ro-Ro Cargo Ship	338	1	3617	11	399747	1183	4278196	12657
GENERAL CARGO SHIP	94	63	4519	48	70976	755	3274361	34834
RO-RO CARGO SHIP	61	3	1313	22	84023	1377	1843671	30224
CONTAINER SHIP	11	4	374	34	6619	602	255638	23240
VEHICLES CARRIER	4	2	27	7	4804	1201	34129	8532
Passenger (Cruise) Ship	5	5	74	15	5796	1159	80724	16145
PRODUCTS TANKER	1118	4	2885	3	991679	887	2558881	2289
Totale	1631	82	12809		1563644		12325600	

Fonte: Università di Pisa

Figura 22: Contributo al consumo totale del porto di Livorno per ogni tipologia di mezzo



Fonte: Università di Pisa

3.3.1 QUADRO SINOTTICO DELLE AZIONI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SUI CONSUMI PORTUALI

Con riferimento agli attuali consumi si può vedere che le azioni indicate di efficientamento e riduzione delle emissioni locali sia con il cambiamento del vettore da diesel a GNL che l'ulteriore penetrazione del vettore elettrico, si ottengono sia consistenti risparmi energetici che notevoli riduzioni in termini di emissioni.

Nella tabella seguente sono riportate le stime delle variazioni percentuali sia in termini di consumi energetici che di emissioni di CO₂.

Tabella 17: possibili azioni di efficientamento dei mezzi portuali per la riduzione delle emissioni

Mezzi portuali	Alimentazione attuale (Elettrico, Diesel)	Riduzione consumi da ibridizzazione	Riduzione consumi e emissioni locali da elettrificazione	Possibile passaggio a GNL	Ulteriore riduzione consumi (e CO ₂) con GNL
Gru banchina	E				
Reach stacker	D	-10% ... -20%		X	-10% ... -20 %
Ralle	D	-30%		X	-10% ... -20 %
Locomotori	D	-35% ... -50%	-100 %	X	-10% ... -20 %
Fork lift	D		-100%	X	-10% ... -20 %
RTG	D	-50% ... -70%		X	-10% ... -20 %
Altre gru	D/E	-40% ... -60%	-100%	X	-10% ... -20 %
Rimorchiatori	D	-20% ... -30%		X	-10% ... -20 %
Navi in banchina	D		-100%	X	-40%

Fonte: Università di Pisa

A titolo di esempio nella seguente tabella sono riportati i risparmi energetici e la riduzione delle emissioni di CO₂ annuali nel caso del porto di Livorno.

Tabella 18: possibili azioni di efficientamento dei mezzi portuali per il porto di Livorno

Mezzi portuali	attuale gestione		Ipotesi di conversione a gnl		Ipotesi di adozione sistemi ibridi diesel		Ipotesi di adozione sistemi ibridi a GNL		Ipotesi di adozione sistemi ibridi a GNL + elettrificazione	
	diesel [klitri]	CO2 [t]	GNL [t]	CO2 [t]	diesel [klitri]	CO2 [t]	GNL [t]	CO2 [t]	GNL [t]	CO2 [t]
Reach stacker	1172	3130	843	2319	938	2504	675	1856	675	1856
Ralle	42	113	30	81	30	79	21	59	21	59
Locomotori	200	534	144	384	120	320	86	237	0	0
Fork lift	82	218	59	157	82	218	59	161	0	0
RTG	514	1373	370	988	154	412	111	305	111	305
altre gru	509	1359	366	978	204	544	146	403	0	0
rimorchiatori	303	808	218	581	212	565	152	419	152	419
navi in sosta	3700	9879	2218	6100	3700	9879	2662	7320	0	0
TOT	6522	17413	4248	11587	5439	14521	3913	10760	959	2638
Riduzione emissioni CO2				-33%		-17%		-38%		-85%

Fonte: Università di Pisa