



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Progetto TDI RETE-GNL

Tecnologie e Dimensionamento di Impianti per la RETE di distribuzione primaria
di GNL nei porti dell'area transfrontaliera

**Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle
opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il
rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di
Programma”**



TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il
rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”



Sommario

1. DESCRIZIONE PROGETTO E OUTPUT T1.1.1	5
2. SCHEDA DI SINTESI DEL PRODOTTO T1.1.1 (LINEE GUIDA PER LA STANDARDIZZAZIONE DELLE TECNOLOGIE PER IL BUNKERING).	11
2.1. Finalità del prodotto T1.1.1	11
2.2. GNL: natura, composizione e caratteristiche	12
2.3. La supply chain del GNL	13
2.4. Profili normativi e giuridici	15
2.5. Componenti infrastrutturali e per il rifornimento di GNL	16
2.5.1. Quadro concettuale di sintesi	16
2.5.2. Unità di approvvigionamento	17
2.5.3. Impianti di trattamento, rigassificazione e di liquefazione	17
2.5.4. Stazione di pompaggio e pompe criogeniche	18
2.5.5. Sistemi di piping (tubature)	19
2.5.6. Tubi criogenici flessibili, bracci di carico e giunti girevoli	19
2.5.7. Sistemi, valvole e componenti per la sicurezza	20
2.5.8. Sistemi di gestione del vapore	20
2.5.9. Impianto per l'azoto	21
2.5.10. Serbatoi a terra e sistemi di stoccaggio di GNL	21
2.6. Rilevanza del Prodotto T1.1.1	22
3. SCHEDA DI SINTESI PRODOTTO T1.1.2 "SWOT ANALYSIS DELLE OPZIONI TECNOLOGICHE PER IL BUNKERING DI GNL NEI PORTI"	23
3.1. Finalità del prodotto T1.1.2	23
3.2. Aspetti introduttivi sul GNL	24
3.2.1. Natura e composizione del GNL	24
3.2.2. La filiera tecnologico-produttiva del GNL: cenni	25
3.3. Analisi SWOT: profili metodologici e review della letteratura	27
3.3.1. Review della letteratura	27
3.3.2. Analisi SWOT delle tecnologie per il bunkering di GNL in ambito portuale: quadro concettuale e metodologia	28
3.4. Analisi SWOT delle configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale.	30
3.4.1. Configurazione Truck to Ship (TTS)	31
3.4.2. Configurazione Ship to Ship (STS)	34
3.4.3. Configurazione Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)	36
3.4.4. Configurazione Mobile Fuel Tanks	38
3.4.5. Benchmarking e confronto tra configurazioni alternative	40
3.5. Applicazione dell'analisi SWOT a specifici business cases	41
4. SCHEDA DI SINTESI PRODOTTO T1.1.3 "BEST PRACTICES RELATIVE ALLE PROCEDURE DI BUNKERING E STOCCAGGIO DI GNL IN AMBITO PORTUALE"	43
4.1. Finalità del prodotto T1.1.3	43



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



4.2.	Business Cases di Livorno.....	46
4.3.	Business Case Porto di Cagliari	48
4.4.	Business Case Porto di Oristano	54
4.5.	Business Case Porto di Genova	59
4.6.	Business Case Porto di Vado	61
4.7.	Business Case Porti della Corsica	64
4.8.	Business Case Porto di Tolone.....	69

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Indice Figure

Figura 1. Il cluster INTERREG del GNL: partenariato & planning integrato dei progetti.	6
Figura 2. Adesione al protocollo d'intesa per la promozione, diffusione, realizzazione e accettazione sociale di una rete di distribuzione del gas naturale liquefatto in Liguria.....	7
Figura 3. Tipica configurazione di un terminale di ricezione di GNL.	14
Figura 4. LNG supply chain.....	15
Figura 5. Schema semplificato di linea per il bunkering di GNL.....	16
Figura 6. Sistema di gestione del vapore: schema logico.....	21
Figura 7. La filiera del gas naturale	25
Figura 8. Matrice SWOT-esempio di applicazione in ambito aziendale.....	29
Figura 9. LNG supply chain – bunkering.....	30
Figura 10. Potenziali configurazioni di bunkering di GNL.....	31
Figura 11. Rifornimento di GNL secondo configurazione TTS.....	32
Figura 12. Analisi SWOT della configurazione TTS.....	33
Figura 13. Rifornimento di GNL secondo configurazione STS.....	34
Figura 14. Analisi SWOT della configurazione STS	36
Figura 15. Rifornimento di GNL secondo configurazione PTS.....	36
Figura 16. Analisi SWOT della configurazione PTS	38
Figura 17. ISO-container criogenici.....	39
Figura 18. Analisi SWOT della configurazione Mobile Fuel Tanks.....	40
Figura 19. Schema dei differenti metodi di bunkering di una nave	66
Figura 20. Step fase operativa di un'operazione di bunkering	67

Indice Tabelle

Tabella 1. Prodotti previsti nell'Attività T1.1.....	9
Tabella 2. Normative GNL	15
Tabella 3. Ulteriori componenti del processo di bunkering	19
Tabella 4. Funzioni e specificità tecniche delle valvole impiegate nei sistemi di piping, ESD e ERS	20
Tabella 5. Swot analysis opzioni tecnologiche di bunkering di GNL: profili investigati	24
Tabella 6. Fasi della filiera tecnologica-produttiva del GNL-Descrizione	26
Tabella 7. Benchmarking e confronto tra le configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL	41
Tabella 8. Tabella sinottica best practices di ogni business case	45
Tabella 9. Quadro normativo per tipo di attività	65

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

1. DESCRIZIONE PROGETTO E OUTPUT T1.1.1

Il progetto Interreg Italia-Francia Marittimo 1420 “Tecnologie e Dimensionamento di Impianti per la RETE di distribuzione primaria di GNL nei porti dell’area transfrontaliera” (TDI RETE-GNL) è finalizzato a migliorare la sostenibilità delle attività portuali commerciali, contribuendo alla riduzione delle emissioni attraverso il supporto alla pianificazione e allo sviluppo di infrastrutture per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dall’area di Programma. L’obiettivo perseguito è infatti quello di favorire l’impiego del gas naturale liquefatto (GNL) come combustibile alternativo per il trasporto navale, con riferimento a diverse tipologie di naviglio. Il progetto TDI RETE-GNL è un progetto afferente alla categoria “semplice”, della durata di 30 mesi il cui partenariato è costituito da:

- ✓ Capofila: Università di Genova - Centro Italiano di Eccellenza sulla logistica le infrastrutture e i trasporti (UNIGE-CIELI), Responsabile Scientifico di progetto Prof. Giovanni Satta,
- ✓ Partner 2: Università di Pisa, Responsabile Scientifico partner Prof. Romani Giglioli,
- ✓ Partner 3: Università di Cagliari -Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali (UNICA-CIREM), Responsabile scientifico partner Prof. Paolo Fadda,
- ✓ Partner 4: Office des Transports de la Corse (OTC), Responsabile partner Dott. Josè Bassu,
- ✓ Partner 5: Chambre de Commerce et d’Industrie du Var (CCIV), Responsabile partner Dott.ssa Elena Tonon.

Tenuto conto della necessità di sviluppare un approccio sistemico e integrato al problema relativo alla disponibilità di servizi di bunkering e di storage di GNL nell’ambito dei porti dell’area di Programma, il progetto ha identificato le basi comuni da adottare nello spazio transfrontaliero marittimo Italia-Francia che consentano la realizzazione di una rete di distribuzione primaria di GNL basata su caratteristiche tecnologiche omogenee e sull’adozione di procedure attinenti alle operations di bunkering che siano quanto meno note e condivise tra gli attori della relative supply chain nei medesimi porti.

Il sistema complessivo d’offerta di servizi di bunkering di GNL in ambito marittimo portuale e la relativa supply chain dovranno infatti essere pianificati (in termini di localizzazione, dimensionamento e selezione delle opzioni tecnologiche da adottare) sia dai policy makers competenti sia dei soggetti privati interessati alle suddette attività (es. terminalisti, compagnie di navigazione, ecc.), allo scopo di rispondere alle esigenze quantitative e qualitative espresse dalla domanda armatoriale e da altri potenziali utilizzatori e clienti della filiera tecnologico-produttiva. A questo fine, il progetto si è posto l’obiettivo di identificare operativamente soluzioni innovative in risposta alle esigenze di trasporto e di connessione logistica tra aree geograficamente prossime, che consentano di incrementare la sostenibilità nel lungo termine delle attività marittimo-portuali, mediante la diffusione del GNL quale combustibile alternativo.

Il progetto, attraverso lo sviluppo di specifici prodotti tecnici e scientifici dedicati (descritti e sinteticamente esaminati nel proseguo) ha conseguito gli output conoscitivi previsti in sede di definizione del formulario di progetto. Nel dettaglio, il progetto TDI RET-GNL ha previsto la realizzazione di due output finale che consistono nella predisposizione di un report per la definizione degli standard tecnologici e delle procedure comuni per il bunkering di GNL (a cui si riferisce il presente documento), e di un piano d’azione integrato a beneficio dei porti. Complessivamente inteso, il progetto, mediante la collaborazione e l’integrazione tra i diversi partner e il continuo dialogo con gli stakeholder rilevanti, permette di definire:

TDI RETE-GNL

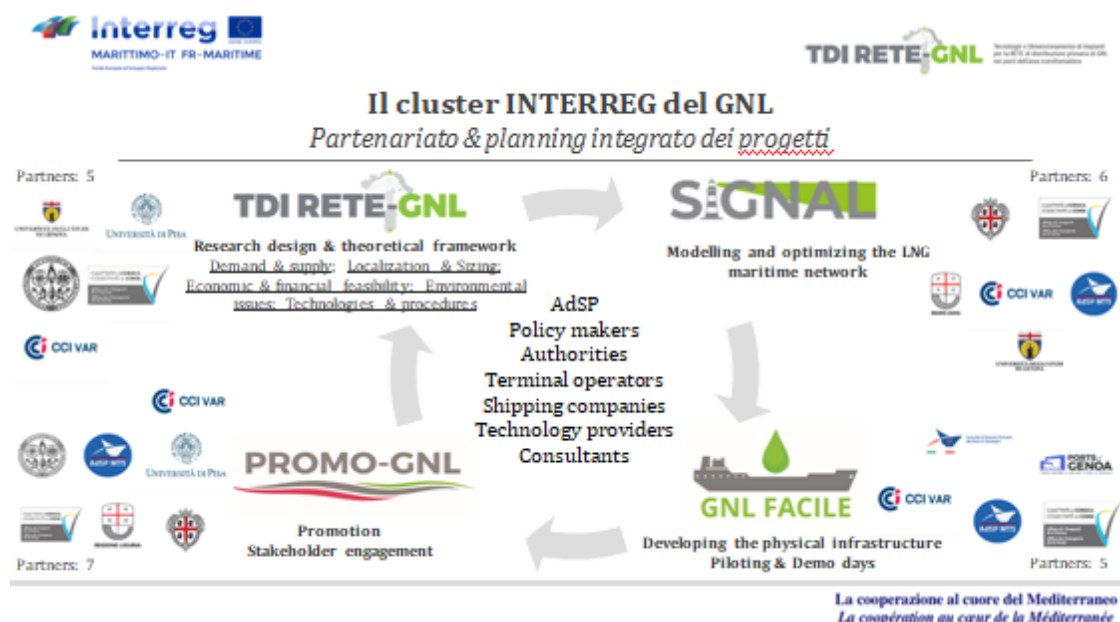
Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

- le possibili soluzioni tecnologiche standardizzate nonché le possibili procedure e protocolli operativi condivisi da applicare nell'ambito delle attività di rifornimento e stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma (Componente T1 "Linee guida per la standardizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma");
- uno studio propedeutico alla realizzazione di un piano d'azione comune per i porti che consideri simultaneamente la possibile localizzazione e il dimensionamento (ottimale) degli impianti/depositi della rete di distribuzione primaria, verificandone le esternalità e la sostenibilità finanziaria (Componente T2 "Predisposizione del Piano d'azione comune integrato per la pianificazione e lo sviluppo di impianti per il bunkering di GNL nei porti dell'area di Programma").

Nel portare avanti le azioni e gli obiettivi progettuali comuni, il partenariato del progetto TDI RETE-GNL ha sempre perseguito un approccio sistemico prevedendo durante la vita del progetto molteplici azioni di capitalizzazione e diffusione dei risultati.

Ciò è avvenuto attraverso l'attività di coordinamento tecnico e scientifico rispetto al CLUSTER GNL (progetti del II Avviso Interreg Marittimo Italia Francia :TDI RETE-GNL, SIGNAL, PROMO, GNL FACILE), ma anche mediante la partecipazione a vari eventi organizzati nell'ambito Westmed- Blue Economy Initiative-National Hub, supportato dalla Commissione Europea (si veda in tal senso la partecipazione all'Euromaritime di Marsiglia), e il coinvolgimento in altre iniziative di collaborazione quali la partecipazione al tavolo di dialogo con il MIT e MISE per individuare nuovi scenari nell'ambito della cooperazione sulle tematiche del GNL.

Figura 1. Il cluster INTERREG del GNL: partenariato & planning integrato dei progetti.



Inoltre, il Capofila di Progetto UNIGE-CIELI ha aderito in qualità di soggetto firmatario insieme a Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale e Orientale, Capitaneria di Porto, Città Metropolitana e Comune di Genova e altre istituzioni al protocollo d'intesa per la

promozione, diffusione, realizzazione e accettazione sociale di una rete di distribuzione del gas naturale liquefatto in Liguria, a partire dal 2 dicembre 2019¹.

Figura 2. Adesione al protocollo d'intesa per la promozione, diffusione, realizzazione e accettazione sociale di una rete di distribuzione del gas naturale liquefatto in Liguria.



Tanto premesso, il presente documento costituisce l'output di progetto T1.1.1 "Linee guida per la standardizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma", ovvero la sintesi e la rilettura in chiave analitica dei diversi prodotti tecnici sviluppati dal partenariato nell'ambito dell'Attività T1.1 di cui alla componente T1. Detta attività, in particolare, è stata finalizzata a fornire: le principali linee guida con riferimento alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL ai gruppi target e agli stakeholders di progetto; gli strumenti manageriali a supporto di decisioni complesse in merito alle possibili opzioni di scelta di tecnologie per il bunkering/storage i GNL in ambito marittimo-portuale (SWOT analysis); le possibili procedure operative e le migliori best practices da impiegare su base comune italo-francese nell'ambito del cluster di porti di cui all'Area Obiettivo.

L'utilità e la validità dell'Output dipendono anche dall'effettiva capacità di diffondere e disseminare i risultati di ricerca in oggetto, raggiungendo in modo mirato i diversi gruppi target e le varie categorie di stakeholders di natura pubblica, privata o mista che risultano interessati dalle attività in esame.

Proprio per questo, l'Attività T.1.1, la predisposizione dei relativi prodotti e la formulazione dell'Output T.1.1.1 sono state progettate e sviluppate in stretta collaborazione fra tutti i partner di progetto che hanno concorso ai risultati finali e si sono occupati, ciascuno per la parte di competenza di sviluppare un network tecnico funzionale a ottenere un'ampia disseminazione sul territorio transfrontaliero dei risultati tecnici e scientifici condivisi e la massima diffusione degli standard tecnologici e delle best practices operative e gestionali da impiegare nell'ambito degli impianti in esame.

L'output poggia sulla realizzazione di una serie di studi congiunti tra loro integrati al fine di pervenire a un documento di sintesi che presenta una struttura logica «a scheda». Tale soluzione formale, scelta

¹ Il protocollo siglato rappresenta un unicum nel territorio nazionale e ha l'obiettivo di introdurre il GNL come carburante alternativo per attività portuali più rispettose dell'ambiente e fornire una risposta alla crescente domanda di GNL lato-terra, oltre che rappresentare un quadro interpretativo unitario per spiegarne i vantaggi in termini ambientali e di sicurezza. Il protocollo, inoltre, consente agli attori che lo hanno firmato di partecipare attivamente all'individuazione di luoghi dove collocare eventuali impianti di bunkeraggio e storage per la domanda lato-mare.

dal partenariato, è strettamente funzionale a far sì che il documento possa diventare uno strumento “agile” e “smart”, ma al tempo stesso tecnicamente dettagliato, per veicolare i risultati di progetto alle diverse categorie di gruppi target e di stakeholders che presentano fabbisogni informativi, competenze tecniche, know-how ed esigenze funzionali rispetto al tema di GNL assai eterogenee.

La struttura formale scelta risulta anche congeniale alla necessità di mettere a disposizione dei suddetti gruppi target e stakeholder una serie di strumenti analitici a supporto dei processi decisionali che risultino sufficientemente snelli ed efficienti da assicurarne la natura user-friendly e l'efficacia di impiego. Detto profilo appare particolarmente rilevante se si considera che tali strumenti devono anche consentire di supportare i policy makers nell'ambito delle decisioni relative alle tematiche del GNL nel contesto marittimo-portuale. Ovviamente, oltre al presente output di progetto, rimane la possibilità per tutte le categorie di gruppi target e di stakeholder di consultare ed esaminare i singoli prodotti tecnici di progetto che fanno parte dell'Attività T1.1. e quindi sono documenti finali a supporto dell'Output T1.1.1. La relativa documentazione è infatti disponibile presso la sezione dedicata a TDI RETE-GNL della piattaforma web messa a disposizione dal Programma INTERREG ITA-FRA Marittimo 1420 (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).

È inoltre appena il caso di evidenziare che, tenuto conto della natura dei principali partner di progetto e del ruolo del progetto medesimo rispetto al cluster GNL, le attività, i prodotti tecnici e gli output finali di TDI RETE-GNL, presentano anche un valore e una rilevanza di natura accademica e scientifica, che risulta significativa rispetto all'imparzialità dei risultati e alle finalità di ricerca. Larga parte dei findings, infatti, hanno avuto validazione tecnica e scientifica attraverso la condivisione e il feedback ottenuto nell'ambito di importanti consessi accademici e scientifici quali The International Association of Maritime Economists (IAME) Conference 2019 di Atene, la IAME Conference 2020 di Hong Kong e la partecipazione a eventi quali la Genoa Shipping Week del 2019, la Conferenza GNL del 2019 e la Naples Shipping week del 2020.

Sempre con riferimento alla natura condivisa e partecipativa del progetto, è necessario evidenziare come lo stesso poggi sul coinvolgimento di gruppi target identificati, in linea con il formulario di progetto, in 3 categorie fondamentali, ovvero:

- ✓ Organismi di diritto pubblico: il progetto ha previsto il coinvolgimento di autorità portuali e port manager ed altri enti territoriali competenti nell'ambito delle attività di definizione degli standard tecnologici e procedurali per lo stoccaggio e il rifornimento di GNL. Il coinvolgimento attivo nel progetto di organismi di diritto pubblico provenienti da diverse zone geografiche incluse nell'area di Programma rafforza la valenza transfrontaliera del progetto e diviene essenziale al fine di assicurare concrete opportunità di diffusione sul territorio dei risultati tecnici e scientifici condivisi.
- ✓ Organismi pubblici: il progetto ha previsto una strategia volta a costruire un network di relazioni esistenti tra i partner scientifico-tecnologici inclusi nell'iniziativa e una molteplicità di enti regionali e territoriali di natura pubblica interessati all'area di Programma e allo sviluppo di soluzioni nei porti di Genova, Savona, La Spezia, Cagliari, Tolone e Bastia. Il coinvolgimento attivo nel progetto di organismi pubblici ha rappresentato una fonte importante di informazioni in ragione della loro conoscenza dei territori interessati dal progetto e delle problematiche relative al GNL sia dal punto di vista della domanda di trasporto sia dei sistemi attuali di offerta di infrastrutture di trasporto legate al progetto, e per il loro potenziale ruolo nella promozione e diffusione del GNL in ambito portuale.
- ✓ Organismi privati: il progetto prevede ha visto il significativo coinvolgimento di player privati quali terminalisti, armatori, fornitori di servizi portuali operanti nelle aree portuali del Programma e anche molteplici consulenti ed esperti esterni con estese competenze sul GNL al

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma”

**Interreg****MARITTIMO-IT FR-MARITIME**Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

fine di assicurare la piena rispondenza dei profili scientifici e teorici rispetto all'effettive esigenze funzionali e tecniche empiricamente riscontrabili nell'ambito oggetto di approfondimento. Il coinvolgimento attivo di tale gruppo target ha rappresentato una fonte indiscutibile di informazione e di know how tecnico in ragione della conoscenza che questi operatori hanno in relazione alla definizione degli standard tecnologici da adottare nei singoli contesti, da un punto di vista economico e organizzativo-operativo. Questo gruppo target, unitamente ai due cluster precedentemente descritti, ha quindi contribuito alla identificazione dei protocolli operativi e dei più idonei siti di stoccaggio e distribuzione del GNL in relazione ai porti in esame.

Più nel dettaglio, la Componente T1 "Standard tecnologici e procedure operative per impianti di rifornimento/ stoccaggio di GNL in ambito portuale" è finalizzata a raggiungere "l'obiettivo specifico 1" del progetto che consiste nell'identificazione di soluzioni tecnologiche da applicare per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma, che siano basate su standard e procedure condivise.

All'interno della Componente T1 è prevista l'Attività T1.1 "Analisi dello stato dell'arte in merito alle opzioni tecnologiche e alle componenti impiegate nell'ambito di sistemi di alimentazione e bunkering di LNG e definizione di standard tecnologici e procedure condivise".

Detta attività tecnica ha condotto all'esame sulle principali criticità e dei vantaggi connessi alle configurazioni di bunkering di GNL in ambito portuale (Truck-to-Ship; Ship-to-Ship; Port-to Ship; Mobile Fuel Tanks) in ragione dell'attuale stato dell'arte dell'industria. L'attività, inoltre, si è concretizzata nell'analisi sotto il profilo tecnico e ingegneristico delle diverse componenti impiantistiche relative a ciascuna soluzione tecnologica richiamata e nello sviluppo di un patrimonio di conoscenza comune e condiviso in merito alle opzioni tecnologiche. Dal punto di vista operativo, inoltre, le attività di ricerca hanno consentito di delineare specifiche linee guida per la standardizzazione delle tecnologie e delle procedure operative per il bunkering e lo storage di GNL nell'area di Programma, non solo in relazione agli specifici requisiti "tecnici" che sono ovviamente soggetti a sistemi ufficiali di certificazione a livello nazionale e sovranazionale, ma anche dal punto di vista delle dimensioni gestionali ed organizzative che si traducono nelle "operations" concretamente realizzate e dal punto di vista della condivisione di buone pratiche e di casi si studio effettivamente rilevanti rispetto alle specificità locali dei porti dell'area obiettivo. La successiva Tabella 1 riporta gli elementi di dettaglio relativi ai 3 prodotti tecnici previsti a formulario in relazione all'Attività tecnica T1.1.

Tabella 1. Prodotti previsti nell'Attività T1.1

Prodotto numero	Titolo del Prodotto	Descrizione del Prodotto
Prodotto T1.1.1	Report linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il bunkering	Documento di sintesi (report) per la diffusione delle principali conoscenze di base attinenti alle diverse componenti di un sistema di bunkering per il GNL in ambito portuale.
Prodotto T1.1.2	Swot analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti	SWOT analysis relativa alle diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale. Il documento in oggetto costituisce la precondizione per la definizione delle linee guida di standardizzazione delle tecnologie per il GNL.
Prodotto T1.1.3	Best practices relative alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL in ambito portuale	Documento di sintesi relativo alle best practices connesse alle procedure di bunkering e di stoccaggio nell'ambito di impianti GNL in ambito portuale. Il documento considererà disgiuntamente le procedure attinenti alle varie opzioni tecnologiche.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Il presente documento in cui si sostanzia l'Output T1.1.1. di progetto, nei successivi capitoli, riporta in modo analitico ma sintetico i principali risultati connessi ai singoli prodotti tecnici richiamati, impiegando, come già indicato la struttura logica e la forma della “scheda di sintesi”.

Prima di procedere nell'analisi di dettaglio, si precisa che, ciascuno dei suddetti prodotti tecnici (T1.1.1., T1.1.2, T1.1.3), nella loro versione estesa integrale, sono stati presentati nell'ambito del Workshop sul piano di azione comune e integrata per il GNL intitolato “Presentazione dei risultati della Componente T1 e diffusione delle Linee guida per la standardizzazione delle soluzioni tecnologiche e delle procedure operative per lo stoccaggio/rifornimento GNL presso i gruppi target” che ha coinvolto in modo proattivo e proficuo tutti i partner di progetto, i rispettivi consulenti esterni e i rappresentanti degli stakeholders e dei gruppi target. L'evento richiamato ha avuto luogo il 24 gennaio 2020 a Bastia e ha visto tra gli altri la fattiva e collaborativa partecipazione di: Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Orientale, Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Occidentale, Autorità di Sistema Portuale del Mar di Sardegna, Capitaneria di Porto-Autorità marittima della Spezia, Autorità di Sistema portuale Mar Tirreno Settentrionale, nonché esperti e consulenti esterni ufficialmente coinvolti nell'attività di progetto T1 in qualità di provider di servizi esterni di consulenza a beneficio dei partner di progetto UNIGE-CIELI, CCIV e OTC, ovvero AMP Solutions Srl, Tractebel, Gazocean, Elengy e SeeUp.

Si precisa altresì che all'evento in oggetto hanno partecipato anche molteplici stakeholders rilevanti quali i rappresentanti di: Conferenza GNL, Assocostieri, Assogasliquidi/ Federchimica, REF-E, National HubWestMed Blue Economy Initiative. Tutti i soggetti richiamati hanno concorso, mediante indicazioni puntuali, integrazioni, suggerimenti, riflessioni comuni condivise a fornire feedback puntuali sui prodotti in esame allo scopo di assicurare l'upgrading e la validazione tecnica di settore dei prodotti in oggetto.

2. SCHEDA DI SINTESI DEL PRODOTTO T1.1.1 (LINEE GUIDA PER LA STANDARDIZZAZIONE DELLE TECNOLOGIE PER IL BUNKERING).

Nell'ambito delle attività di cui al prodotto T1.1.1 "Linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il bunkering" rientra la predisposizione, realizzazione e il fine-tuning dei report e della documentazione che è stata realizzata, secondo quanto previsto nel formulario da:

- CF: UNIGE-CIELI (con l'apporto del consulente esterno AMP Solutions Srl)
- P5: CCIV (con l'apporto del consulente esterno TRACTEBEL²)

I documenti integrali realizzati sono disponibili sul portale del Programma Interreg Marittimo1420 (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).



2.1. Finalità del prodotto T1.1.1

Il prodotto T1.1.1 "Linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il bunkering" costituisce un documento di sintesi condiviso tra i partner di progetto finalizzato alla diffusione delle principali conoscenze tecniche in relazione alle diverse componenti alla base dei diversi sistemi per il bunkering e lo storage di GNL in ambito portuale. Per tali fini, il report realizzato dal Capofila e dai partner del progetto TDI RETE-GNL, anche con il supporto dei relativi consulenti esterni, chiarisce dapprima le motivazioni in virtù delle quali il GNL debba essere considerato una soluzione transitoria possibile per la riduzione delle emissioni atmosferiche e gli inquinanti in ambito marittimo e portuale, e richiama brevemente aspetti essenziali connessi a questo combustibile alternativo con un linguaggio tecnico ma comunque "accessibile" alle diverse categorie di stakeholder a favore dei quali il prodotto è pensato e concepito. In particolare, il prodotto T1.1.1. esamina la composizione e le caratteristiche principali del GNL, la filiera tecnologico-produttiva e la supply chain, i profili normativi e giuridici indispensabili che ne regolano l'impiego in ambito marittimo portuale, le diverse componenti infrastrutturali e sovrastrutturali, nonché le diverse componenti e parti d'impianto e di sistema che caratterizzano le facilities per il bunkering e lo storage di GNL in ambito marittimo portuale. Le successive sezioni forniscono una sintesi dei contenuti del prodotto in esame funzionali alla costituzione di un patrimonio comune di conoscenze con diversi livelli di dettaglio tecnico a favore dei diversi gruppi target, rimandando alla versione integrale del relativo prodotto, per una più completa ed esaustiva analisi dei contenuti tecnici di progetto.

² Il partner P5 CCIV ha affidato al consorzio Elengy, TRACTEBEL, Gazocéan e ENGIE Lab CRIGEN il contratto denominato Lotto n. 2: Guide per la standardizzazione delle tecnologie di bunkeraggio e per l'implementazione delle procedure di bunkeraggio e stoccaggio di GNL. Il contratto è suddiviso come segue: Esecuzione del report T1.1.1 da parte di TRACTEBEL "Linee guida per la standardizzazione delle tecnologie di bunkeraggio", esecuzione del report T1.1.3 da parte di GAZOCEAN "Buone pratiche relative al bunkeraggio e allo stoccaggio di GNL".

2.2. GNL: natura, composizione e caratteristiche

Il GNL è un mix di idrocarburi composto prevalentemente da metano (in misura variabile tra l'87% e il 99% in mole), seguito da altri idrocarburi più nobili, in genere il C₂, C₄, azoto, tracce di zolfo (inferiore a 4 ppmv) e CO₂ (50 ppmv).

Il GNL è un liquido criogenico inodore, incolore e non corrosivo alla normale pressione atmosferica. Infatti, quando il GNL viene vaporizzato e utilizzato come combustibile per gas naturale, genera emissioni di particelle molto basse ed emissioni di carbonio significativamente inferiori rispetto ad altri combustibili idrocarburici. I prodotti della combustione del GNL contengono esclusivamente tracce di ossidi di zolfo e un basso livello di ossidi di azoto, di conseguenza il GNL viene considerato una fonte di energia relativamente "pulita". Il GNL è un liquido criogenico che, impiegato come combustibile alternativo, può supportare il superamento di alcune delle principali problematiche connesse all'impiego dei tradizionali prodotti energetici caratterizzati da un impatto ambientale complessivamente più significativo, determinando così effetti positivi non solo sulla riduzione delle emissioni climalteranti e inquinanti, ma anche, soprattutto in ambito trasportistico, sul rumore prodotto dai motori. Inoltre, il GNL allo stato liquido può essere facilmente stoccato e trasportato, anche via mare, grazie ad apposite navi metaniere; il che permette un'ulteriore diversificazione delle fonti di approvvigionamento, con conseguenti ricadute positive sulla sicurezza energetica nazionale. I benefici connessi all'impiego del GNL sono molteplici, sia con riferimento al relativo impiego per la produzione di energia elettrica per l'industria e per usi residenziali, soprattutto laddove l'accesso ad una rete di distribuzione non risulti praticabile, sia con focus al relativo impiego nel settore dei trasporti, ambito in cui l'utilizzo del GNL come combustibile contribuisce nel facilitare il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dell'impatto derivante dalla presenza di zolfo nei carburanti, in linea con gli obiettivi posti dalla Direttiva europea 2012/33/UE recepita in Italia con il D.Lgs. n.112/2014 e dalla Direttiva 2014/94/UE³.

Tra i principali benefici del GNL nell'industria marittima, predomina quello connesso al rispetto dei limiti legati al tenore di zolfo nei combustibili marini imposti (ad esempio, quelli imposti nelle regioni ad emissioni controllate - aree SECA – da parte delle normative concordate nel quadro dell'International Maritime Organisation o, nell'area del Mediterraneo, da parte delle legislazioni ambientali sulle emissioni da attività marittime) oppure dei limiti sempre più restrittivi in termini di emissioni di sostanze inquinanti e climalteranti in atmosfera, come gli ossidi di azoto (NO_x) e l'anidride carbonica (CO₂).

Purtuttavia, nonostante i possibili benefici di natura ambientale connessi all'impiego del GNL in ambito marittimo-portuale, lo stato dell'arte della conoscenza tecnica in merito a questo combustibile impone di considerarne anche i possibili elementi di rischio a cui è infatti dedicata un'intera attività di progetto (e relativi prodotti) costituita dalla T2.4 a cui si rimanda per approfondimenti. È noto, intatti, come, con il rilascio del GNL nell'ambiente, si possa creare un "effetto nube" formato dai vapori freddi che determinano la condensazione del vapore acqueo presente nell'aria, rendendo il vapore del GNL visibile a basse temperature sottoforma di nebbia e che l'effetto nube possa diffondersi con la possibilità di

³ La Direttiva 2014/94/UE, nata nell'ambito del pacchetto "Clean Power for Transport", messo a punto dalla Commissione Europea, richiede agli Stati membri di incrementare nei trasporti l'uso di combustibili alternativi, tra i quali, infatti, il GNL, al fine di perseguire il duplice obiettivo di ridurre al minimo la dipendenza dal petrolio e attenuare l'impatto ambientale nel settore, sia sotto il profilo degli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria, sia di riduzione delle emissioni climalteranti.

innescare un principio di incendio, una volta raggiunto il range di infiammabilità. Inoltre, una volta rigassificato il GNL acquista un elevato livello di infiammabilità.

Il punto di ebollizione del GNL varia con la sua composizione, in genere pari a $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$; la densità cade tra i 430 kg/m^3 e 470 kg/m^3 , valore inferiore alla metà della densità dell'acqua.

L'esame della natura e delle proprietà del GNL ne evidenzia gli elementi di rilevanza in relazione all'impiego per la propulsione marittima (e non solo) al fine della riduzione degli impatti ambientali in ambito marittimo portuale ma consente di evidenziare la necessità di avere la consapevolezza dei possibili problemi tecnici di impiego, dei rischi e delle complessità gestionali che originano dalla manipolazione di questo combustibile (si pensi in tal senso l'importanza di garantire l'affidabilità delle attrezzature e delle componenti di impianti criogenici).

2.3. La supply chain del GNL

La concreta diffusione del GNL come combustibile alternativo in ambito marittimo e portuale non può prescindere, come ormai evidenziato in numerosi studi e report dalla progettazione e realizzazione in tempi certi di un'infrastruttura diffusa e capillare che assicuri agli attori economici interessati la disponibilità dei servizi di bunkering di GNL nei porti di interesse nonché l'affidabilità degli approvvigionamenti e la garanzia degli standard qualitativi del combustibile e dei servizi di bunkering in oggetto a prezzi compatibili con i modelli di business e le strutture di costo degli armatori e degli altri operatori che optino per questa soluzione tecnologica.

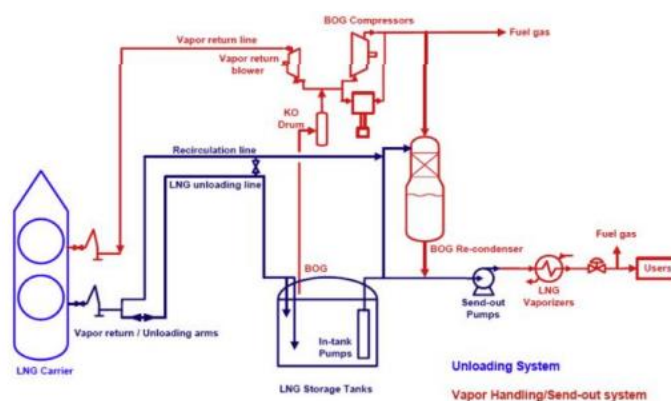
L'effettivo successo di questa strategia energetica non può pertanto prescindere da una approfondita conoscenza delle diverse dimensioni tecniche, economiche e gestionali che ne caratterizzano la filiera tecnologico-produttiva e la relativa catena logistica (supply chain). Ciò impone significativi investimenti in componenti infrastrutturali e in asset di natura capital intensive che vedono coinvolti sia diversi soggetti pubblici con un ruolo di pianificatore e di garante sia di molteplici operatori privati che, nel pieno rispetto dei canoni di safety& security richiesti da questo tipo di tecnologia, non possono, per essa stessa natura, non ragionare nel rispetto dei principi di economicità e sostenibilità finanziaria del proprio business.

La progettazione e la conseguente realizzazione e gestione di impianti per il bunkering e lo storage di GNL a livello marittimo-portuale, quindi, devono essere pianificate alla luce di una profonda e dettagliata conoscenza delle specificità della filiera tecnologico-produttiva in oggetto e della relativa supply chain. Sotto questo punto di vista, tradizionalmente, si è soli articolare la filiera e la catena di approvvigionamento del GNL nelle seguenti fasi o stadi fondamentali:

- **Produzione:** la progettazione dell'impianto e dei suoi requisiti dipende dalle condizioni del sito, dalle condizioni del gas di alimentazione, dalle composizioni e dalle specifiche dei prodotti;
- **Trattamento del gas di alimentazione:** il gas naturale al suo arrivo viene trattato all'interno di un separatore che rimuove i liquidi e indirizza il gas verso un secondo separatore ad alta pressione (HP).
- **Liquefazione:** successivamente il gas entra nell'unità di liquefazione che raffredda e liquefa il gas in un processo di refrigerazione. Tipicamente, il GNL proveniente dall'impianto di liquefazione viene compresso alla pressione di stoccaggio dell'azoto, essendo il componente più leggero, viene eliminato e rimosso; i vapori ricchi di azoto sono compressi e recuperati come gas combustibile. La rimozione dell'azoto mediante processo di separazione criogenica è il processo di rimozione dell'azoto per eccellenza per la produzione di GNL.

- **Caricamento del GNL:** in ragione della richiesta del cliente, il GNL può essere caricato su camion GNL e/o su navi per GNL attraverso pompe di carico.
- **Trasporto del GNL:** il GNL viene trasportato fino alla rigassificazione delle strutture attraverso navi specializzate con serbatoi isolati a doppio scafo e camion nel caso i consumatori siano situati nell'entroterra (autotrasporto con attrezzature mobili come rimorchi stradali, contenitori criogenici ISO o unità di consegna più piccole).
- **Terminali di ricezione GNL:** il terminal di ricezione riporta il GNL in uno stato gassoso; il gas naturale viene consegnato agli utenti per mezzo di condotte di distribuzione. Il GNL viene scaricato per mezzo delle pompe della nave ai bracci di scarico sul molo e poi al serbatoio di stoccaggio attraverso le linee di scarico; viene quindi pompato ad alta pressione attraverso vari componenti dove viene riscaldato in un ambiente controllato; una volta rigassificato, il gas naturale viene consegnato nelle condutture di distribuzione ai diversi usi o stazioni di generazione di energia (Figura 3).

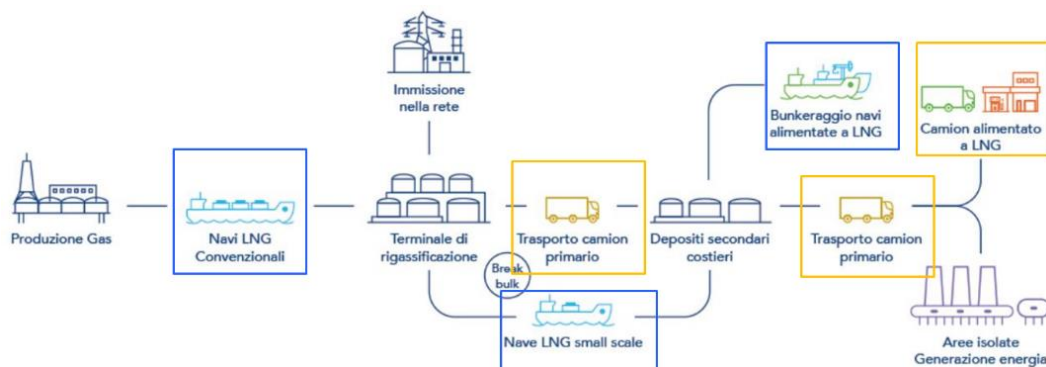
Figura 3. Tipica configurazione di un terminale di ricezione di GNL.



Fonte: Lemmers, 2009.

Osservando l'intera supply chain del gas naturale liquefatto (riportata in Figura 4), è possibile identificare le diverse tipologie di mezzi di trasporto impiegati lungo l'intera filiera, sia per quanto concerne il lato mare che il lato terra. Con riferimento al trasporto marittimo, gli spostamenti di GNL in import/export avvengono per mezzo di metaniere (navi LNG convenzionali), ossia navi dotate non solo di elevato contenuto tecnologico ma anche di standard qualitativi impiantistici, di sicurezza e di protezione ambientale tra i più elevati a livello internazionale. All'arrivo a destinazione, il GNL viene scaricato nel terminale di importazione al fine di poter, da un lato, raggiungere capillarmente l'intero territorio nazionale per mezzo dell'immissione all'interno della rete (in seguito alla fase di rigassificazione), e, dall'altro, essere trasferito verso depositi secondari. Per questo scopo il GNL, oltre alla poter essere trasportato allo stato liquido per mezzo di autocisterne (trasporto su gomma), può essere trasferito attraverso piccole navi metaniere, ossia bettoline o navi SSLNG (Small Scale LNG) verso depositi costieri secondari. Una volta giunto alla destinazione intermedia, il GNL può essere impiegato per il bunkeraggio di navi alimentate a GNL (LNG-propelled ship) o destinato al trasporto primario via camion per raggiungere, ad esempio, aree isolate destinate alla generazione di energia.

Figura 4. LNG supply chain.



Fonte: <https://www.snam.it/en/Natural-gas/green-energy/liquefied-natural-gasxLNGx/>

→ **Rigassificazione di GNL:** la scelta ottimale di un sistema di vaporizzazione di GNL è determinata dal sito del terminal, dalle condizioni ambientali, dai limiti normativi e considerazione sull'operabilità; la selezione del sistema è il risultato di un'analisi economica finalizzata a massimizzare il VAN del progetto e soddisfare i requisiti sulle emissioni.

2.4. Profili normativi e giuridici

La crescente attenzione alle tematiche della propulsione navale mediante GNL e del relativo bunkeraggio presso apposite aree portuali dedicate, trova nella problematica della sostenibilità ambientale dei sistemi di trasporto un driver di sviluppo fondamentale.

A livello normativo e giuridico le più importanti istituzioni internazionali hanno emanato una serie di provvedimenti per far fronte alle problematiche legate alla sostenibilità del trasporto marittimo (Xu et al., 2015). Qui di seguito viene riportata una tabella riassuntiva (Tabella 2) che richiama le principali norme che regolano la disciplina del GNL approfondite nel prodotto T1.1.1., distinte a livello internazionale ed europeo.

Tabella 2. Normative GNL

Normative internazionali	Normative europee
- Convenzione Oilpol, 1954	- Direttiva 2005/33/CE in relazione al tenore di zolfo dei combustibili per uso marittimo.
- Convenzioni di Bruxelles, 1969, "Intervention" e "Civil Liability Convention"	
- Convenzione di Londra, 1972 "Dumping"	
- Convenzione Marpol 73/78 per la prevenzione dell'inquinamento navale	
- Convenzione di Barcellona, 1976, sulla protezione del Mediterraneo	
- Convenzione Diritto del Mare di Montego Bay, 1982	
- Convenzione delle Nazioni Unite sullo Sviluppo di Rio de Janeiro	

Fonte: Ns. Elaborazione.

2.5. Componenti infrastrutturali e per il rifornimento di GNL

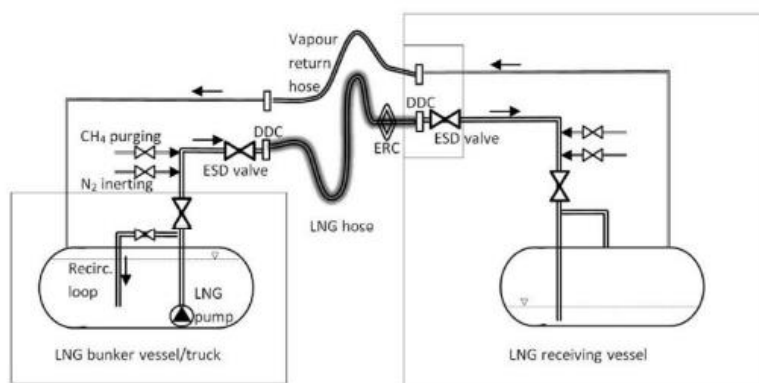
2.5.1. Quadro concettuale di sintesi

Il prodotto T1.1.3 prosegue analizzando le diverse componenti infrastrutturali e le attrezzature necessarie nell'ambito di un sistema di bunkeraggio di GNL. Per quanto concerne, infatti, le principali configurazioni per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, occorre distinguere tra le seguenti:

- Configurazione Ship to Ship (STS), che prevede il trasferimento di GNL da una chiatta rifornitrice o da una bettolina/bunkerina ad una nave LNG-propelled.
- Configurazione Truck to Ship (TTS), la quale, invece, prevede, invece, il trasferimento di GNL da un camion cisterna o un'autobotte ad una nave LNG-propelled ormeggiata al molo o al pontile per mezzo di una tubatura flessibile criogenica, maggiormente adatta, in ragione delle ridotte quantità di prodotto che possono essere trasferite, al rifornimento di mezzi navali dotati di piccoli serbatoi (ad esempio rimorchiatori, pescherecci o naviglio di minori dimensioni).
- Configurazione Via Pipeline o Terminal /Port To Ship (TPS), che garantisce quantità di flusso maggiore in quanto prevede il trasferimento del GNL da un serbatoio di stoccaggio fisso a terra ad una nave LNG-propelled attraverso l'impiego di una linea criogenica dotata di bracci di carico caratterizzati da un'estremità flessibile (Pipeline) oppure tramite l'utilizzo di tubature proprie della nave ormeggiata (Shore).
- Configurazione Mobile Fuel Tanks, la quale prevede l'impiego di cisterne mobili o ISO-container criogenici come depositi movimentabili di carburante GNL (possono essere facilmente caricate su navi, per mezzo delle gru dedicate ai containers, oppure su autotreni in modalità Ro-Ro).

La linea di bunkeraggio semplificata prevede la presenza di due aree distinte: l'unità di rifornimento a sinistra e la nave ricevente a destra; la pompa per il GNL, attraverso l'LNG hose, consente il trasferimento del GNL tra le due unità (Figura 5).

Figura 5. Schema semplificato di linea per il bunkering di GNL



Fonte: DNV, 2015 ("D. 2.3.1. LNG Bunkering. Regulatory Framework and LNG bunker procedures").

Con riferimento alle componenti di sistema rilevanti, oltre alle valvole di chiusura del serbatoio principale, la linea prevede due valvole *Emergency Shut Down* e un sistema di *Emergency Release Coupling* o di *Safe Breakaway Coupling*; le flange di collegamento dei tubi sono anche dotate di *Dry Disconnect Couplings* per prevenire qualsiasi fuoriuscita o sfiato dai tubi; inoltre, a seconda del tipo di configurazione tecnica adottata per il bunkeraggio di GNL possono essere presenti linee per il ritorno

del vapore (*vapour return hose*). Tali specifiche procedure e dispositivi risultano necessarie in quanto il GNL è un liquido criogenico che richiede adeguati livelli di safety& security.

Al fine di realizzare un'overview completa del sistema di bunkeraggio di GNL, nell'ambito del prodotto T1.1.1. vengono descritti sotto il profilo tecnico ed operativo tutte le componenti di sistema, ivi includendo: l'unità di approvvigionamento; gli impianti di trattamento, rigassificazione e di liquefazione; la stazione di pompaggio e pompe criogeniche; i tubi criogenici flessibili, bracci di carico e giunti girevoli; i sistemi, valvole e componenti per la sicurezza; i sistemi di gestione del vapore; l'impianto per l'azoto; i serbatoi a terra e sistemi di stoccaggio di GNL. Di seguito si descrivono sinteticamente gli elementi in oggetto, rimandando al Prodotto T1.1.1. per un esame più puntuale dei medesimi.

2.5.2. Unità di approvvigionamento

L'unità di approvvigionamento del GNL può essere di diversi tipi: nave di bunkeraggio o chiatta; camion, autobotte o rimorchio; installazione fissa; contenitore mobile; galleggiante di bunkeraggio/isola artificiale. Per ciascuna tipologia nell'ambito del Prodotto T1.1.1 sono state esaminate le implicazioni che la scelta dell'unità di approvvigionamento di GNL può determinare in relazione alla scelta degli altri componenti del sistema, evidenziando quando necessario anche le conseguenze connesse agli spazi portuali richiesti da tali tipi di unità, ai rischi e alle criticità che possono determinare e gli investimenti che si rendono necessari.

Sotto questo profilo il prodotto in esame considera nel dettaglio:

- Nave di bunkeraggio o chiatta: opzione molto flessibile, adeguata nel caso di grandi volumi di GNL; opzione che necessita di elevati costi di investimento.
- Camion, autobotte o rimorchio: opzione più nota e diffusa; adatta all'alimentazione dei serbatoi di piccoli volumi; opzione che richiede l'accesso stradale; investimenti iniziali contenuti; elevata flessibilità.
- Installazione fissa: a terra; opzione che necessita di elevati costi di investimento; opzione che necessita inoltre di spazi portuali elevati; necessario il rispetto di una molteplicità di norme tecniche CEN e ISO.
- Contenitore mobile: o mobile fuel tank; opzione scelta nel caso in cui non si disponga di un'infrastruttura fissa; i serbatoi sono inseriti all'interno di una struttura robusta e risultano facilmente trasportabili.
- Galleggiante di bunkeraggio/isola artificiale: isola in mare, dotata di serbatoi di stoccaggio e attrezzature per carico/scarico del GNL; tempi di costruzione più rapidi rispetto alle installazioni a terra con conseguente facilità nel definire la collocazione e i permessi per la loro costruzione

2.5.3. Impianti di trattamento, rigassificazione e di liquefazione

La categoria "impianti di trattamento/rigassificazione e liquefazione" include molteplici tipologie di componenti di sistemi ed equipment tecnico quali, separatori liquido-gas, forni di riscaldamento del gas, sistemi di disidratazione e degasolinaggio, componenti per il trattamento di purificazione e gli impianti di liquefazione.

I separatori liquido-gas permettono di dividere i vapori d'acqua dal gas attraverso due passaggi, ovvero, la separazione della nebbia dalla fase gas e la separazione della schiuma dalla fase liquida. Esistono diverse tipologie di separatori classificati in base alla loro configurazione o al valore della pressione di esercizio: i separatori orizzontali (alternativa più economica per grandi volumi di gas); i separatori verticali (con capacità inferiore rispetto ai serbatoi orizzontali, maggiormente utilizzati nelle

piattaforme off-shore perché occupano aree più ristrette); i separatori ad alta pressione; i separatori a bassa pressione.

I gas, una volta separati dai liquidi, sono riscaldati attraverso forni a fiamma indiretta finalizzati ad elevare la temperatura del gas per poterlo trasferire senza il rischio di formazione di idrati. I forni a fiamma indiretta sono costituiti da un cilindro al cui interno scorrono due serpentine: una attraversata dal gas da riscaldare, l'altra attraversata dai fumi prodotti dalla combustione del gas; entrambe sono immerse in acqua a pressione atmosferica e temperatura controllata, mantenuta al di sotto di 90 °C. La regolazione del forno è automatica: in base alla temperatura che deve raggiungere il gas, è presente un termoregolatore che interrompe il flusso di combustibile che giunge al bruciatore.

Per effetto dell'alta pressione e della bassa temperatura, in una miscela di idrocarburi allo stato gassoso, può avvenire la formazione di composti idrati, solidi, causa di possibili intasamenti, evitati attraverso un processo di disidratazione (per assorbimento con glicoli; per raffreddamento mediante espansore; con refrigeratore esterno; con assorbimento con setacci molecolari).

Prima dell'immissione in condotta il gas naturale viene sottoposto al degasolinaggio al fine di separare gli idrocarburi superiori e di ridurre le possibili contaminazioni in condotta e di renderlo trasportabile grazie alla rimozione degli idrocarburi pesanti e superiori (etano, propano e butani). Il gas viene inoltre sottoposto a diversi processi di purificazione finalizzati alla rimozione di composti dannosi presenti nel gas naturale tra cui: l'assorbimento con alcanolammine; l'assorbimento con carbonato potassico; il filtraggio mediante membrane; il recupero dello zolfo; la rimozione di composti mediante solvente fisico; la rimozione del solfuro di idrogeno con processi ossidativi. Questi processi sono noti come trattamenti di addolcimento del gas naturale e hanno lo scopo di eliminare i gas acidi presenti, tra cui CO₂, H₂S e COS ed eventualmente dei mercaptani, se presenti in quantità eccessive. Infine un trattamento molto importante è rappresentato dalla rimozione del mercurio, il quale, a bassa temperatura, raggiunge la condizione di saturazione e ha effetti dannosi per i componenti in leghe di alluminio ed in altri materiali spesso utilizzati nell'industria del gas; l'unità per la rimozione del mercurio è costituita da un reattore su supporto solido con una configurazione molto simile a quella di un filtro a carbone attivo (quando il mercurio passa attraverso il filtro, reagisce formando composti solforati che ne consentono il recupero e la manipolazione in sicurezza).

Il gas viene successivamente portato a temperature sufficientemente basse dagli impianti di liquefazione con un sistema di refrigerazione in cascata (caratterizzato da un ciclo a tre stadi a propano, che permette di raggiungere la temperatura di -40°C a 1,08 bar assoluti, seguito da un ciclo a due stadi, che utilizza come fluido refrigerante l'etano; estendendo questa procedura ad un sistema con tre fluidi che evaporano in cascata si ottiene la temperatura necessaria a liquefare il gas naturale, di circa -162°C) o sistemi *Mixed Refrigerant Fluid* (caratterizzati da una maggiore flessibilità e semplicità operativa poiché utilizza, anziché un componente pure, una miscela di composizione variabile di più refrigeranti al fine di adeguare la curva di evaporazione all'andamento di quella del fluido da refrigerare).

2.5.4. Stazione di pompaggio e pompe criogeniche

Essenziale per la realizzazione del bunkering di GNL è la presenza di un sistema di pompaggio, costituito da una pompa criogenica impiegata per trasferire il GNL dall'unità di approvvigionamento all'unità ricevente.

La stazione di pompaggio non ha esclusivamente la funzione di trasferire il GNL, ma svolge un ruolo fondamentale nell'ambito delle attività connesse alla misurazione e al controllo della pressione, alla gestione del sistema di ritorno del vapore e al monitoraggio del boil-off gas. Le pompe impiegate per il trasferimento del GNL sono di tipo centrifugo e sono completamente immerse all'interno del serbatoio contenente il liquido criogenico; nelle pompe criogeniche di progettazione più recente è presente un

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

sistema di bilanciamento finalizzato a ridurre le spinte assiali consentendo di incrementare la durata della pompa senza dover ricorrere a manutenzioni continue e di eliminare problemi di allineamento del motore. La pompa criogenica può essere mono o multistadio ed è dotata di giranti chiuse (contro disco) che permettono un flusso misto (assiale e radiale) e con un design simile alle turbine Francis. I motori possono avere 2, 4 o 6 poli e, generalmente, sono tarati con frequenza di 50 o 60 Hz, ma possono essere dotati di variatori di frequenza.

2.5.5. Sistemi di piping (tubature)

I sistemi di piping utilizzati nel processo di bunkering di GNL sono legati alla criogenia del liquido. Le soluzioni tecniche e progettuali scelte e impiegate per lo sviluppo di un sistema di bunkeraggio di GNL, in linea con i requisiti di sicurezza necessari, devono infatti impedire un innalzamento della temperatura del GNL che attraversa le tubature ed evitare il verificarsi del fenomeno del boil-off gas.

Nella progettazione del sistema di piping è inoltre necessario considerare il fatto che le tubature devono essere sottoposte a preraffreddamento, depurazione ed inertizzazione prima ancora che avvenga l'effettiva operazione di bunkering. Pertanto, è necessario l'inserimento di elementi in grado di assorbire le variazioni termiche cui il sistema è sottoposto nel corso dell'espletamento delle procedure per il trasferimento del GNL: con riferimento, in particolare, al loop di espansione e concentrazione. Il progetto delle tubazioni deve prevedere la possibilità di evaporazione per ebollizione del GNL da eventuali falle e il loro riscaldamento a seguito delle condizioni ambientali; inoltre, la fase di progettazione deve prevedere il calcolo a fatica dei carichi sostenuti ed espansioni termiche, che ne influenzano il dimensionamento.

Al fine di soddisfare le esigenze (quali materiale, dimensioni, isolamento, componenti, saldature etc.) imposte dai sistemi di bunkering di GNL vengono impiegate diverse tecnologie: design di tipo pipe-in-pipe (con pre-isolamento in schiuma poliuretanica); isolamento a vuoto dei tubi; impiego di Invar (una lega che contiene il 64% di Ferro e il 36% di Nichel, in sostituzione dell'acciaio inossidabile austenitico SS304L).

2.5.6. Tubi criogenici flessibili, bracci di carico e giunti girevoli

Nelle diverse configurazioni di bunkering, oltre ai sistemi di piping, sono necessari molteplici ulteriori componenti finalizzati ad assicurare il trasferimento di GNL, descritti in modo sintetico nella tabella sottostante.

Tabella 3. Ulteriori componenti del processo di bunkering

Ulteriori componenti del processo di bunkering	Caratteristiche principali
Tubi criogenici flessibili	Impiegati prevalentemente nel bunkering STS e nel trasferimento di GNL da autocisterne a stazioni satellite; ampio range di soluzioni tecnologiche; movimentazione dei tubi attraverso gru.
Bracci di carico	Alternativa ai tubi criogenici flessibili; necessario un ampio livello di flessibilità dei bracci per seguire i movimenti della nave nelle procedure di bunkering; impiegati nei terminali di importazione ed esportazione, nel bunkering STS o TTS.
Giunti girevoli	Bracci di carico attrezzati con giunti girevoli finalizzati a garantire la massima flessibilità al sistema durante il rifornimento; necessari per evitare perdite nel sistema di piping, per ridurre le manutenzioni e per garantire connessioni molto flessibili.

Fonte: Ns. elaborazione.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

2.5.7. Sistemi, valvole e componenti per la sicurezza

Il processo di bunkering di GNL prevede anche la presenza di numerose valvole e altri sistemi specificatamente dedicati all'espletamento in sicurezza delle operazioni di rifornimento. A livello internazionale esiste una molteplicità di codici e normative predisposti da organismi tecnici internazionali volti alla definizione di standard di progettazione e di standard tecnici relativi ai suddetti componenti. Tra di essi assolvono un ruolo fondamentale l'UNI EN 12567, l'API (American Petroleum Institute) e l'ASME (American Society of Mechanical Engineers). Il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza è assicurato dalla rispondenza di tutti i materiali nel sistema stesso rispetto alla norma UNI EN 1160 "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto-Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto". Tanto premesso, il report analizza le funzioni e le specificità tecniche relative alle valvole impiegate nei sistemi di piping, nei sistemi ESD e nei sistemi ERS, descritte nella tabella sottostante.

Tabella 4. Funzioni e specificità tecniche delle valvole impiegate nei sistemi di piping, ESD e ERS

Valvole di sicurezza	Funzioni e specificità tecniche
Valvole nel sistema di piping	Utilizzate per aprire o chiudere il sistema durante il regolare svolgimento delle <i>operations</i> o in caso di emergenza, o per l'isolamento di un settore dell'infrastruttura complessive. Principali tipologie di valvole criogeniche: valvole a globo, valvole a sfera, valvole a farfalla.
Emergency Shutdown System (ESD)	Sistema di interruzione di emergenza finalizzato ad evitare pericolosi incrementi di pressione all'interno dei tubi di trasferimento mediante la chiusura di apposite valvole. Sistema che può azionarsi automaticamente tramite i rilevatori di gas nella zona di bunkering oppure essere azionato manualmente.
Emergency Release System (ERS)	Sistema di rilascio di emergenza finalizzato a prevenire le conseguenze che possono originare da un movimento eccessivo della nave rifornita rispetto all'unità di approvvigionamento, che può derivare da moti ondosi o forte vento durante le operazioni di bunkering; importante in particolare nel caso di impiego di tubi flessibili.

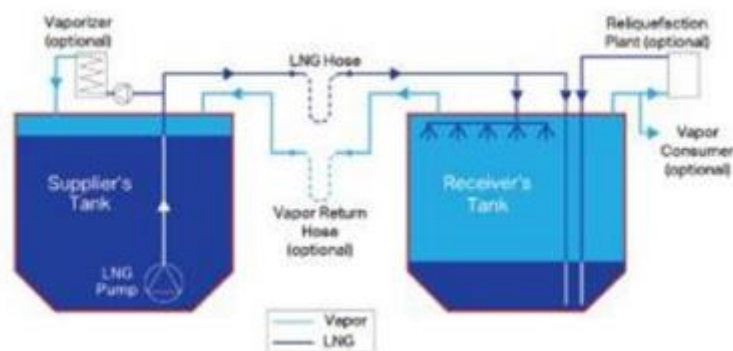
Fonte: Ns. elaborazione.

2.5.8. Sistemi di gestione del vapore

Nel caso in cui sussistano differenze tra le temperature a cui si trova il GNL già presente all'interno dei serbatoi della nave da rifornire e il GNL nei serbatoi dell'unità di approvvigionamento le conseguenti differenze di pressione che si creano devono essere compensate per evitare i rischi di incidenti. Una delle soluzioni per compensare tale differenza è la possibilità di riempire il serbatoio sia dall'alto che dal basso come metodo per regolare la pressione al suo interno. Durante il riempimento dal basso, infatti, la pressione tende ad aumentare gradualmente; questa può invece essere abbassata spruzzando GNL dall'altro sul vapore.

Un'ulteriore funzione del vaporizzatore nel serbatoio da cui si preleva il liquido, è quella di aumentare la pressione al suo interno fino ad ottenere un valore superiore a quello presente nelle tubature (rigide o flessibili) impiegate per il trasferimento. In questo modo è possibile assicurare la portata di GNL richiesta.

Figura 6. Sistema di gestione del vapore: schema logico



Fonte: STAVROS, 2016 (“LNG Bunkering: Technical and Operational Advisory”).

2.5.9. Impianto per l’azoto

Nell’ambito delle procedure di rifornimento viene spesso impiegato l’azoto liquido per eseguire le operazioni di inertizzazione dei tubi ed evitare così la formazione di miscele esplosive durante il bunkering; a tal fine il sistema di rifornimento deve quindi essere dotato di un impianto per l’azoto. In alcuni casi l’azoto liquido viene utilizzato anche per mantenere l’attrezzatura a temperature criogeniche, sfruttando la sua bassa temperatura di liquefazione (pari a $-195,82^{\circ}\text{C}$).

2.5.10. Serbatoi a terra e sistemi di stoccaggio di GNL

Nell’ambito di un sistema di rifornimento di GNL complessivo sono previsti anche impianti di stoccaggio primario o più semplici sistemi satellite. Gli impianti primari di stoccaggio risultano genericamente suddivisi in varie sezioni: stoccaggio, *unloading*, recupero vapori *boil-off*, *bunkering* e *truck loading*. Per lo stoccaggio vengono utilizzati serbatoi onshore (principalmente a fondo piano “*flatbottom*”; e cilindrici “*bullet tanks*” o “a proiettile”) e serbatoi a bordo di navi metaniere o a propulsione GNL. Ciascuna tipologia di serbatoi presenta specifici punti di forza e di debolezza come diffusamente descritto nel prodotto T1.1.1. di progetto.

Nelle operazioni di bunkering è fondamentale tener conto dei diversi fattori che influenzano la capacità di riempimento dei serbatoi al fine di assicurare lo svolgimento delle attività in piena sicurezza, che includono: la temperatura di caricamento; la temperatura di riferimento; il limite di riempimento; il limite di carico; l’heel (volume di GNL che normalmente rimane nei serbatoi prima della procedura di bunkering); la capacità utilizzabile (differenza tra il limite di carico e l’heel). Durante l’espletamento delle operazioni di rifornimento è quindi fondamentale valutare gli effetti di questi fattori. Generalmente all’interno dei serbatoi, per quanto essi possano essere isolati, si ha la formazione di una certa quantità di vapore, che risulterà essere in equilibrio con il liquido. Tuttavia, man mano che continua a penetrare calore attraverso l’isolamento, la densità del liquido tende a diminuire a seguito dell’aumento di temperatura. Di conseguenza, lo spazio a disposizione del vapore, già poco se il serbatoio è quasi pieno, diminuisce ulteriormente, causando un aumento di tensione di vapore. Se l’incremento non viene controllato, si raggiungerà il valore limite a cui sono impostate le valvole di sfogo. Aumentando la pressione impostata alle valvole di sfogo, l’intervallo di tempo che intercorre fino all’apertura delle valvole stesse è maggiore, tuttavia la densità alla temperatura di riferimento sarà ulteriormente bassa, riducendo pertanto il limite di caricamento. È necessario quindi trovare un compromesso tra capacità di caricamento e tempo fino all’apertura delle valvole.

2.6. Rilevanza del Prodotto T1.1.1

In conclusione, il prodotto in oggetto T1.1.1 “Report linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il bunkering” fornisce informazioni tecniche e di dettaglio in merito alle principali componenti di un sistema di bunkering/storage di GNL, tenuto conto delle specificità degli equipment e delle facilities prevalentemente impiegati in ambito marittimo-portuale. Il documento fornisce con un lessico e una terminologia accessibile anche stakeholder non necessariamente dotati di esteso background tecnico un quadro di sintesi sufficientemente dettagliato con riferimento alle caratteristiche principali del gas naturale liquefatto, alle diverse fasi della supply chain, ai profili normativi e giuridici di riferimento e all’analisi in dettaglio di ciascuna componente infrastrutturale ed attrezzatura utilizzata nell’ambito del rifornimento di GNL. Tali informazioni rappresentano la base per lo sviluppo dell’Attività T1.1, ovvero l’analisi dello stato dell’arte in merito alle opzioni tecnologiche e alle componenti impiegate nell’ambito di sistemi di alimentazione e bunkering di GNL e la definizione di standard tecnologici e linee guida per la standardizzazione di procedure operative condivise per il GNL nei porti dell’Area di Programma.

3. SCHEDA DI SINTESI PRODOTTO T1.1.2 “SWOT ANALYSIS DELLE OPZIONI TECNOLOGICHE PER IL BUNKERING DI GNL NEI PORTI”.

Il report realizzato nell’ambito del prodotto T1.1.2 “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti” è stato realizzato dal CF UNIGE-CIELI con supporto del consulente esterno AMP. Il documento integrale è disponibile sul portale del Programma Interreg Marittimo.



CIELI
Centro Italiano di Eccellenza sulla
Logistica i Trasporti e le Infrastrutture



3.1. Finalità del prodotto T1.1.2

Il prodotto T1.1.2 “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti” è finalizzato ad esaminare le criticità e i vantaggi connessi alle configurazioni di bunkering. Il Capofila UNIGE-CIELI, con il supporto dei partner del progetto TDI RETE-GNL, a valle di una costante attività di interazione con gli operatori e i soggetti che svolgono un ruolo di controllo e di regolamentazione rispetto alla gestione delle operations di bunkering di GNL in ambito marittimo-portuale, ha realizzato una SWOT analysis relativa alle diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nelle suddette aree. Il documento rappresenta un utile supporto per i decisori pubblici coinvolti nei processi autorizzativi di impianti di bunkering e storage di GNL in ambito marittimo-portuale, da adottare nelle fasi di valutazione preliminare. Il prodotto, inoltre, rappresenta un elemento di partenza funzionale alla definizione delle linee guida di standardizzazione delle tecnologie per il GNL.

Nel prodotto T.1.1.2 viene dapprima definito il quadro teorico di riferimento e viene descritta la metodologia “SWOT Analysis”, prima di impiegare la stessa tecnica analitica allo scopo di esaminare le diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito portuale. A questo scopo, il gruppo di lavoro del CF, in linea con la principale letteratura accademica sul tema (Piercy e Giles, 1989; Pickton e Wright, 1998; Grea, 2000; Leigh e Pershing, 2006) e con gli sviluppi che caratterizzano le buone pratiche diffuse nel settore, ha esaminato nel dettaglio le principali caratteristiche che contraddistinguono le seguenti opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito portuale (EMSA, 2018), ovvero:

- Configurazioni Truck to Ship (TTS);
- Configurazioni Ship to Ship (STS);
- Configurazioni Port to Ship (PTS);
- Configurazioni Mobile Fuel Tanks.

Nel prodotto finale, in particolare, in relazione a ciascuna opzione tecnologia viene fornita un’analisi di dettaglio con riferimento a punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce, considerando separatamente i seguenti profili (evidenziati nella Tabella 5)

- ✓ volume di GNL gestiti/gestibili;
- ✓ velocità delle operazioni di bunkering;
- ✓ applicazioni in ambito marittimo portuale;
- ✓ vantaggi/svantaggi gestionali;
- ✓ vantaggi/svantaggi economici;
- ✓ vantaggi/svantaggi socio-ambientali.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”



L'analisi SWOT è stata preceduta da una panoramica su aspetti generali del gas naturale liquefatto, al fine di meglio comprendere la natura, le caratteristiche e il comportamento strategico dei diversi attori coinvolti nella stessa.

Tabella 5. Swot analysis opzioni tecnologiche di bunkering di GNL: profili investigati

	Configurazione Truck to Ship [TTS]	Configurazione Ship to Ship [STS]	Configurazione Terminal to Ship [TPS]	Configurazione Mobile fuel tanks
Volumi di GNL	Inferiori a 200 m ³	Compresi tra 1.000 e 10.000 m ³	Nessun limite in termini di volumi	Compresi tra 20 e 50 m ³ per unità
Velocità delle operazioni di bunkering	Bassa	Media	Alta	Medio-Alta
Vantaggi	- Elevata flessibilità operativa; - Assenza di investimenti infrastrutturali; - Basso investimento iniziale; - Reversibilità	- Possibilità di effettuare SIMOPs (turn-around times ridotti); - Assenza di impiego di spazi portuali dedicati; - Flessibilità nella localizzazione e nei volumi.	- Tempistiche di bunkering molto contenute; - Flessibilità nei volumi gestiti; - Modularità nella definizione della capacità complessiva della stazione di bunkering	- Semplicità distributiva; - Assenza di investimenti infrastrutturali dedicati; - Basso investimento iniziale; - Le navi non devono navigare sino a una specifica localizzazione nel porto.
Svantaggi	- Velocità e portata del rifornimento molto limitate; - Capacità di stoccaggio contenute; - Rischi connessi all'assenza di personale tecnico specializzato; - Elevati costi di trasporto per m³ di GNL; - Presenza di truck in banchina con conseguente incremento dei rischi per le persone e le merci.	- Elevati investimenti in navi e chiatte per il rifornimento; - Costi operativi superiori a altre soluzioni tecniche; - Aumento del rischio connesso a collisioni tra navi e incidenti; - Maggiore complessità nella gestione delle operazioni di bunkering.	- Obbligo per le navi di raggiungere una specifica location nel porto; - Impossibilità di svolgere SIMOPs (allungamento delle tempistiche di turn-around); - Elevati investimenti in dotazioni infrastrutturali e attrezzature; - Occupazione di ampi spazi portuali.	- Ridotta capacità di stoccaggio per singolo tank; - Riduzione della capacità di carico a uso commerciale della nave rifornita; - Maggiore pericolosità delle operazioni connesse al sollevamento dei serbatoi; - Necessità di avere gru di carico (in banchina o in dotazione alla nave da rifornire).
Applicazioni in ambito portuale	- Localizzazioni contraddistinte da bassa frequenza di bunkering di GNL; - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti con molteplici terminal che richiedano l'assegnazione di aree per il bunkering; - Porti remoti.	- Porti con traffico misto (inland e seagoing ships); - Porti caratterizzati da ampi specchi acquei; - Porti non esposti a elevati rischi meteorologici.	- Porti di medie o grandi dimensioni; - Porti caratterizzati da elevata frequenza di operazioni di bunkering di GNL; - Porti caratterizzati da domanda di GNL stabile o facilmente prevedibile.	- Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti ove transitano numerose portacontainer.

Fonte: Ns. elaborazione.

Nel proseguo vengono sintetizzati i principali contenuti del prodotto T.1.1.2.

3.2. Aspetti introduttivi sul GNL

3.2.1. Natura e composizione del GNL

Prima di applicare la metodologia SWOT all'analisi delle diverse opzioni tecnologiche per il bunkering e lo storage di GNL in ambito marittimo-portuale, il prodotto T1.1.2 approfondisce la natura e la composizione del GNL quale combustibile a composizione variabile, formato da metano per oltre 90% e da minori quantità di etano, propano, idrocarburi superiori e modeste impurità di componenti azotati.

Il confronto con altri combustibili tradizionali (quali oli combustibili e gasolio) in relazione alle loro caratteristiche e proprietà fornisce spunti di riflessione interessanti: gli oli combustibili comprendono distillati pesanti o residui della distillazione o altre operazioni di raffinazione, sono classificati in base alla viscosità e al contenuto di zolfo e hanno un potere calorifico medio di 10.000 kcal/kg⁶.

Il gasolio è derivato dalla distillazione primaria del petrolio greggio, contiene diverse classi di idrocarburi come paraffine, aromatici e naftenici in proporzioni che variano da gasolio a gasolio. La sua principale caratteristica è l'elevato potere calorifico medio di 15.000 kcal/kg⁶; il gas naturale o metano è il più semplice degli idrocarburi ed ha un potere calorifico medio di 13.500 kcal/kg⁶.

È importante anche confrontare gli altri combustibili con il gas naturale in relazione alle emissioni nocive in ambiente. Nel dettaglio, le emissioni di particolato risultano più elevate nella combustione di olio combustibile, seguite dal gasolio e dal gas naturale; le emissioni derivanti dal gas naturale non contengono carboniosi, benzene e polveri ultrasottili (PM10), inoltre non contengono biossido di zolfo, sostanza notoriamente molto inquinante. A parità di calore prodotto, il gas naturale sviluppa soltanto anidride carbonica e ossidi azoto, in misura però inferiore al carbone e petrolio. Complessivamente, il gas naturale presenta effetti sull'ambiente significativamente meno dannosi rispetto ai carburanti e ai combustibili tradizionalmente impiegati nell'ambito della propulsione marina.

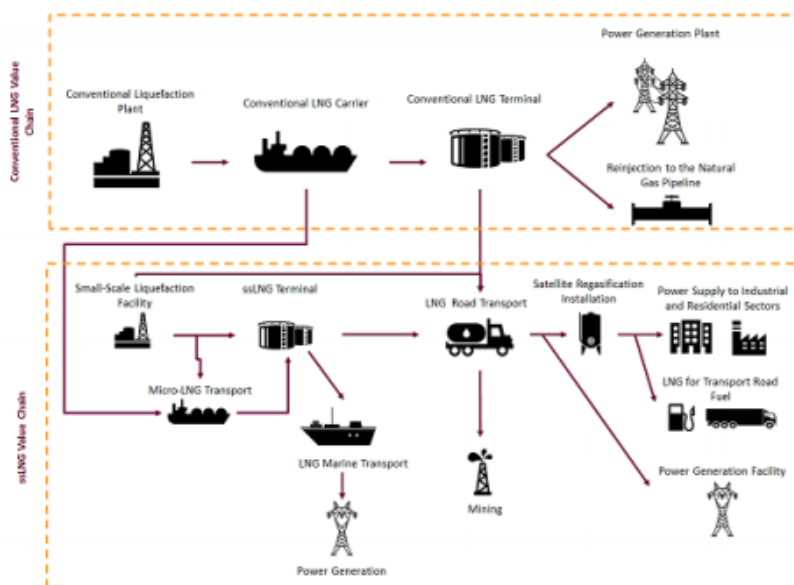
Ai fini dell'analisi SWOT, è stato analizzato il legame che sussiste tra le caratteristiche tecnologiche dei motori marini prevalentemente impiegati ed il tipo di carburante/combustibile utilizzato. I motori progettati per l'impiego di GNL sono caratterizzati da rendimenti superiori rispetto a quelli che impiegano carburanti tradizionali, a parità di condizioni. Le indagini condotte in relazione alle principali tipologie di motori marini a GNL mostrano che la combustione nel motore è completa, priva di residui, e realizza una forte riduzione dell'usura in tutte le parti mobili del motore, consentendo, di conseguenza, l'aumento della vita media della macchina. La riduzione dei residui, inoltre, riduce la necessità di interventi di manutenzione con conseguente risparmio di costi per il soggetto armatoriale.

L'impiego di sistemi di propulsione navale a GNL appare quindi come soluzione feasible per gli armatori anche sotto il profilo economico-finanziario in quanto consente l'abbattimento delle emissioni nocive per l'ambiente (con possibili implicazioni commerciali positive), una drastica riduzione dei costi di manutenzione degli impianti motore e costi operativi compatibili con le condizioni di mercato che caratterizzano altre soluzioni per la propulsione navale.

3.2.2. La filiera tecnologico-produttiva del GNL: cenni

L'analisi prosegue con l'approfondimento della filiera tecnologico-produttiva del GNL (Figura 7) ad integrazione di quanto esaminato già nel prodotto T1.1.1, identificando gli stadi e le fasi fondamentali della catena del valore, nonché le relative caratteristiche fondamentali (Tabella 6).

Figura 7. La filiera del gas naturale



Fonte: <http://www.sia-partners.com>

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"



Tabella 6. Fasi della filiera tecnologica-produttiva del GNL-Descrizione

Fasi della filiera GNL	Principali caratteristiche
1.Produzione del gas	Produzione del gas dall'estrazione convenzionale del gas dal sottosuolo, intrappolato nella maggior parte dei casi insieme al petrolio sotto uno strato di roccia; il gas fuoriesce spontaneamente a valle della trivellazione, successivamente convogliarlo in una tubazione, indirizzarlo verso destinazioni finali o in siti di stoccaggio. Nuove tecniche di estrazione: <i>shale gas</i> e <i>coal bed methane</i> .
2.Liquefazione	Processo mediante il quale viene reso possibile il trasporto di grandi volumi di gas naturale dai paesi produttori verso quelli importatore consentendo di ridurre il volume del gas di circa 600 volte rispetto al suo stato gassoso; il cambio di fase viene realizzato portando il gas naturale alla temperatura critica di -162°C a pressione atmosferica. Impianti onshore o offshore. Il GNL viene poi immesso in serbatoi criogenici per lo stoccaggio e il deposito, prima di essere caricato in navi metaniere.
3.Trasporto	Il gas naturale liquefatto viene trasportato a temperatura costante, a pressione atmosferica, su speciali navi metaniere (<i>LNG carriers</i>); il trasporto navale permette l'accesso al GNL anche ad aree geografiche, irraggiungibili da pipeline.
4.Rigasificazione	Processo che consente di portare il gas naturale allo stato liquido (GNL) utile durante la fase di trasporto, allo stato gassoso e compresso (GNC), per effettuarne il trasporto terrestre e permetterne il consumo finale. Impianti onshore o offshore su navi <i>Floating Storage and Regasification Unit</i> . Il GNL proveniente dalla nave metaniera viene trasferito all'impianto di rigasificazione, dapprima inviato a un vaporizzatore costituito da scambiatori di calore (fasci tubieri); il conseguente aumento di pressione viene gestito da serbatoi di espansione e il gas viene poi immesso nella rete di distribuzione.
5.Logistica distributiva	Il gas, dopo il processo di rigasificazione, viene trasportato mediante condotte nel mercato interno per soddisfare la domanda ad usi civili o industriali in vasti network distributivi.

Fonte: Ns. elaborazione.

Con riferimento alla supply chain complessiva del GNL, pare opportuno evidenziare come la filiera dello Small Scale LNG costituisca la modalità di gestione, su piccola scala, del gas naturale liquefatto, in cui il GNL viene trasformato allo stato gassoso per essere poi immesso nella rete distributiva nazionale. Riferendosi sostanzialmente all'impiego diretto del GNL nella sua forma liquida, in contrapposizione al modello tradizionale di rigasificazione e successiva introduzione nella rete di trasmissione del gas, la distribuzione del gas naturale liquefatto su piccola scala è destinata alla propulsione navale o all'autotrazione e costituisce un'opportunità per ridurre l'impatto ambientale nel settore di trasporti. La SSLNG determina inoltre nuove opportunità di business per gli operatori del settore, trattandosi di un mercato relativamente giovane e non ancora adeguatamente presidiato.

Tale tipologia di distribuzione del GNL, presenta però anche una serie di problematiche che si mostrano di difficile risoluzione: sussiste ancora un certo livello di disequilibrio tra domanda e offerta, la supply chain complessiva non presenta ancora adeguati livelli di capillarità, il quadro normativo è ancora incerto e piuttosto eterogeneo a livello internazionale.

Gli impianti di liquefazione su piccola scala sono dotati di una capacità produttiva inferiore a 500.000 tpy (tonn per year) e, inoltre, consentono di rifornire sia gli utenti finali localizzati in luoghi ed aree difficili da raggiungere per mezzo delle infrastrutture tradizionali, sia i consumatori che richiedono, appunto, combustibile in forma liquida. I principali impieghi del GNL su piccola scala sono sostanzialmente tre, ossia il marine fuel (bunkering), il rifornimento nel comparto dell'heavy road transport e il power generation in off-grid locations.

Tanto premesso, l'obiettivo della successiva sezione del report è quello di identificare strumenti manageriali da applicare, in particolare la SWOT Analysis al fine di valutare soluzioni tecnologiche alternative per l'offerta di servizi di bunkering di GNL nell'ambito della filiera downstream dello Small Scale LNG.

3.3. Analisi SWOT: profili metodologici e review della letteratura

La SWOT analysis (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) viene proposta alla fine degli anni '50 dall'economista statunitense Humphrey come strumento manageriale finalizzato alla razionalizzazione dei processi aziendali in contesti caratterizzati da incertezza e forte competitività. Rappresenta uno strumento manageriale di supporto alle scelte strategiche, che consente di organizzare i processi decisionali di dell'impresa, evidenziando gli elementi interni di forza e debolezza, nonché le opportunità e le minacce derivanti da fattori esterni (Piercy e Giles, 1989; Leigh e Pershing, 2006). L'analisi SWOT, quindi, consente di sistematizzare e razionalizzare la raccolta di dati e informazioni rilevanti rispetto all'assunzione di una scelta nell'ambito di qualsiasi processo decisionale, favorendo l'identificazione dell'opzione più adatta a conseguire gli obiettivi strategici che guidano il processo decisionale stesso.

Date le sue caratteristiche, l'analisi SWOT rappresenta uno strumento particolarmente indicato per valutare la fattibilità economico-finanziaria e l'impatto ambientale e/o sociale delle differenti soluzioni tecnologiche impiegate per il bunkeraggio di GNL in ambito portuale.

In particolare, la scelta di una specifica soluzione tecnologica dipende non soltanto dai vantaggi intrinseci che la stessa è in grado di apportare in termini operativi (ad esempio, volumi di GNL gestiti, velocità delle operazioni di bunkeraggio, flessibilità operativa, ecc.), economico finanziari (ivi intendendosi sia le dimensioni connesse agli investimenti iniziali e alle capital expenditures – CAPEX – sia quelle relative agli operating expenses – OPEX), e socio ambientali, ma è anche funzione di una pluralità di fattori esterni e dimensioni situazionali che attengono alle specificità del contesto empirico in cui la medesima soluzione tecnologica trova applicazione.

Nel caso di specie, sotto questo profilo, la scelta della soluzione tecnologica da adottare per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, non può aprioristicamente prescindere da variabili esogene rispetto alla tecnologia medesima, quali per esempio la localizzazione e la dimensione del porto oggetto di studio, i volumi di domanda di GNL, il grado di accettazione da parte delle comunità locali, le specificità della normativa applicabile.

In tal senso, l'approccio metodologico riconducibile all'analisi SWOT permette di esprimere una prima valutazione in merito a come i punti di forza o di debolezza connessi ad una determinata soluzione possano determinare opportunità o rischi connessi alle variabili esogene pocanzi richiamate. Ciò consente di:

- Valutare congiuntamente le variabili endogene e quelle esogene rispetto alla tecnologia che sono rilevanti nell'ambito della scelta;
- Identificare i driver da considerare in via prioritaria;
- Selezionare dei criteri di scelta;
- Individuare, costruire e monitorare indicatori di performance (KPIs) funzionali alla raccolta e alla diffusione delle informazioni.

3.3.1. Review della letteratura

Nell'ambito del prodotto T1.1.2, è stata eseguita una revisione della letteratura accademica relativa all'impiego dell'analisi SWOT con finalità coerenti rispetto a quelle del progetto. Nell'ambito della systematic literature review condotta sono stati selezionati 19 papers principali (che rappresentano il

37% del sample inizialmente estratto dai database accademici consultati,) in ragione della rilevanza del contributo scientifico e della pertinenza rispetto alle finalità del prodotto tecnico.

Da un punto di vista temporale, il campione copre un periodo di 19 anni (2000-2019), dei quali il 50% dei contributi è stato pubblicato negli ultimi 5 anni, a conferma del crescente interesse di accademici e professionisti verso tale tecnica di valutazione di scenari alternativi in ambito marittimo.

Le analisi empiriche condotte evidenziano l'esistenza di tre filoni principali di impiego della SWOT analysis in relazione alle tematiche oggetto di approfondimento nell'ambito del progetto TDI RETE-GNL. In particolare, ci si riferisce a:

1. SWOT-port: impiego della SWOT per la valutazione di investimenti in ambito portuale (15 contributi);
2. SWOT-navi GNL: (da 2 contributi);
3. SWOT-infrastrutture GNL: impiego della SWOT in relazione alla valutazione di progetti infrastrutturali in ambito marittimo-portuale (2 contributi).

La realizzazione della literature review ha evidenziato la potenziale utilità dell'analisi SWOT a supporto dei processi decisionali sottostanti alla scelta di soluzioni tecnologiche per il bunkering e lo storage di GNL in ambito marittimo portuale in quanto consente ai diversi soggetti decisori coinvolti nel processo decisionale di includere nella valutazione preliminare delle diverse opzioni realizzative sia fattori endogeni sia esogeni. Inoltre, l'approccio SWOT appare particolarmente utile con riferimento alla valutazione degli investimenti infrastrutturali richiesti, quando si renda necessario ridurre le ipotesi progettuali da approfondire nel dettaglio. L'analisi SWOT appare anche uno strumento coerente rispetto all'adozione di una logica digestione strategica dei rapporti con i diversi stakeholder rilevanti (Stakeholder Relationship Management), in ragione del fatto che questo strumento analitico a supporto delle decisioni può anche essere impiegato per comunicare con un linguaggio accessibile alle diverse categorie di portatori di interessi le principali motivazioni che portano ad escludere specifiche opzioni potenziali e a focalizzarsi su determinate soluzioni tecnologiche.

3.3.2. Analisi SWOT delle tecnologie per il bunkering di GNL in ambito portuale: quadro concettuale e metodologia

L'analisi SWOT consente di effettuare un'attenta comparazione tra le principali opzioni tecnologiche impiegate a livello internazionale, europeo e nazionale per il bunkeraggio e lo stoccaggio (storage) di GNL in ambito marittimo-portuale. Tale strumento è stato quindi impiegato per esaminare a livello generale le diverse soluzioni tecnologiche di bunkering nei porti dell'area obiettivo, considerando le specificità tecnologiche, gestionali ed economico-finanziarie delle seguenti opzioni: Truck to Ship (TTS); Ship to Ship (STS); Port to Ship (PTS); Mobile Fuel Tanks. Successivamente la SWOT analysis è stata applicata concretamente su specifici *business cases* rilevanti ai fini del progetto.

Dal punto di vista metodologico, l'impiego dell'analisi SWOT prevede due fasi fondamentali. La fase preliminare inquadra il fenomeno e definisce i criteri di valutazione, lo schema concettuale e i parametri di misurazione, coinvolgendo gli stakeholders e gli esperti di settore. Nell'ambito del Progetto TDI RETE-GNL, per le finalità del prodotto T.1.1.2, sono stati coinvolti diversi stakeholders, tra cui le due associazioni di categoria rappresentative del mondo dello shipping (CONFITARMA ed ASSARMATORI), l'ufficio tecnico dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale e la società CNH INDUSTRIAL del gruppo IVECO.

La fase successiva vede la definizione di dettaglio dei criteri e dei parametri da impiegare per implementare la valutazione che conduce alla predisposizione della versione matriciale dell'analisi SWOT articolata in 4 quadranti:

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

- i. Forze (strengths)
- ii. Debolezza (weaknesses)
- iii. Opportunità (opportunities)
- iv. Minacce (threats)

Figura 8. Matrice SWOT-esempio di applicazione in ambito aziendale

SWOT ANALYSIS		ANALISI INTERNA	
		Forze	Debolezze
ANALISI ESTERNA	Opportunità	1 Strategie S-O: Sviluppare nuove metodologie in grado di sfruttare i punti di forza dell'azienda.	2 Strategie W-O: Eliminare le debolezze per attivare nuove opportunità.
	Minacce	3 Strategie S-T: Sfruttare i punti di forza per difendersi dalle minacce	4 Strategie W-T: Individuare piani di difesa per evitare che le minacce esterne acuiscono i punti di debolezza.

Fonte: Ns. elaborazione.

Per i punti forza e di debolezza è necessario considerare i principali profili inerenti all'assetto tecnologico, organizzativo, finanziario, relazionale, produttivo e ambientale dei diversi stakeholders; le opportunità e le minacce emergono invece dalla valutazione dei fattori socio-economici, politici, ambientali e demografici dell'ambiente esterno; i fattori endogeni ed esogeni vengono organizzati secondo una logica matriciale finalizzata a migliorare la loro comprensione in un'ottica d'insieme. L'obiettivo è quello di valorizzare gli elementi di forza e sfruttare le opportunità offerte dall'ambiente esterno in relazione a ciascuna soluzione tecnologica potenziale (dapprima) e a quella effettivamente scelta (successivamente), difendendosi, da eventuali minacce connesse all'adozione di quella specifica opzione tecnologica.

In un'ottica di definizione degli obiettivi di pianificazione strategica del quadro infrastrutturale per il GNL e di valutazione preliminare di specifici progetti di investimento l'analisi SWOT consente di mettere in luce i principali benefici di ciascuna opzione tecnologica esaminata, ossia Truck to Ship, Ship to Ship, Port to Ship, Mobile Fuel Tanks, nonché i relativi punti di debolezza.

Le macrocategorie impiegate nell'analisi di dettaglio a cui sono state ricollegate le caratteristiche di ciascuna configurazione tecnologica per il bunkering di GNL sono:

- capacità di stoccaggio/trasporto;
- efficienza delle operazioni di bunkering;
- scalabilità dell'impianto;
- flessibilità;
- investimenti richiesti e profili eco-fin;
- requisiti specifici dell'impianto;
- sicurezza e rischi;
- impatto ambientale ed esternalità.

Questi profili, combinati con la valutazione delle specifiche condizioni di contesto, ovvero delle variabili esogene che contraddistinguono l'area portuale relativa all'intervento oggetto di valutazione e

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

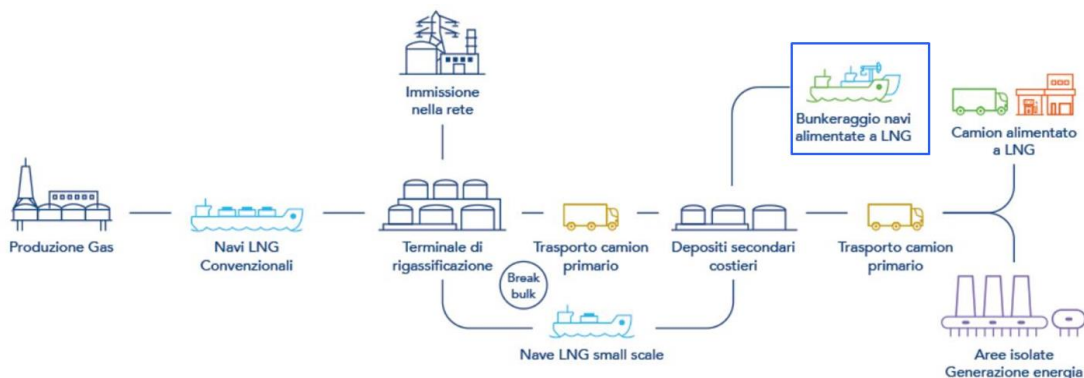
delle variabili di mercato riconducibili alle specificità della domanda che insiste sulla facility per il bunkering e lo storage di GNL, sono i driver che determinano la maggiore o minore coerenza delle diverse opzioni tecnologiche rispetto alla specifica situazione contingente; il che ovviamente può condurre a diversi risultati in relazione all'analisi SWOT relativa al singolo sito localizzativo in ambito marittimo-portuale.

3.4. Analisi SWOT delle configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale.

Nei sottoparagrafi di seguito verranno approfondite le diverse configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale al fine di elaborare, per ognuna di esse, un'analisi SWOT per individuare nel dettaglio i punti di forza e di debolezza, le minacce e le opportunità connessa a ciascuna configurazione. In relazione alla fase di bunkeraggio di navi LNG-propelled (in Figura9 si identifica la “posizione” di tale fase lungo la supply chain - riquadro blu), occorre identificare le quattro principali sopracitate configurazioni per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, tenuto conto non solo delle caratteristiche tecniche del GNL ma anche delle opzioni per il bunkeraggio citate in letteratura, unitamente ai singoli sistemi presenti a livello internazionale ed europeo. Di seguito le potenziali configurazioni di rifornimento di GNL (in Figura 10 vengono rappresentate graficamente tutte e quattro le soluzioni tecnologiche):

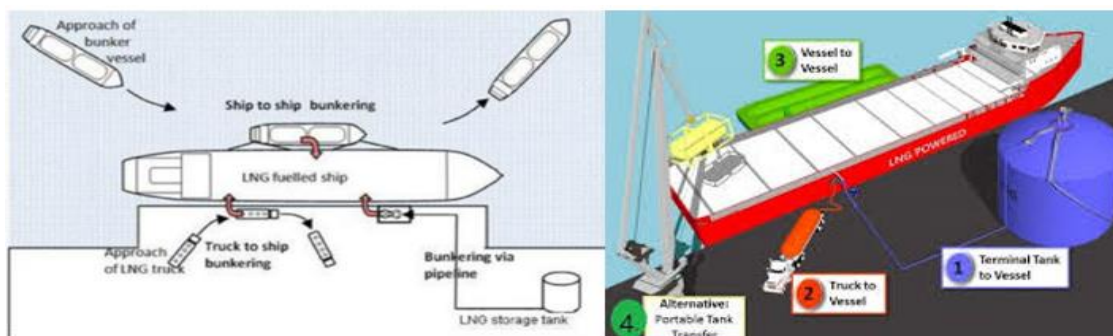
1. Configurazione Truck to Ship (TTS);
2. Configurazione Ship to Ship (STS);
3. Configurazione Terminal/Port/Pipeline To Ship (PTS);
4. Configurazione Mobile Fuel Tanks.

Figura9. LNG supply chain – bunkering



Fonte: <https://www.snam.it/en/Natural-gas/green-energy/liquefied-natural-gasxLNGx/>

Figura 10. Potenziali configurazioni di bunkering di GNL.



Fonte: DNV, “LNG Bunkering. Regulatory Framework and LNG bunker procedures” (2015).

Le quattro opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL differiscono tra loro con riferimento ai seguenti profili:

- capacità di stoccaggio/trasporto, ossia il volume di GNL immagazzinato all’interno del mezzo impiegato per il rifornimento oppure all’interno del deposito di stoccaggio;
- efficienza delle operazioni di bunkering che si traduce nella possibilità di operare in diverse situazioni (ad esempio in condizioni meteo avverse) oppure nella possibilità di effettuare operazioni simultanee, le cosiddette simultaneous operations (SIMOPs);
- scalabilità dell’impianto, ossia la possibilità di adattare la capacità d’impianto al variare delle condizioni dell’ambiente competitivo (es. incremento dei livelli di domanda nel breve termine);
- flessibilità, ossia la capacità dell’impianto di adattarsi ad esigenze specifiche espresse dall’utenza;
- investimenti richiesti e profili economico-finanziari che discende dall’evidenza che ogni configurazione richiede, per poter essere implementata, investimenti CAPEX, OPEX e anche il sostenimento di spese di manutenzione;
- esigenze tecniche e requisiti specifici dell’impianto, ossia tutti i profili gestionali e tecnici rilevanti quali, ad esempio, la quantità di aree occupate o il sussistere di specifiche problematiche connesse all’accessibilità nautica o stradale;
- sicurezza e rischi/criticità che caratterizzano non solo le differenti configurazioni nel loro complesso, ma anche le singole operazioni (es. sotto il profilo gestionale, di safety& security);
- impatto ambientale ed externalità, ossia gli aspetti rilevanti all’interno del business in oggetto, soprattutto tenuto conto del tipo di commodity energetica che questi impianti di storage e bunkering sono chiamati a manipolare

3.4.1. Configurazione Truck to Ship (TTS)

La configurazione “Truck to Ship”(TTS) prevede che il rifornimento della nave avvenga mediante l’impiego di un camion cisterna o un’autobotte adibiti allo stoccaggio e al trasporto di GNL (Figura 11). Di conseguenza, dal punto di vista delle operations, per questo tipo di configurazione tecnologica è necessario che la nave sia ormeggiata al molo o al pontile e che il camion cisterna o l’autobotte raggiunga, dopo essere stato rifornito presso grandi terminal per lo stoccaggio di GNL oppure presso terminali intermedi lungo la filiere, oppure, ancora in prossimità di impianti di liquefazione, la banchina al fine di essere posizionato in prossimità della nave da rifornire.

Figura 11. Rifornimento di GNL secondo configurazione TTS.



Fonte: <http://www.donga.com/news/article/all/20190921/97506677/1>

Per quanto riguarda i punti di forza della configurazione TTS, occorre evidenziare gli elevati livelli di flessibilità e di reversibilità che lo caratterizzano. La flessibilità di impiego della soluzione tecnologica Truck To Ship, deriva non solo dall'assenza di ingenti investimenti idiosincratici per la realizzazione ma anche dalla possibilità di affiancare il camion alla nave LNG-propelled da rifornire lungo diverse zone della banchina, oppure lungo differenti banchine o aree del porto, salvo quando richiesto diversamente dalle procedure di sicurezza previste nella specifica area portuale. Questa caratteristica comporta inoltre l'opportunità di poter impiegare la medesima unità (autobotte o camion cisterna) su differenti terminal e porti, da cui deriva la possibilità di ripartire i costi connessi alla configurazione TTS tra diversi stakeholder. A fronte di ridotti investimenti infrastrutturali che caratterizzano la predisposizione delle operations per tale configurazione, la soluzione di tipo TTS viene considerata come un'opzione di bunkering "di prova", ovvero che può essere implementata allo scopo di verificare l'eventuale convenienza economica da parte del terminal (o di altri stakeholders volenterosi a sviluppare l'attività di rifornimento di GNL in porto), prima di procedere con investimenti infrastrutturali più consistenti e meno reversibili, come ad esempio quelli concernenti l'implementazione di una configurazione di tipo PTS o STS.

Per quanto riguarda, invece, i punti di debolezza della configurazione di tipo TTS, individuiamo innanzitutto la ridotta capacità dei serbatoi dei camion e delle autobotti ($40\text{--}80\text{ m}^3$), da cui deriva che tale tecnologia può essere implementata esclusivamente per il rifornimento di navi LNG-propelled che richiedono volumi fino a $200\text{--}400\text{ m}^3$ di GNL. Oltre alla ridotta capacità dei serbatoi dei camion cisterne, un'ulteriore criticità della configurazione tecnologica di tipo TTS consiste nella limitata velocità di trasferimento del GNL, che si aggira intorno ai $40\text{--}60\text{ m}^3/\text{h}$. Ciò comporta lunghe tempistiche per il rifornimento del GNL e, di conseguenza, una ridotta competitività della presente configurazione rispetto alle altre tipologie, soprattutto in presenza di navi LNG-propelled da rifornire dotate di serbatoi di elevata capacità⁴. Al contrario, in presenza di unità navali che necessitano di rifornimenti contenuti di GNL (o poiché dotate di serbatoi di piccole dimensioni o poiché caratterizzate da consumi contenuti di carburante per ogni viaggio, ad esempio perché si tratta di unità ro-pax impiegate su brevi tratte), le operazioni di bunkeraggio si dimostrano efficienti anche impiegando un numero limitato di camion o autocarri. In queste circostanze, la gestione delle operations appare semplice poiché si riducono non

⁴Infatti, in caso di grandi navi a GNL da rifornire, risulta necessario l'impiego di un numero molte elevato di camion/autobotti che realizzino più viaggi: tutto ciò comporta un incremento delle tempistiche di bunkering, un aumento non trascurabile della complessità di gestione delle operazioni stesse e dei costi logistici di approvvigionamento e, inoltre, un incremento dei rischi tecnici connessi alle operations presso la banchina o le banchine coinvolta/e.

solo le tempistiche di rifornimento ma anche eventuali problematiche relative alla sicurezza in banchina (poiché ad accedervi sarebbe esclusivamente un singolo camion/autobotte).

Inoltre, la tipologia di bunkeraggio di GNL di tipo TTS può comportare molteplici rischi in relazione alle attività di handling di merci/persone condotte in simultanea rispetto alle attività di rifornimento. Ciò appare particolarmente rilevante quando il conducente del camion o dell'autobotte non fa parte dello staff predisposto allo svolgimento delle operations presso le aree portuali a ciò preposte, per cui egli, non appartenendo alla categoria del personale dedicato, non risulta presenta familiarità con le procedure, le skills e le competenze relative allo svolgimento dei task connessi al rifornimento della nave. Di conseguenza, con riferimento alla presente tipologia di configurazione tecnologica per il bunkering di GNL, assume una notevole importanza l'insieme degli aspetti procedurali connessi alla sussistenza di idonei livelli di safety& security per tutte le attività concretizzate, soprattutto quando in presenza di personale non dedicato.

Un ulteriore punto di debolezza relativo alle soluzioni tecnologiche di tipo TTS è rappresentato dal costo variabile unitario per m³ di GNL trasferito, in quanto su di esso incide significativamente il costo del trasporto (che include anche eventuali pedaggi) poiché esso spesso può superare nel medio-lungo termine e in relazione a elevati volumi movimentati i benefici connessi ai ridotti investimenti iniziali richiesti. Per compensare o risolvere tale criticità, spesso viene incrementata la capacità di carico dei singoli camion/autobotti per mezzo dell'aggiunta di rimorchi (impiegando soluzioni analoghe ai multi-trailer) oppure dell'impiego di più autobotti collegate tra loro contemporaneamente (rifornimento di tipo "Multi Truck-To-Ship bunkering").

Altre criticità connesse configurazione Truck To Ship sono correlate ad eventi quali:

- rottura serbatoio criogenico,
- innesco di incendi o esplosioni del GNL fuoriuscito accidentalmente,
- eventuale effetto domino,
- incremento della congestione e del traffico stradale (ed eventuali conseguenti incidenti e/o interferenze con altre attività portuali), ecc.

Di seguito riassumiamo i punti forza e di debolezza, le minacce e le opportunità sopracitate con riferimento alla configurazione tecnologica di bunkering di GNL di tipo Truck To Ship (Figura 12).

Figura 12. Analisi SWOT della configurazione TTS

Strengths	Weaknesses
▪ Flessibilità operativa e gestionale ▪ Basso costo degli investimenti e ridotti <i>sunk costs</i> ▪ Rifornimento navi anche in condizioni meteo avverse ▪ Offerta di bunkering rivolta prevalentemente a domanda spot	▪ Ridotta capacità dei serbatoi ▪ Ridotta velocità delle operazioni di bunkering ▪ Regolamenti sulla sicurezza specifici ▪ Necessità di utilizzare diverse unità per il rifornimento
Opportunities	Threats
▪ Utilizzo delle singole unità su diversi terminal/porti: ripartizione dei costi tra diversi stakeholder ▪ Soluzione idonea per testare il mercato del bunkering di GNL ▪ Configurazione utilizzata per favorire la transizione al GNL	▪ Distanza dagli impianti di stoccaggio e rifornimento di GNL ▪ Costi di carburante e pedaggi ▪ Congestionamento stradale nelle aree di accesso e limitrofe al porto ▪ Rallentamento delle operazioni di carico/scarico merci e persone

Fonte: Ns. elaborazione.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

3.4.2. Configurazione Ship to Ship (STS)

La configurazione “Ship to Ship” (STS) prevede l’impiego di chiatte o piccole unità navali rifornitrici (dette anche bettoline/bunkerine o *Small Scale LNG Carrier*) per le operazioni di bunkering effettuate sia in mare aperto che nelle acque del porto. Le unità navali di rifornimento, denominate anche SSLNG ship, si affiancano alle navi da rifornire ed effettuano il trasferimento del GNL con tubature flessibili e sistemi di pompaggio (Figura 13).

Figura 13. Rifornimento di GNL secondo configurazione STS



Fonte: https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/news--and--events/news/may2016_2

Soprattutto in ragione della capacità dei serbatoi delle chiatte rifornitrici compresa tra i 1.000 e i 20.000 m³, la configurazione tecnologica di tipo Ship To Ship permette di rispondere all’esigenza di rifornimento di volumi di GNL anche fino a 10.000 m³, che risulta essere notevolmente superiore rispetto a quella dei serbatoi di cui sono dotati mediamente i camion e le autobotti impiegate nella configurazione di tipo Truck To Ship.

Inoltre, la presente tipologia di configurazione tecnologica permette di garantire non solo il rifornimento di navi impossibilitate ad approdare in certi porti dotati di deposito in loco (ad esempio poiché tali depositi sono dotati di caratteristiche remote in ragione dell’assenza di specifiche strutture per il bunkeraggio di GNL), ma anche l’attività di bunkering presso un deposito costiero oppure un terminale destinato alla consegna di GNL alla nave da rifornire.

La configurazione di bunkering STS consente un’elevata velocità di trasferimento del GNL tra i due natanti, fino ad arrivare a 1.000 m³/h, da cui deriva il vantaggio economico e gestionale della configurazione di tipo Ship To Ship soprattutto in caso di rifornimento di navi che operano su distanze brevi e che necessitano quindi di minimizzare i tempi di permanenza presso le infrastrutture portuali in relazione alle attività di rifornimento, di carico/scarico delle merci, dei passeggeri, ecc.

Un ulteriore vantaggio connesso alla configurazione in esame consiste nella possibilità di concretizzare le operazioni di bunkeraggio senza impiegare ed occupare di aree e spazi portuali, in quanto, l’attività di rifornimento della bunkerina/bettolina (o SSLNG ship) o della chiatta rifornitrice avviene normalmente presso un terminal o un impianto per lo stoccaggio di GNL all’interno del porto oppure in prossimità dello stesso.

In relazione alle differenti tipologie di unità per il rifornimento, può rivelarsi necessaria la presenza di differenti strumenti volti a supportare l’attività di bunkeraggio della metaniera impiegando la configurazione tecnologica STS: in presenza di chiatte, spesso è fondamentale la presenza di appositi

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

rimorchiatori per il traino o la spinta di tale unità fino ad affiancarla alla metaniera da rifornire; in caso di impiego di navi da rifornimento di GNL di grandi dimensioni, esse possono essere dotate a bordo di gru e/o altre strutture idonee al sollevamento delle tubature di rifornimento di GNL.

Normalmente le operazioni di bunkering mediante la configurazione STS non interferiscono con le operazioni di carico/scarico delle merci o dei passeggeri, che possono infatti essere condotte simultaneamente alla fase di rifornimento di GNL, dal momento in cui la nave oggetto del rifornimento attracca su un lato della banchina e viene rifornita sull'altro.

Oltre ai presenti vantaggi, la configurazione Ship To Ship presenta anche alcune criticità, tra le quali assume un ruolo rilevante la necessità di ingenti investimenti iniziali connessi alla necessità di navi/unità/chiatte da rifornimento per eseguire le attività di bunkering. Oltre ai costi di acquisizione delle suddette unità (10-15 milioni di euro per le chiatte più piccole, fino a 80 milioni di euro per le micro-metaniere più grandi), risultano elevati anche i costi operativi che originano dalla logistica di approvvigionamento e dalla gestione tecnica dell'asset (si pensi, ad esempio, al personale altamente specializzato e alle situazioni in cui la nave da rifornire non si trova in prossimità del terminale portuale o dell'impianto di stoccaggio di GNL presso cui la "bunkerina" si rifornisce).

Ulteriore criticità connessa alla configurazione STS risulta il rischio di collisione tra le unità coinvolte nelle operazioni di rifornimento, soprattutto in situazioni in cui le operations vengano eseguite in mare aperto. Tale rischio aumenta in caso di coinvolgimento anche di terze parti eventualmente presenti in zona, in presenza di condizioni meteomarine avverse e in relazione al fatto che l'equipaggio coinvolto deve occuparsi contestualmente della navigazione e delle operazioni di rifornimento.

Durante la fase di bunkering, nella configurazione di tipo Ship To Ship, sussistono ulteriori rischi di natura tecnico-operativa, quali:

- la tensione esercitata sul tubo flessibile di bunkeraggio con eventuale conseguente rottura della tubazione stessa dovuta a bruschi movimenti della nave,
- la perdita di GNL durante le fasi di carico/scarico,
- l'incremento del traffico marittimo (e la commistione di flussi di navi diverse),
- la rottura del serbatoio criogenico,
- l'innesco di incendi/esplosioni del GNL fuoriuscito accidentalmente,
- difficoltà ad accedere al luogo dell'incidente da parte delle squadre di emergenza eventualmente coinvolte.

Di seguito riassumiamo i punti forza e di debolezza, le minacce e le opportunità sopracitate con riferimento alla configurazione tecnologica di bunkering di GNL di tipo Ship To Ship (Figura 14).

Figura 14. Analisi SWOT della configurazione STS

Strengths	Weaknesses
- Elevata capacità di stoccaggio delle unità navali impiegate per il rifornimento - Velocità del rifornimento - Flessibilità operativa: SIMOPS - Assenza di impiego di spazi portuali	- Forti investimenti iniziali - Elevati costi di manutenzione
Opportunities	Threats
- Riduzione esternalità negative per zone costiere e comunità locali (rifornimento <i>offshore</i>) - Maggiore accessibilità al servizio - Riduzione degli investimenti per impianti ed attrezzature in ambito portuale - Riduzione delle inefficienze legate alle attività portuali	- Distanza dagli impianti di stoccaggio costieri - Rischio connesso alle condizioni meteorologiche e collisioni (rifornimento <i>offshore</i>) - Estensione del bacino portuale: rischio danni a terzi (per rifornimento all'interno del porto)

Fonte: Ns. elaborazione.

3.4.3. Configurazione Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)

La configurazione “Port to Ship” o “Terminal to Ship” o “Pipeline to Ship”(PTS) prevede il rifornimento della nave LNG-propelled attraverso tubazioni (pipeline) provenienti da una stazione di bunkering GNL a terra (presso una banchina o un pontile dedicato), dove le navi, una volta attraccate, effettuano il rifornimento (Figura 15).

Figura 15. Rifornimento di GNL secondo configurazione PTS.



Fonte: <https://www.unitest.pl/?p=3131>; <https://www.manntek.se/lng/applications/ship-to-shore>

La presente configurazione prevede che le operazioni di bunkering di navi LNG-propelled avvengano mediante apposite tubazioni caratterizzate da rigidità nella parte iniziale e flessibilità in quella finale (il tubo dell'impianto di rifornimento) al fine di garantire un maggior livello di adattabilità e conformità

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma”

non solo del layout ma anche degli impianti e delle strumentazioni rispetto alle esigenze operative richieste dalla nave da rifornire.

La configurazione PTS richiede la presenza di un serbatoio di stoccaggio di GNL a terra, il quale viene rifornito normalmente tramite autobotti, oppure navi metaniere o ancora metanodotti (mediante impianto di liquefazione) qualora sia localizzato in ambito marittimo-portuale e in prossimità di depositi costieri secondari. Tale serbatoio presenta caratteristiche differenti a seconda dell'apparato che lo rifornisce, delle esigenze di bunkeraggio, dello spazio disponibile in banchina, delle differenti possibilità di approvvigionamento, ecc. Esso può essere di dimensioni ridotte e in pressione, se alimentato da treni, autobotti, bettoline o impianti di liquefazione, oppure di grandi dimensioni e a pressione atmosferica, se il GNL proviene da un impianto di rigassificazione. Una volta decisa e selezionata la capacità del serbatoio, la scelta del numero di serbatoi dipende anche da altri parametri quali limiti tecnici, costi, flessibilità operativa, superficie disponibile, impatto visivo, estensioni prevedibili, ecc.

Come riportato in molteplici studi (DNV, 2014), le unità navali LNG-propelled da rifornire possono attraccare direttamente al molo dove è localizzata la stazione o l'impianto di rifornimento, oppure possono essere collegate a ponti galleggianti (direttamente collegati a terra attraverso apposite condutture) in cui viene stoccato il carburante. In quest'ultimo caso risulta necessaria la presenza di apposite infrastrutture in grado di minimizzare i movimenti della piattaforma galleggiante, dovuti ad esempio al moto ondoso, frequente causa di danneggiamento all'attrezzatura di rifornimento del GNL.

La configurazione tecnologica di tipo Port To Ship assicura una flessibilità elevata rispetto alle altre soluzioni di bunkering, poiché non risente delle variazioni del livello del mare: la differenza di altezza tra la nave LNG-propelled rifornire e l'impianto si adatta continuamente e quindi rimane pressoché invariata.

Tale soluzione di bunkeraggio è caratterizzata dalla possibilità di rifornire grandi volumi di GNL (fino ad arrivare anche a 20.000 m³), grazie all'elevata capacità di stoccaggio della stazione o dell'impianto di rifornimento. Grazie alla sua velocità di erogazione del combustibile compresa tra 1.000 e 2.000 m³/h, la tecnologia di tipo PTS risulta molto vantaggiosa rispetto alle altre, poiché consente di ridurre notevolmente i tempi di rifornimento. Inoltre, la stazione di rifornimento di GNL presente a terra può essere utilizzata anche come stazione di servizio per altri veicoli (di terzi oppure interni al porto) alimentati a GNL, rendendo così il terminale nodo di approvvigionamento e fornitura di GNL ad uso marittimo e terrestre.

Nonostante i vantaggi citati, la configurazione via pipeline presenta anche notevoli punti di debolezza tra i quali la minore flessibilità operativa rispetto alla soluzione STS poiché l'unità LNG-propelled, per essere rifornita, deve necessariamente raggiungere il molo (prolungando così la durata delle operazioni nautiche presso lo scalo e delle manovre in porto). Inoltre, tendenzialmente, durante la fase di bunkeraggio, non possono essere concretizzate operazioni di carico/scarico di merci, container o persone, anche se in realtà in alcuni porti europei e mondiali viene prevista la possibilità di svolgere SIMOPs.

Oltre alle criticità tipicamente connesse a qualsiasi sistema di configurazione di bunkering (quali la rottura del serbatoio criogenico e/o delle tubazioni, l'innescò di incendi o esplosioni del GNL fuoriuscito accidentalmente e l'eventuale effetto domino, ecc.) il sistema di bunkeraggio di tipo PTS presenta alcuni svantaggi specifici sotto il profilo tecnico-operativo ma anche economico-gestionale. Tra questi ultimi la necessità di ingenti investimenti per lo sviluppo di tutte le infrastrutture, attrezzature ed equipment fondamentali per il corretto svolgimento delle operations: tali investimenti vengono configurati come sunk cost poiché impossibili da riconvertire in caso di abbandono del presente

business. L'investimento necessario all'implementazione della presente configurazione è assai variabile in ragione della capacità di stoccaggio installata e delle sovrastrutture approntate presso la banchina, ma solitamente richiede alcune decine di milioni di euro. Sono peraltro previste anche regole molto stringenti in relazione alla certificazione dell'equipment relativo alle installazioni e alla formazione/gestione del personale impiegato nelle diverse operazioni di manipolazione del GNL

In ragione dell'infrastruttura necessaria all'implementazione della configurazione di tipo PTS, quest'ultima risulta un'opzione indicata in caso di porti caratterizzati da una domanda di rifornimento di GNL elevata e stabile nel lungo periodo.

Di seguito riassumiamo i punti forza e di debolezza, le minacce e le opportunità sopracitate con riferimento alla configurazione tecnologica di bunkering di GNL di tipo Port To Ship (Figura 16).

Figura 16. Analisi SWOT della configurazione PTS

Strengths	Weaknesses
▪ Elevata capacità di stoccaggio ▪ Velocità del rifornimento	▪ Forti investimenti iniziali ▪ Elevati costi di manutenzione ▪ Rigidità operativa ▪ Occupazione delle aree portuali
Opportunities	Threats
▪ Rifornimento costante e regolare per navi di linea ▪ Collegamento diretto con metanodotti ad impianti dell'entroterra (approvvigionamento rapido) ▪ Flessibilità dei volumi gestiti	▪ Esternalità negative sul territorio circostante ▪ Regolamenti fortemente restrittivi in tema di sicurezza ▪ Accessibilità del porto e del terminal

Fonte: Nt. elaborazione.

3.4.4. Configurazione Mobile Fuel Tanks

La configurazione tecnologica "Mobile Fuel Tank" prevede l'impiego di serbatoi mobili per il rifornimento di GNL che possono essere impiegati sia da terra, per essere collegati alla nave da rifornire, sia da bordo, caricandoli direttamente sull'unità LNG-propelled, per poi esser impiegati durante la navigazione come veri e propri serbatoi di GNL per la stessa. Si tratta di cisterne o ISO-container criogenici con isolamento a doppia parete o in poliuretano a parete singola, utilizzati come deposito temporaneo di carburante: al manifestarsi della domanda tali serbatoi sono trasportati sulle banchine del porto per effettuare il rifornimento delle navi.

La configurazione di tipo mobile fuel tanks rappresenta una soluzione versatile poiché ha il vantaggio di essere un deposito movimentabile e trasferibile ovunque ce ne sia richiesta e necessità, nonostante presenti il rischio di caduta accidentale dei serbatoi stessi. Mentre gli ISO-container da 20 e 40 piedi sono i cosiddetti "standard" e, quindi, tra i più diffusi sul mercato poiché intermodali in quanto trasportabili mediante autocarri, fungendo da cisterne, oppure collocati su portacontainer o vagoni pianale, gli ISO-container da 53 piedi, non avendo una dimensione standard, perdono il vantaggio connesso alla gestione della relativa logistica secondo logiche intermodali in relazione al trasporto marittimo, ma possono comunque essere trasportati per mezzo di autocarri o specifici vagoni pianali.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Esistono inoltre ISO-container criogenici di dimensioni superiori a 53 piedi, i quali possono viaggiare su strada esclusivamente su convogli eccezionali.

Figura 17. ISO-container criogenici.



Fonte: https://it.made-in-china.com/co_longtengindustrial/product_T75-Cryogenic-Liquid-Gas-LNG-Lo2-Ln2-20FT-ISO-Tank-Container_egsosesy.html

In seguito al trasferimento in banchina di tali ISO-container criogenici (mediante navi cargo oppure trasporto terrestre, ovvero camion, oppure trasporto ferroviario, attraverso appositi convogli), essi vengono caricati a bordo della nave normalmente per mezzo di una gestione tipica delle merci pericolose, per le quali sussistono procedure e regole dedicate, oppure mediante gru o altri sistemi di sollevamento. Tali serbatoi vengono quindi collocati a bordo delle navi da rifornire, in particolare sul ponte oppure in zone adibite all’immagazzinamento, rendendo così la presente soluzione estremamente vantaggiosa soprattutto in presenza di spazio limitato nella zona macchine della nave, anche se, allo stesso tempo, riduce, con la sua presenza, lo spazio disponibile sul ponte.

La soluzione tecnologica di tipo Mobile Fuel Tanks risulta estremamente vantaggiosa, in ragione soprattutto dei bassi investimenti iniziali richiesti e della significativa riduzione dei tempi di bunkering, per non parlare dell’estrema flessibilità dal punto di vista operativo, poiché favorisce una maggiore capillarità del sistema di distribuzione e consente lo svolgimento di altre operazioni in simultanea alle operazioni di rifornimento (SIMOPs). Ne deriva l’attrattività di tale configurazione soprattutto in presenza di impiego di navi container o navi operanti con gru: in questo modo è possibile concretizzare, contestualmente alle operazioni di bunkering, anche le attività di handling delle merci.

Tra gli svantaggi e le criticità operative, la ridotta capacità dei mobile fuel tank rispetto a dei veri e propri serbatoi a LNG viene riscontrata soprattutto durante il rifornimento di navi che necessitano di stoccare un elevato quantitativo di serbatoi criogenici, o poiché di grandi dimensioni o poiché vengono impiegate su tratte molto lunghe. Da ciò deriva la necessità di ampi spazi a bordo nave con conseguente minore capacità di stiva della nave per le merci a fini commerciali. Inoltre, dal punto di vista dell’armatore/compagnia di navigazione, la soluzione Mobile Fuel Tanks comporta un significativo incremento del rischio di perdita di liquido a temperatura criogenica e quindi estremamente pericolosa poiché richiede di replicare più volte le attività di connessione e disconnessione dei serbatoi dalla rete di alimentazione della nave.

Nonostante i succitati vantaggi relativi alla configurazione di tipo Mobile Fuel Tanks, quest’ultima risulta essere, a causa delle criticità appena descritte, poco diffusa nella pratica.

Di seguito riassumiamo i punti forza e di debolezza, le minacce e le opportunità con riferimento alla configurazione tecnologica di bunkering di GNL di tipo Mobile Fuel Tank (Figura 18).

Figura 18. Analisi SWOT della configurazione Mobile Fuel Tanks

Strengths	Weaknesses
▪ Flessibilità operativa ▪ Possibilità di movimentare il serbatoio all'interno dell'area portuale ▪ Possibilità di caricare direttamente l'ISO container a bordo nave ▪ Contenuti investimenti iniziali	▪ Limitata capacità dei serbatoi ▪ Limitata velocità di trasferimento del combustibile ▪ Necessità di connessione alla rete elettrica
Opportunities	Threats
▪ Scalabilità del sistema ▪ Possibilità di sopperire a domande spot ▪ Possibilità di effettuare SIMOPS	▪ Rischi connessi alla movimentazione del serbatoio in porto ▪ Definizione di aree di sosta per i mezzi di trasporto

Fonte: Ns. elaborazione.

3.4.5. Benchmarking e confronto tra configurazioni alternative

A valle delle analisi realizzate per ciascuna configurazione, è possibile fornire un quadro comparativo sinottico in relazione alle diverse soluzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo-portuale, atto a individuare i principali benefici e le possibili criticità che caratterizzano sotto il profilo operativo, gestionale, economico-finanziario e ambientale ciascuna delle suddette opzioni.

Alla luce dall'analisi condotta e dei risultati sinteticamente riportati nella Tabella 7, risulta evidente come la scelta della configurazione tecnologica più idonea a soddisfare le specifiche esigenze dei porti dell'area obiettivo dipenda fortemente da una molteplicità di elementi relativi a fattori endogeni della tecnologia e fattori esogeni relativi al contesto nel quale il porto si inserisce. Infatti, a conferma delle considerazioni svolte in precedenza, è possibile notare come, all'aumentare della capacità dei serbatoi delle singole unità navali, vadano necessariamente privilegiate soluzioni tecnologiche di bunkering di tipo Ship To Ship e Port To Ship, a scapito della configurazione Truck To Ship, prediletta, in ragione della ridotta capacità di stoccaggio di GNL delle autocisterne e delle autobotti impiegate per l'attività di bunkering, per il rifornimento di unità navali di piccole dimensioni dotate di capacità limitata dei serbatoi (inferiore a 500 m³), come imbarcazioni di servizio e unità Ro-Ro di piccola taglia.



Tabella 7. Benchmarking e confronto tra le configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL

	Configurazione Truck to Ship [TTS]	Configurazione Ship to Ship [STS]	Configurazione Port o Terminal to Ship [PTS]	Configurazione Mobile fuel tanks
<i>Volumi di GNL</i>	Inferiori a 200 m ³	Compresi tra 1.000 e 10.000 m ³	Nessun limite in termini di volumi	Compresi tra 20 e 50 m ³ per unità
<i>Velocità delle operazioni di bunkering</i>	Bassa	Media	Alta	Medio-Alta
<i>Portata caratteristica di trasferimento</i>	50 m ³ /h	1000 m ³ /h	2000 m ³ /h	50 m ³ /h
<i>Vantaggi</i>	- Elevata flessibilità operativa; - Assenza di investimenti infrastrutturali; - Basso investimento iniziale; - Reversibilità	- Possibilità di effettuare SIMOPs (turn-around times ridotti); - Assenza di impiego di spazi portuali dedicati; - Flessibilità nella localizzazione e nei volumi.	- Tempistiche di bunkering molto contenute; - Flessibilità nei volumi gestiti; - Modularità nella definizione della capacità complessiva della stazione di bunkering	- Semplicità distributiva; - Assenza di investimenti infrastrutturali dedicati; - Basso investimento iniziale; - Le navi non devono navigare sino a una specifica localizzazione nel porto.
<i>Svantaggi</i>	- Velocità e portata del rifornimento molto limitate;	- Elevati investimenti in navi e chiatte per il rifornimento;	- Obbligo per le navi di raggiungere una	- Ridotta capacità di stoccaggio per singolo tank;
	- Capacità di stoccaggio contenuta; - Rischi connessi all'assenza di personale tecnico specializzato; - Elevati costi di trasporto per m³ di GNL; - Presenza di truck in banchina con conseguente incremento dei rischi per le persone e le merci.	- Costi operativi superiori a altre soluzioni tecniche; - Aumento del rischio connesso a collisioni tra navi e incidenti; - Maggiore complessità nella gestione delle operazioni di bunkering.	- specifica location nel porto; - Impossibilità di svolgere SIMOPs (allungamento delle tempistiche di turn-around); - Elevati investimenti in dotazioni infrastrutturali e attrezzature; - Occupazione di ampi spazi portuali.	- Riduzione della capacità di carico a uso commerciale della nave rifornita; - Maggiore pericolosità delle operazioni connesse al sollevamento dei serbatoi; - Necessità di avere gru di carico (in banchina o in dotazione alla nave da rifornire).
<i>Applicazioni in ambito portuale</i>	- Localizzazioni contraddistinte da bassa frequenza di bunkering di GNL; - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti con molteplici terminal che richiedano l'assegnazione di aree per il bunkering; - Porti non serviti dalla rete di rifornimento.	- Porti con traffico misto (inland e seagoing ships); - Porti caratterizzati da ampi specchi acquei; - Porti non particolarmente soggetti a condizioni meteo avverse	- Porti di medie o grandi dimensioni; - Porti caratterizzati da elevata frequenza di operazioni di bunkering di GNL; - Porti caratterizzati da domanda di GNL stabile o facilmente prevedibile.	- Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti ove transitano numerose portacontainer.

Fonte: Ns. elaborazione.

3.5. Applicazione dell'analisi SWOT a specifici business cases

La metodologia proposta e i diversi quadri sinottici proposti con specifico riferimento al bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, possono proficuamente essere usati dai diversi attori e decisori

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL

pubblici coinvolti nei processi di pianificazione e programmazione degli investimenti relativi a impianti di bunkering e stoccaggio di GNL nei porti dell'Area di Programma nelle fasi di assessment preliminare circa le concrete opzioni tecnologiche potenzialmente applicabili allo specifico contesto portuale oggetto di valutazione. I risultati delle attività di ricerca condotte, inoltre, tenuto conto del format “agile” e “smart” che li contraddistingue, favorisco la diffusione della conoscenza in merito al fenomeno oggetto di studio anche presso audience non tecnici ma comunque interessati all'argomento.

Con riferimento alla realtà portuale di Genova e Savona, l'AdSP del Mar Ligure Occidentale ha iniziato a valutare la fattibilità di alcune soluzioni tecnologiche per assicurare l'installazione di impianti di bunkering navale presso uno dei propri scali; ne risulta che due soluzioni sembrano ad oggi perseguibili: “Ship to Ship” e impianto GNL su chiatta galleggiante ormeggiata in porto.

Considerazioni analoghe possono essere fatte in relazione al contesto dell'AdSP del Mar Ligure Orientale dove nel mese di ottobre 2020 verrà effettuato il primo rifornimento di GNL sulla nave Costa Smeralda (Costa Crociere) nel porto di La Spezia e prevederà la possibilità di effettuare rifornimento “ship to ship”. Questa opzione tecnologica era stata infatti individuata attraverso l'analisi SWOT condotta dal team di UNIGE-CIELI all'interno del progetto TDI RETE-GNL come la più consona per le aree del porto di La Spezia considerate (si segnalano infatti le importanti restrizioni che il traffico portuale dovrà rispettare per rispettare la security, nonché le necessarie condizioni meteo marine).

In conclusione, l'applicazione e la diffusione di questo approccio metodologico al preliminary assessment delle opzioni concretamente adottabili in ogni specifica realtà portuale di cui all'Area Obiettivo, rappresenta un valido supporto al processo decisionale che caratterizza due tipologie di gruppi target del Progetto TDI RETE-GNL, ovvero gli organismi pubblici (Regioni, Comuni, Città Metropolitana, VVFF, Capitanerie) e gli organismi di diritto pubblico (AdSP e Port Authority). Infatti, data l'importanza del tema, la Regione Liguria ha organizzato, presso la sua sede una giornata di formazione svoltasi il 15/11/2019.

4. SCHEDA DI SINTESI PRODOTTO T1.1.3 “BEST PRACTICES RELATIVE ALLE PROCEDURE DI BUNKERING E STOCCAGGIO DI GNL IN AMBITO PORTUALE”.

I report realizzati nell’ambito del prodotto T1.1.3 “Best practices relative alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL in ambito portuale” sono stati realizzati dal CF UNIGE-CIELI, dal partner P2 UNIPI, dal partner P3 UNICA-CIREM, dal partner P4 OTC e dal partner P5 CCIV, secondo la ripartizione dei task previsti a formulario. I partner P4 e P5 si sono inoltre avvalsi dei consulenti esterni Elengy, Tractebel, Gazocean e SeeUp, mentre il CF si è avvalso del supporto esterno da parte di AMP. I documenti integrali realizzati sono disponibili sul portale del Programma Interreg Marittimo (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).



4.1. Finalità del prodotto T1.1.3

Il prodotto T1.1.3 “Best practices relative alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL in ambito portuale” prevede la realizzazione di un report di sintesi relativo alle best practices connesse alle procedure di bunkering e di stoccaggio nell’ambito di impianti GNL, che potrebbero essere usate nei porti dell’Area Obiettivo (Liguria, Toscana, Sardegna, Corsica e Région PACA), in ragione delle specificità morfologiche, tecniche e localizzative che interessano i siti in oggetto, considerando a tal fine le diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale.

Per la realizzazione del prodotto il Capofila di progetto UNIGE-CIELI ha definito un modello concettuale da adottare al fine di realizzare schede di sintesi omogenee atte ad approfondire le principali best practices in relazione alla gestione delle operations di bunkering e le relative procedure con riferimento ai porti inclusi nel formulario. La realizzazione delle attività di ricerca in oggetto non è risultata semplice in ragione della scarsità di casistiche empiriche già operative nei porti dell’area. Il modello concettuale relativo alla scheda di sintesi in oggetto è stato poi validato dai partner i quali, ciascuno per i porti di propria competenza geografica hanno proceduto alla raccolta dei dati e allo studio dei casi.

La scheda di sintesi in oggetto prevede diverse sezioni funzionali alla raccolta di dati e informazioni di diversa natura. Oltre a informazioni riguardanti la zona d’interesse, l’autore della scheda, e il Porto/Business case analizzato, il format prescelto consente di sintetizzare numerose informazioni in merito a:

- ✓ valutazione del metodo/soluzione tecnologica più idonea per il bunkeraggio di GNL nel caso di specie;
- ✓ indicazione della capacità di stoccaggio;
- ✓ descrizione delle operazioni di bunkeraggio previste;
- ✓ stato autorizzativo dell’impianto;
- ✓ indicazioni in merito alle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza;
- ✓ eventuali piani di formazione del personale previsti in relazione alla facility in oggetto;

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



- ✓ natura e caratteristiche dei sistemi di monitoraggio degli impianti e delle operations per il bunkering di GNL nel caso di specie.

Nel dettaglio i contributi predisposti dai partner sono i seguenti:

- Business case relativo al porto di Livorno realizzato dal Partner P2 DESTEC-UNIP; tale contributo ha permesso di indagare con particolare interesse gli aspetti di tipo autorizzatorio in merito alle condizioni dell'impianto.
- Business case relativo al porto di Cagliari (Progetto ISGAS Terminal GNL nel Porto Canale di Cagliari) e business case Porto di Oristano (Impianto di Stoccaggio, Rigassificazione e Distribuzione GNL proposto dalla IVI Petroliera nel Porto di Oristano – Santa Giusta) realizzato dal Partner P3 UNICA-CIREM; tali contributi hanno evidenziato in modo dettagliato la configurazione, il funzionamento e il procedimento autorizzatorio dei due impianti in oggetto.
- Business cases relativi al porto di Genova (Sampierdarena Port basin – Calata Oli Mineralquay) e al porto di Vado Ligure (Deposito in testata piattaforma) realizzato dal CF UNIGE-CIELI; tali contributi hanno analizzato alcune delle principali ipotesi localizzative per la predisposizione di impianti di stoccaggio e bunkeraggio di GNL in relazione ai porti dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale.
- Business cases relativi ai porti della Corsica; il Partner P4 OTC, data l'essenza ad oggi di progetti focalizzati su una possibile realizzazione di una facility per il bunkering e lo stoccaggio di GNL nei porti della Corsica, ha affidato alla società consulente esterna SeeUp lo sviluppo di uno studio ad hoc sulle best practices legate al bunkering e stoccaggio in generale e con particolare riferimento ai porti della Corsica con la presentazione di un demo-day. Il report nella sua versione integrale viene allegato al presente prodotto in qualità di "ANNEX II".
- Business case relativo al porto di Tolone realizzato dal Partner P5 CCIvar; tale contributo ha permesso di descrivere lo stato dell'arte del GNL nel porto in oggetto; il Partner P5 CCIvar ha altresì affidato al consulente esterno Gazocéan uno studio volto a considerare le best practices procedurali con particolare attenzione all'analisi e alla gestione del rischio. Il report nella sua versione integrale viene allegato al presente prodotto in qualità di "ANNEX I".

Al fine di fornire un'overview del prodotto, ovvero delle principali best practices legate alle procedure di bunkering e di stoccaggio e delle conseguenti differenti opzioni tecnologiche impiegate nell'ambito di impianti GNL utilizzate o ipotizzate nei porti dell'Area Obiettivo del progetto, vengono di seguito presentati gli aspetti di maggiore importanza di ogni business case realizzato dai partner di progetto, riassunti in modo schematico nella tabella sinottica sottostante e vengono successivamente riportati integralmente i contributi presentati da ciascun partner.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Tabella 8. Tabella sinottica best practices di ogni business case

<i>Business cases</i>	<i>Area Obiettivo</i>	<i>Soluzione bunkering idonea</i>	<i>Capacità di stoccaggio</i>	<i>Procedure di sicurezza</i>	<i>Piani di formazione</i>	<i>Sistemi di monitoraggio</i>
Porto di Livorno	Toscana	n.a.	5.000m ³	Consegnato rapporto di sicurezza preliminare e progetto antincendio.	Addestramento di personale di banchina.	n.a.
Porto di Cagliari (Progetto ISGAS Terminal GNL nel Porto Canale di Cagliari)	Sardegna	Ship-to-Ship; Truck-to-Ship, Port-to-Ship	22.078m ³	Sistema di raccolta delle possibili fuoriuscite di GNL; aree che permettono il deflusso di liquidi; vietata la presenza nel deposito di fonti di rischio mobile.	Idonea informazione, formazione e addestramento per sicurezza e prevenzione degli incidenti per il personale dipendente e esterno che opera nel terminal e per visitatori.	Sistema di controllo distribuito (DCS); sistema di emergenza (ESD); sistema di controllo.
Porto di Oristano (Impianto di Stoccaggio, Rigassificazione e Distribuzione GNL IVI Petrolifera-Santa Giusta)	Sardegna	Ship-to-Ship	880.000m ³	Politica di Prevenzione degli Incidenti Rilevanti (PPIR); organizzazione di un Sistema di Gestione della Sicurezza.	Corsi personale direttivo (per sviluppo cap manageriali, aspetti tecnico-gestionali, di sicurezza e preservazione ambiente) e maestranze (teorico-pratici).	Monitoraggio di componenti ambientali quali l'atmosfera, il rumore e le acque superficiale marine e sotterranee.
Porto di Genova (Sampierdarena Port basin – Calata Oli Mineral quay)	Liguria	Truck-to-Ship; Port-to-Ship	20.000m ³ + ulteriore 100m ³	n.a.	n.a.	n.a.
Porto di Vado Ligure (Deposito in testata piattaforma)	Liguria	Port-to-Ship	10.400m ³ + 5.000m ³	n.a.	n.a.	n.a.
Porti della Corsica	Corsica	Mobile Fuel Tank	n.a.	Valutazione dei potenziali rischi; definizione di una zona di sicurezza attorno alle installazioni di bunkering con limiti di entrata.	Ruoli, le responsabilità e il percorso di formazione cambiano a seconda degli stakeholders.	Persona in carica (PIC) designata per supervisionare l'operazione di bunkering e controllare la zona.
Porti di Tolone	Région PACA	Truck-to-Ship; chiatta galleggiante	n.a.	Operatori portuali soggetti a severe norme di comportamento, restrizioni e divieti per natura del GNL (merce pericolosa).	n.a.	n.a.

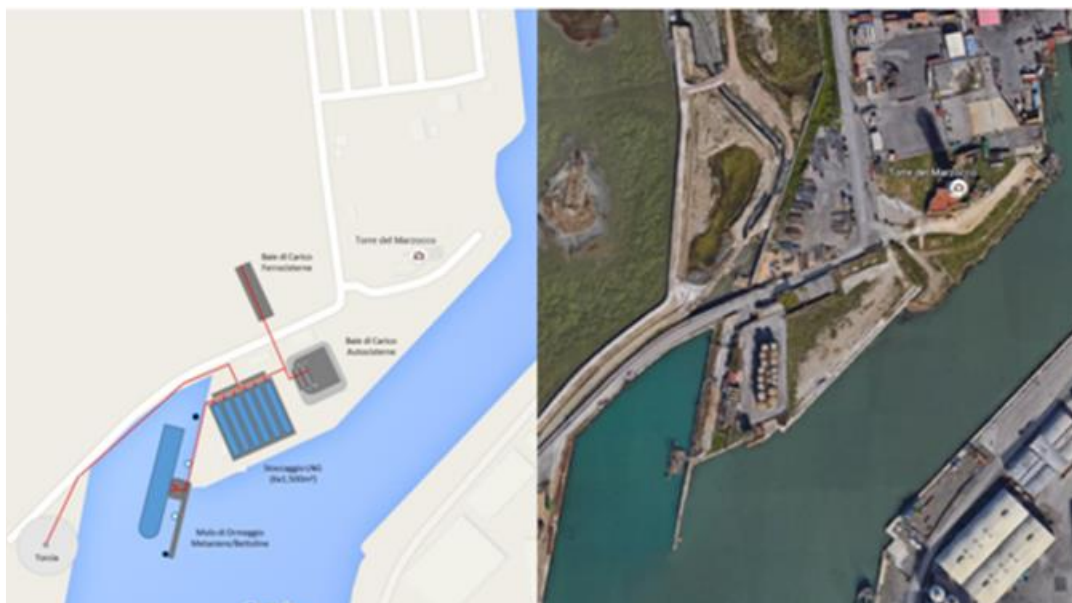
4.2. Business Cases di Livorno

Zona di interesse: Toscana.

Autore: Università di Pisa – DESTEC.

Porto/Business case: Porto di Livorno.

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo.

La società "Livorno LNG Terminal Spa" (LLT), costituita il 21 febbraio 2018 come joint venture paritaria tra Costiero Gas Livorno SpA (CGL) e NVI (appositamente costituita tra Neri Depositi Costieri SpA e Società Italiana Gas Liquidi S.p.A.), ha tra le sue finalità l'attività di progettazione, costruzione, mantenimento e gestione di un terminal per il deposito e stoccaggio (sia costiero che interno) nonché per la movimentazione di gas naturale liquefatto e prodotti derivati e affini sempre di natura gassosa, sia via terra che via mare, tramite la gestione di banchine dedicate che consentano l'ormeggio, lo scarico ed il carico di navi atte al trasporto di GNL. L'Autorità Portuale presenta pubblicamente al MIT il proprio "Progetto strategico LNG nel cluster portuale e industriale di Livorno" 2015/02/26 valutando diversi siti per allocare uno Small Scale LNG. L'area che corrisponde a tutti i requisiti è quella in concessione alla Neri Depositi Costieri descritta di seguito.

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

L'impianto avrà una capacità di 5.000 mc (inizialmente previsti 9000 mc) di stoccaggio di GNL e sarà costituito da 4 serbatoi da 1.250 mc orizzontali per un throughput annuo di 150.000 t; l'impianto sarà dotato di 4 pensiline di carico in grado di rifornire da 20 a 25 autobotti al giorno.

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

L'impianto sarà rifornito da navi con size variabile tra 3.000 e 7.500 mc.

Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell'impianto.

- 2015/02/26 l'Autorità Portuale presenta pubblicamente al MIT il proprio "Progetto strategico LNG nel cluster portuale e industriale di Livorno" valutando diversi siti per allocare uno Small



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Scale LNG. L'area che corrisponde a tutti i requisiti è quella in concessione alla Neri Depositi Costieri descritta di seguito.

- 2015/01/01 Decorre il rinnovo alla Neri Depositi Costieri di una concessione per licenza di 8.690 mq. sui quali sono collocati serbatoi per lo stoccaggio di lattice di gomma. La licenza n. 64 scadrà il 31.12.2018. Una area attigua di 3.900 mq è utilizzata come area di cantiere dall'Autorità Portuale e se ne prevede la restituzione a fine lavori di banchinamento.
- 2016/02/15 Neri Depositi Costieri avanza istanza di parere preventivo di compatibilità del progetto al Piano Regolatore Portuale, allega Studio Preliminare di Fattibilità facendo riserva, nel caso di parere positivo, di produrre la documentazione tecnica.
- 2016/03/03 l'Autorità Portuale comunica - Prot. 2235 PEC - che la Commissione Tecnica di Valutazione prevista dall'art. 33 del Regolamento d'uso delle aree demaniali marittime ha espresso parere di conformità alle previsioni del Piano regolatore Portuale.
- 2016/12/30 NDC richiamando il parere della Commissione Tecnica di Valutazione avanza istanza (Protocollo generale TXT dell' AP) per il rinnovo anticipato della concessione che scadeva il 31.12.2018 integrando lo scopo "storico" con la previsione di affiancarvi uno Small Scale LNG.
- 2017/01/31 la G.U. pubblica il Decreto Legislativo n. 257 che disciplina il recepimento della Direttiva comunitaria prevedendo che le concessioni rilasciate nell'ambito delle autorizzazioni per gli impianti e le infrastrutture energetiche strategiche (come LNG) siano "almeno decennali".
- 2017/03/16 NDC facendo riferimento alla predetta normativa avanza istanza, integrando la precedente, con la richiesta di concessione decennale.
- 2017/04/13 con Prot. 3076 PEC l'AP dispone che gli aspetti concessori dell'istanza presentata da NDC siano subordinati ai sensi del D. Lgs. 257 all'autorizzazione che dovrà essere rilasciata in conferenza dei servizi convocata dal MISE.
- 2017/10/11- 11 progetto viene presentato in prima istanza al MISE dove riceve parere preliminare favorevole dai funzionari della (Divisione V - Mercati e infrastrutture di trasporto ed approvvigionamento del gas naturale)
- 2017/12/6 NDC, nelle more della procedura avviata presso il Ministero competente, presenta, mediante Mod.02 richiesta di rinnovo della licenza 64/2015 per un periodo di 48 mesi.
- 2018/02/21 è costituita L.L.T. Spa Livorno LNG terminal Spa tra Costiero Gas (Eni/Liquigas) e NVI (Neri Vulcangas).
- 2018/03/8 Parere favorevole sovrintendenza archeologica delle arti e del paesaggio di Pisa e Livorno in merito all'impatto paesaggistico.
- 2018/08/2 Riunione presso MATTM per definizione iter autorizzativo ed applicabilità procedura VIA ai fini del rilascio Autorizzazione Unica da parte del MISE.
- 2018/10/23 LLT completa la selezione delle società di ingegneria da invitare alla gara inerente all'ingegneria di dettaglio e la costruzione del Deposito.
- 2018/10/22 Chart Ferox completa l'ingegneria Basic/FEED per approntare il Rapporto di Sicurezza ai fini Seveso III e per richiedere le offerte alle società invitate alla gara per la costruzione.
- 2018/11/9 l'Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno Settentrionale comunica, con Prot. 0020725 PEC che potrà dare corso alla richiesta di rinnovo per 48 mesi unicamente come deposito del lattice non conoscendo lo stato dell'iter ministeriale.
- 2019/05/13 con Prot. 0015735 PEC l'Autorità comunica che con provvedimento n. 38/2019 è stata rinnovata la concessione scaduta il 31.12.2018 per 48 mesi e quindi fino al 31.12.2022.

TDI RETE-GNL

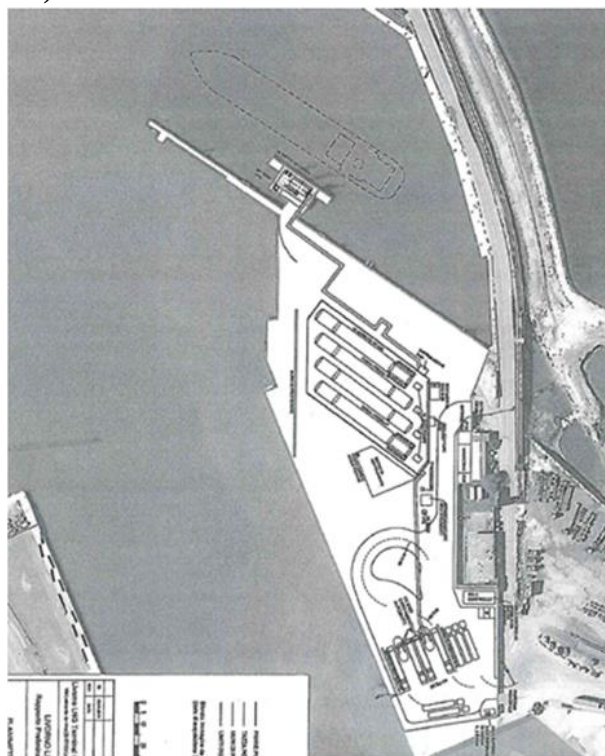
Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

- 2019/06/13 il CTR Toscana nomina il gruppo di lavoro incaricato di istruire la pratica per il rilascio del Nulla Osta di Fattibilità per la costruzione del Deposito ed a seguire parere favorevole al progetto antincendio.

Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

La documentazione attualmente esistente non è di dominio pubblico.

- 2018/12/20 LLT assegna ad Eidos il contratto per lo studio degli aspetti inerenti la sicurezza per gli obblighi di cui alla normativa Seveso III
- 2019/04/16 Consegnato Rapporto di Sicurezza preliminare per richiesta nulla osta di fattibilità deposito ai fini Seveso III presso CTR Toscana.
- 2019/04/16 Consegnato Progetto Antincendio, incluso nel Rapporto di Sicurezza preliminare, per Valutazione progetto ai fini DPR 151/2011 al Comando Regionale dei VVF Toscana (e a seguire ai VVF Livorno).



Piani di formazione del personale.

Alcune attività dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (ad esempio il progetto Interreg GNL-Facile a valere sul II Avviso, attualmente in corso) prevedono anche l'addestramento di personale di banchina.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

Informazione non disponibile.

4.3. Business Case Porto di Cagliari

Zona di interesse: Sardegna.

Autore: Unica- CIIREM

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Porto/Business case: Porto di Cagliari, Progetto ISGAS Terminal GNL nel Porto Canale di Cagliari

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL



Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Porto Canale di Cagliari



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkering più idoneo.

Le infrastrutture del Terminal GNL proposto nel Porto Canale di Cagliari sono state concepite per creare un efficiente “Bunkering Point” (Ship to Ship STS, Truck to Ship TTS, o Pipe to Ship PTS) nel Mediterraneo. Tenuto conto che non esiste un’unica modalità di bunkering in grado di soddisfare tutte le esigenze degli stakeholders portuali, il progetto del terminal del Porto Canale di Cagliari è stato concepito per poter essere in grado di poter fornire tutti e tre le tipologie di servizio di bunkering sopra richiamate. Occorre però sottolineare come i servizi più efficienti e maggiormente richiesti saranno quelli che adotteranno il trasferimento del GNL via:

- TTS: sistema ritenuto più adatto per rifornire le navi con serbatoi piccoli (ad esempio, rimorchiatori) e come soluzione temporanea per garantire il bunkering in assenza dell’infrastruttura dedicata (ad esempio, rifornimento traghetti).
- PTS: sistema ritenuto più adatto a soddisfare le esigenze di rifornimento di serbatoi di grandi dimensioni attraverso partnership con operatori di navi bunkering navale

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

Al fine di garantire condizioni adeguate al transito e alla manovra delle navi gasiere all'interno del Porto Canale di Cagliari è stata condotta una verifica degli spazi e delle profondità disponibili all'interno del porto stesso, sia lungo la rotta di accesso che nell'area di evoluzione. Sono stati esaminati i seguenti elementi:

- Caratteristiche dei fondali, con espresso riferimento alla profondità degli stessi;
- Rotte di accesso e canali di manovra, con espresso riferimento alle dimensioni dei canali lungo le rotte di accesso ed uscita;
- Aree di evoluzione: ampiezza, con espresso riferimento alla dimensione del cerchio di evoluzione;
- Scenari di transito delle navi (Passing Ship), in riferimento al passaggio delle navi davanti alla banchina ove sono posizionate le navi metaniere
- Scenario ipotetico ed improbabile di rischio (Flash Fire), dovuto al rilascio di LNG a seguito di rottura del braccio di carico della nave metaniera attraccata nella banchina in progetto.

Le navi di riferimento per le quali sono stati effettuati i relativi calcoli hanno un pescaggio che varia a seconda delle condizioni di carico da 3,3 m a 3,6 m. Le metaniere presentano pescaggi massimi inferiori ad 8,6 m, nelle condizioni più sfavorevoli di pieno carico e considerando anche le condizioni più sfavorevoli di marea. Il Canale di accesso del porto presenta profondità superiori a 16 m.

Vista la differenza tra la profondità del canale di accesso (>16 m) ed il pescaggio delle navi a pieno carico ed in condizioni di marea, non si evidenziano problematiche di pescaggio lungo il canale di accesso (anche in condizioni locali di agitazione ondosa interna).

La larghezza minima necessaria al transito delle navi gasiere lungo il canale di accesso, secondo le Linee Guida SIGTTO⁵, deve essere circa 5 volte la larghezza della nave in transito.

La nave più larga delle navi di riferimento è la Coral Energy che presenta una capacità pari a 15.600 m³ ed una larghezza di circa 25 m. La larghezza minima necessaria al transito risulta dunque pari a 125 m. Il canale di accesso al porto presenta dimensioni di circa 300 m e quindi compatibili con la larghezza minima sopra esposta. Per quanto concerne l'area di evoluzione, la verifica degli spazi necessari a consentire la manovrabilità delle navi gasiere all'interno del porto è stata condotta con riferimento alle Linee Guida SIGTTO, che definiscono che il diametro minimo del cerchio di evoluzione deve essere pari a circa 2-3 volte la larghezza della nave. La verifica risulta positiva in quanto:

- La larghezza massima della nave di progetto risulta pari a 22,7 m;
- Il diametro minimo del cerchio di evoluzione risulta pari a circa 70 m (maggiore di 3 volte la larghezza massima delle navi di progetto), mentre il diametro dell'area di evoluzione del porto canale supera i 500 m, valore pertanto compatibile con le caratteristiche del porto.

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

Il volume complessivo dei 18 serbatoi è pari a 22.068 m³. Il terminale è stato progettato e dimensionato in considerazione dei seguenti aspetti:

- attracco di navi metaniere fino ad una capacità massima di 15,000 m³ (7500 m³ per il primo lotto funzionale);

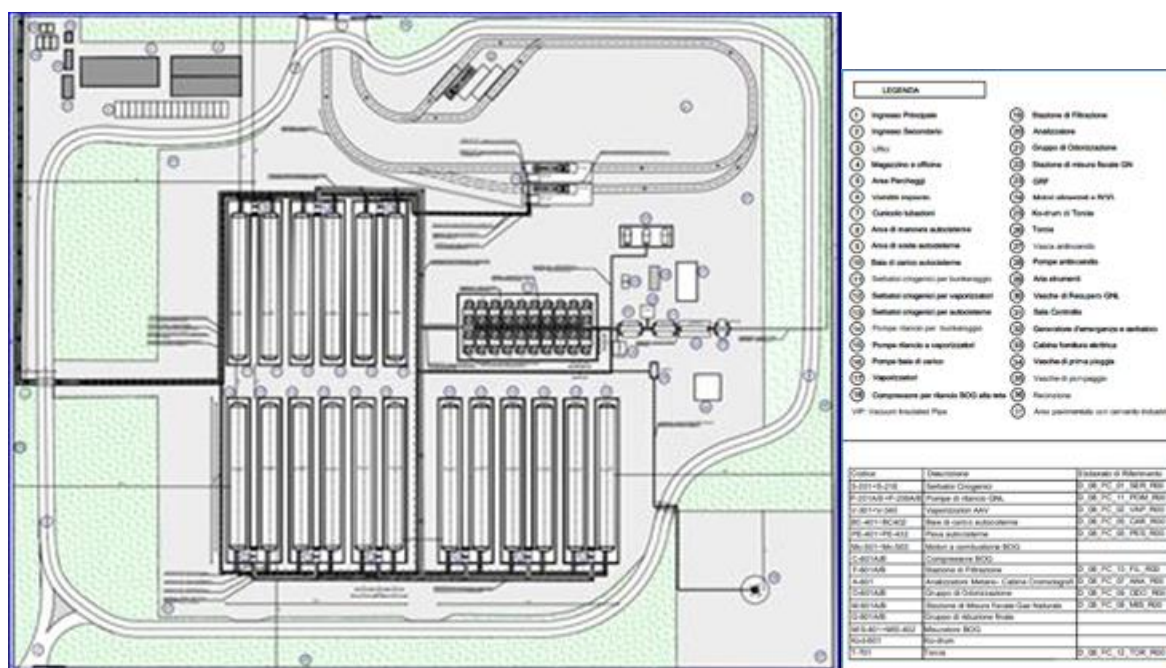
⁵ Society of International Gas Tanker and Terminal Operators.

- capacità utile di stoccaggio nei serbatoi fissi pari a circa 22,000 m³ di GNL (1226 m³ per serbatoio, 18 serbatoi totali);
- approvvigionamento minimo stimato pari a 360,000 m³/anno di GNL (2 carichi mensili da 15,000 m³);
- GNL trasferito via autobotti/bettoline pari a 120,000 m³/anno;
- GNL rigassificato e inviato a rete pari a 240,000 m³/anno;
- capacità di rigassificazione di 832 milioni di m³/anno.

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

Il carico del GNL alle navi è reso possibile dal funzionamento di due pompe di rilancio collegate ai serbatoi. Le pompe di rilancio GNL attingono dai serbatoi tramite tubazioni da 6" per rilanciarlo alla pressione adeguata nel collettore principale da 6" posto in uscita dai serbatoi e durante la marcia normale. Le pompe inviano il GNL alla banchina e attraverso il braccio di carico, utilizzando la stessa linea di scarico delle navi ma in verso opposto, eseguono il rifornimento. Le pompe saranno installate in adiacenza ai serbatoi e saranno accoppiate con funzionamento alternato. Le stesse con configurazione adeguata permettono il ricircolo del GNL fino alla banchina per il raffreddamento delle tubazioni di scarico.

Schema dei componenti dell'impianto ISGAS



Le pompe sono dimensionate in configurazione alternata sulla massima capacità di rifornimento delle imbarcazioni dell'ordine di 250 m³/h ad una pressione massima di 5 bar.

Il carico delle navi potrà essere eseguito utilizzando il collettore da 12" presente in banchina che si riduce a 10" nel braccio di carico o, in alternativa, dalla linea GNL da 8"- che si sviluppa dall'impianto alla banchina per poi immettersi nel collettore e nel braccio. Tale linea è predisposta per le operazioni di raffreddamento della condotta principale, oltre ovviamente alla linea del BOG per l'equilibrio delle pressioni.

Il flusso di trasferimento è regolato attraverso due valvole la cui portata di lavoro è impostata dall'operatore in sala controllo a seconda delle caratteristiche della nave in fase di carico e delle condizioni nelle quali avviene il trasferimento. Anche in questa fase è possibile procedere al contemporaneo carico delle autocisterne mentre non sarà possibile procedere al ricircolo e raffreddamento delle linee di trasferimento. La gestione del BOG avverrà secondo il seguente ordine di priorità:

- Il rilancio nella rete di trasporto cittadina/metanodotto
- Alimentazione dei generatori elettrici di impianto
- Mantenimento della pressione massima definita per le navi in fase di ricarica
- Esecuzione di procedure di raffreddamento e/o variazione di pressione di lavoro.

Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell'impianto (serbatoi, stazione di bunkeraggio, movimentazione delle valvole ecc.).

Non sono presenti informazioni sul progetto riguardo a queste parti.

Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Il progetto del Terminal è stato concepito per minimizzare la possibilità di fuoriuscita accidentale o perdite di GNL. Il sistema di raccolta delle possibili fuoriuscite di GNL è progettato per raccogliere e contenere eventuali sversamenti intorno e al di sotto dei serbatoi, di valvole, tubazioni e apparecchiature. Essendo il GNL un fluido criogenico, tale peculiarità fa sì che in caso di perdite anche di una certa rilevanza, esso vaporizzi istantaneamente formando prevalentemente nubi di gas infiammabile o getti. Eventuali pozze di GNL formatesi a fronte dei rilasci sarebbero quindi di dimensioni molto limitate. Le aree del terminal saranno pavimentate e realizzate in maniera tale da permettere il deflusso di liquidi (es. acqua piovana) verso canaline che scaricheranno in una vasca di raccolta.

Nel deposito non si prevede siano normalmente presenti fonti di rischio mobili. L'eventuale accesso di mezzi mobili quali ad esempio mezzi di sollevamento per l'effettuazione di operazioni di manutenzione sarà governato e controllato dal personale di impianto. Per evitare danni per la caduta di oggetti o da collisione che potrebbero comportare perdite di GNL verranno presi opportuni accorgimenti per la manutenzione e l'installazione delle apparecchiature e delle linee. I lavori attorno alle apparecchiature saranno soggetti a valutazione del rischio, ma in generale non saranno consentite operazioni di sollevamento con mezzi mobili nei pressi delle apparecchiature. L'accesso al terminale sarà permesso esclusivamente alle persone autorizzate. Il confine del deposito sarà delimitato da una recinzione di idonee caratteristiche di altezza e robustezza, e sarà monitorato attraverso strumenti di security quali telecamere a circuito chiuso etc., come previsto dalle normative vigenti. Presso il terminale sarà presente un servizio di guardia h24 7 giorni su 7. L'area della Banchina è all'interno di un'area portuale non pubblica ovvero interdetta ai non autorizzati. Tutte le operazioni di carico, scarico etc. saranno opportunamente presidiate da personale addetto.

Nei periodi in cui non saranno effettuate operazioni di carico-scarico di navi o bettoline, i bracci di carico "a riposo" e completamente svuotati, saranno delimitati da recinzione con muro di robusta realizzazione e rete metallica. Tale accorgimento garantirà la protezione da urti accidentali e qualsiasi atto di sabotaggio.

Prima della fase di realizzazione sarà predisposto il piano di security, che sarà condiviso con gli Enti interessati. Il terminale di GNL sarà protetto da rete idrica antincendio o rete idranti opportunamente

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

dimensionata e realizzata in accordo alle norme e standard di riferimento (UNI 10779, UNI 12845 etc.). Il Terminale di GNL disporrà di un impianto antincendio costituito da una rete idrica sviluppata ad anelli e costantemente mantenuta in pressione e in circolazione da pompe dedicate. Dalla rete si staccheranno idranti a colonna sopra suolo con bocche UNI 70.

Gli idranti saranno dislocati ad una distanza reciproca in media pari a circa 45 m e saranno ubicati perimetralmente lungo le singole installazioni. Le strade interne che costeggiano le varie installazioni del deposito costituiscono le principali “vie di fuga”. I percorsi d’esodo saranno opportunamente segnalati in osservanza al D.Lgs. 81/08 e D.M. 10 marzo 1998.

A livello tecnico-procedurale saranno definite modalità di interscambio e comunicazione con il personale delle aree adiacente alle installazioni del terminale, con particolare riferimento alle attività svolte nelle aree limitrofe, quali ad esempio l’area banchina gestita dalla società Grendi, le aree adiacenti alla banchina interessate da Corpi dello Stato (es. Guardia di Finanza) etc.

Saranno definite modalità univoche di comunicazione ed allertamento sia per l’effettuazione di fasi quali lo scarico delle navi metaniere, sia a fronte di eventuali ipotetici scenari incidentali che dovessero verificarsi durante tali fasi operative (ad esempio scenario di rilascio da braccio di carico durante scarico metaniera).

In particolare, il monitoraggio delle condizioni meteo (velocità e direzione del vento), il presidio costante delle fasi operative da parte di personale specializzato, l’installazione di dispositivi atti a segnalare eventuali ed improvvise condizioni di emergenza, consentirà un immediato allertamento. Inoltre, le operazioni di scarico delle navi metaniere sarà effettuato, nei limiti del caso, prevalentemente in orario notturno quando è ridotta l’operatività delle adiacenti installazioni.

Piani di formazione del personale.

Sarà prevista idonea informazione, formazione e addestramento relativo alla sicurezza e alla prevenzione degli incidenti per tutto il personale dipendente, nonché di un programma di informazione per i dipendenti delle imprese esterne che opereranno nel Terminale e per i visitatori. Il personale che opererà nel terminale sarà opportunamente formato ed addestrato per svolgere in piena sicurezza le proprie mansioni.

Sia il personale direttivo che le maestranze saranno periodicamente impegnate in corsi di formazione. Il personale direttivo sarà sottoposto a formazione per lo sviluppo delle capacità manageriali sia per gli aspetti tecnici gestionali che di sicurezza e di preservazione dell’ambiente. Le maestranze addette agli impianti ed alla manutenzione parteciperanno ad attività di formazione sia all’atto dell’assunzione che durante lo svolgimento delle attività assegnate, partecipando a corsi di formazione ed addestramento teorico-pratici come previsto dalla normativa vigente, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i e D.Lgs. 105/15. I corsi avranno lo scopo di approfondire gli aspetti operativi, le conoscenze normative e le basi teoriche di più frequente applicazione nell’attività operativa, con particolare attenzione agli aspetti di Prevenzione Sicurezza ed Igiene Ambientale, gestione dei grandi rischi e situazioni di emergenza.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

L’impianto sarà dotato di un sistema di controllo distribuito (DCS) che permetterà, attraverso la stazione operatore, il monitoraggio ed il controllo completo del processo, la registrazione dati, la gestione degli allarmi, l’interfacciamento con il sistema di emergenza (ESD) e con i sistemi package aventi un proprio sistema di controllo (PLC), la gestione e l’elaborazione dei dati attraverso l’attuazione delle logiche funzionali quali calcoli, algoritmi e sequenze operative. Il sistema DCS sarà costituito da:

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

- strumenti dedicati alle funzioni di comando controllo e supervisione dell'impianto (stazioni e/o terminali operatore, etc.);
- strumenti dedicati all'acquisizione, elaborazione e smistamento dei dati (interfacce seriali dedicate, apparecchiature di sincronizzazione, interfacce di rete, etc.);
- armadi periferici equipaggiati con i controllori programmabili, dotati di apparati I/O per il collegamento con il campo, adibiti alla gestione delle logiche di processo.

La postazione operatore sarà collocata nella sala controllo principale, la quale sarà dotata di stazione operatore del sistema DCS da cui sarà possibile avere il controllo completo del processo, eseguire la registrazione dei dati, gestire gli allarmi, l'interfaccia con il sistema ESD ed i package forniti di dedicato sistema PLC.

Una seconda postazione sarà locata nei pressi della banchina al fine di monitorare le operazioni, come ad esempio quelle sui bracci di carico, che verranno eseguite nei pressi dei bracci stressi. Seppure le operazioni di ingresso ed ormeggio nel porto canale delle navi metaniere saranno definite e regolamentate da apposite ordinanze che stabiliranno termini e condizioni meteo marine limite, in area banchina sarà posizionata una apposita centralina di monitoraggio della direzione ed intensità del vento in grado di segnalare una eventuale condizione anomala improvvisa (es. forte vento improvviso) e allertare il personale al fine di procedere con la fermata, se necessario, delle operazioni di trasferimento GNL.

4.4. Business Case Porto di Oristano

Zona di interesse: Sardegna

Autore: Unica-CIREM

Porto/Business case: Porto di Oristano, Impianto di Stoccaggio, Rigassificazione e Distribuzione GNL proposto dalla IVI Petrolifera nel Porto di Oristano – Santa Giusta

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Porto Oristano Santa Giusta – dettaglio



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo.

Le motivazioni che hanno spinto la società IVI Petrolifera a realizzare il progetto del Terminale GNL nel porto di Oristano-Santo Giusta è quella di alimentare prioritariamente le reti dei gasdotti interni al territorio regionale della Sardegna in gran parte realizzati ed operativi. L'impianto ha inoltre l'obiettivo di distribuire parte del GNL approvvigionato via mare e via terra alle utenze regionali. Inoltre, l'idea progettuale nasce dalle seguenti ulteriori considerazioni di carattere generale:



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- la realizzazione del progetto aumenterà la capacità di importazione di GNL in Italia, contribuendo alla diversificazione delle fonti energetiche del Paese e favorendo la sicurezza degli approvvigionamenti;
- i terminali di rigassificazione, rispetto ai gasdotti, presentano una maggiore flessibilità di approvvigionamento, la facilità di espansione della loro capacità di rigassificazione e l'ingresso diretto di nuovi operatori nel mercato italiano del gas naturale;
- la realizzazione di un nuovo Terminale GNL consente di diversificare i paesi di provenienza del gas naturale, favorendo la sicurezza degli approvvigionamenti;
- l'incremento dell'uso di gas naturale e la possibilità di distribuire direttamente il GNL mediante bunkering su nave e autobotti, in linea con le future necessità del mercato, favorirà la sostituzione di altri combustibili fossili, contribuendo ad una riduzione delle emissioni in atmosfera e facilitando il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni previsti nel protocollo di Kyoto e nelle direttive europee sul miglioramento della qualità dell'aria e di sostituzione dei combustibili nel trasporto marittimo;
- la realizzazione del progetto comporterà ricadute positive in termini economici e ambientali, a livello locale, connesse all'impiego del GNL nel settore navale e dei trasporti terrestri;
- il progetto infine asseconderebbe la crescente richiesta di GNL nel settore dei trasporti marittimi derivante dalle disposizioni dell'International Maritime Organization (IMO) circa i limiti di contenuto di zolfo nei combustibili marittimi.

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

Il terminale sarà approvvigionato mediante l'arrivo di massimo 220 metaniere annue di capacità compresa tra 4.000 e 5.000m³. I volumi massimi annui stoccati saranno pari a 880.000 m³ di GNL. Il progetto prevede la predisposizione delle aree e dei punti di connessione ai sistemi necessari per il trasferimento del GNL rispettivamente su autocisterne per la distribuzione del prodotto nel territorio interno e bettoline per il rifornimento di navi alimentate a GNL. Per il caricamento delle bettoline sarà prevista la possibilità di inversione del flusso (reverse flow) della linea di scarico GNL. Nel progetto è prevista la distribuzione via mare di circa il 20% del GNL approvvigionato al deposito mentre il restante 80% sarà distribuito via gomma internamente al territorio regionale verso i centri di consumo. Per lo svolgimento delle attività via mare si stimano le seguenti tempistiche:

- Manovra di ingresso al porto e presa di ormeggio: 3 ore;
- Tempo di carico/scarico: 12 ore;
- Disormeggio e manovra di uscita: 3 ore.

Per quanto riguarda la distribuzione via terra tramite autobotti, si prevede l'utilizzo di massimo 100 unità annue. Le attività di carico delle autobotti avranno una durata di circa 1.5 ore. L'impianto sarà operativo per circa 310 giorni l'anno e potrà operare in maniera continuativa per almeno 25 anni. Il progetto si basa su un flusso continuo di GNL in grado di consentire una portata di rigassificazione di 60.000m³/h (equivalente a 100 m³/h di GNL);

- Il carico dell'autobotte può essere effettuato per due autobotti contemporaneamente;
- È previsto ritorno di vapore dall'autobotte al serbatoio GNL;
- Non è previsto ritorno di vapore dai serbatoi di stoccaggio GNL alla nave che trasporta GNL;
- Il rifornimento delle bettoline può essere effettuato contemporaneamente al carico dell'autobotte
- La rigassificazione può essere effettuata in contemporanea alle operazioni di movimentazione GNL di cui sopra.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Nelle tabelle seguenti vengono forniti alcuni valori relativi alle caratteristiche dell'impianto per le operazioni di carico di GNL alle navi e alle autobotti.

Carico Nave	
Capacità LNGC, min/max	4.000-5.000 m ³
Tonnellaggio massimo pontile	50.000 DWT
Dimensioni massime del pontile, lunghezza	170-190 m
Limitazione di pescaggio del pontile	11.5 m
Tempo di scarico	12 ore

Carico Autocarro	
Numero stazioni di carico autocarro	1
Numero banchine di carico autocarro per stazione	2
Frequenza di esportazione LNG mensile	4.000 m ³
Frequenza di carico autocarro per giorno lavorativo	3-4

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

Il rifornimento di LNG viene effettuato da pompe di travaso con una linea dedicata al condotto del liquido comune nella stazione di rifornimento della nave. La tubazione tra il collettore del liquido e la stazione di riempimento della nave è la stessa utilizzata per lo scarico della nave. La portata di riempimento per rifornimento della nave è progettata per 250 m³/h. È presente un tubo flessibile di rifornimento della nave (liquido). La procedura di rifornimento è un'operazione condotta dall'equipaggio in cui sono richiesti operatori sulla nave e sul lato del terminal.

Il rifornimento alla bettolina viene effettuato tramite un tubo flessibile di rifornimento della nave per una durata complessiva di scarico di circa 2 ore, senza includere la durata di ormeggio, ancoraggio e disormeggio. Il riempimento del serbatoio viene effettuato dal collettore di liquido alla mandata della pompa. Il riempimento di GNL e la pressione del serbatoio della nave trasporto, vengono regolata da opportune valvole. La pressione aumenta per correggere il flusso di carico durante l'avviamento e si abbassa a zero al termine della sequenza di riempimento automatico. I tubi sono flessibili e sono dotati di attacco rapido e raccordi di distacco manuale che consentono un funzionamento sicuro e affidabile tra il terminale e la bettolina. I tubi e i raccordi devono essere opportunamente conservati in appositi armadi dopo lo scarico di GNL. Il terminale è inoltre dotato di collegamento ESD pneumatico. Il rifornimento di GNL viene effettuato azionando le 3 pompe di travaso dedicate che pompano GNL, attraverso una linea dedicata, alla stazione di rifornimento della bettolina. La tubazione tra il collettore del liquido e la stazione di rifornimento è la stessa utilizzata per lo scarico delle metaniere, La stazione di carico della bettolina è dotata di:

- Bracci di carico per il trasferimento del GNL;
- Raccordo del flessibile con attacco rapido e raccordi di distacco manuale;
- Valvola a doppio blocco e sfiato per l'isolamento manuale;
- Valvola On/Off automatica;
- Valvola di regolazione per aumentare il flusso;
- Sensore di misura della temperatura, adeguatamente installato in banchina per rilevare grandi perdite di GNL;
- Flussometro e totalizzatore per la misura fiscale;
- Trasmettitori di temperatura e pressione;

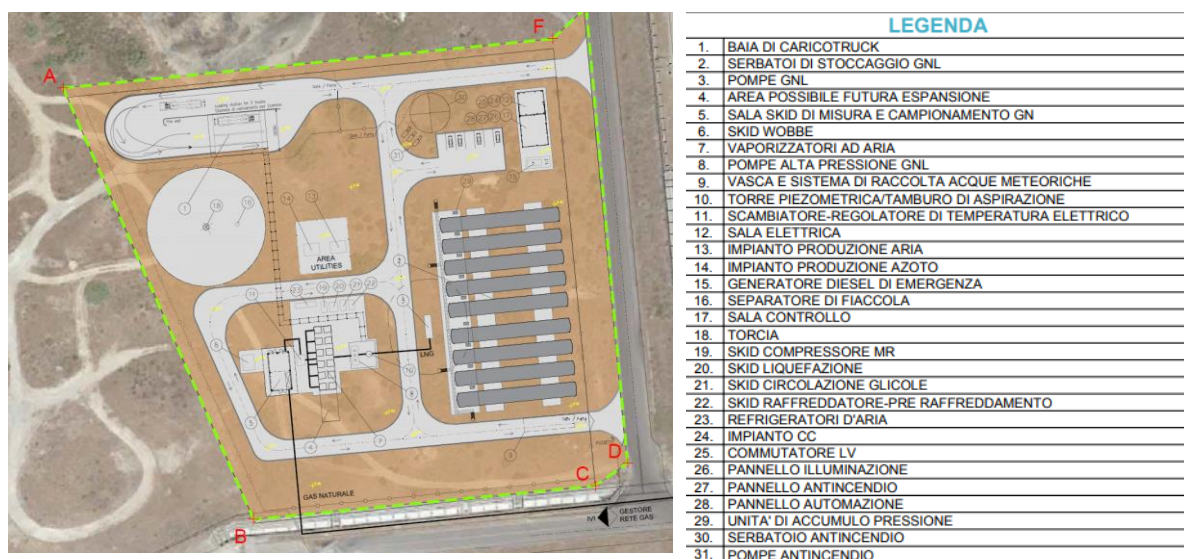
TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

- Valvola di spurgo azoto;
- Rilevatori di incendi e gas;
- Pulsante di arresto ed emergenza;
- Luci di segnalazione.

In caso di emergenza e qualora la bettolina avesse necessità di rimuovere il proprio carico, tale operazione sarà effettuata mediante l'uso di azoto. La bettolina può quindi collegare il tubo per l'azoto disponibile sulla banchina per forzare il GNL verso i serbatoi a terra.

Schema dei componenti dell'impianto IVI Petrolifera



Schema del molo di attracco carico/scarico



Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell'impianto (serbatoi, stazione di bunkeraggio, movimentazione delle valvole ecc.).

Nel progetto non vengono riportate queste informazioni.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Nel progetto è prevista l'attuazione di una Politica di Prevenzione degli Incidenti Rilevanti, PPIR, e l'organizzazione di un Sistema di Gestione della Sicurezza proporzionato ai pericoli, alle attività industriali e alla complessità dell'organizzazione nello stabilimento e basato sulla valutazione dei rischi. Il sistema integrerà la parte del sistema di gestione generale che comprende struttura organizzativa, responsabilità, prassi, procedure, procedimenti e risorse per la determinazione e l'attuazione della politica di prevenzione degli incidenti rilevanti. Il Sistema di Gestione della Sicurezza tratterà i seguenti aspetti:

- organizzazione e personale: ruoli e responsabilità del personale addetto alla gestione dei pericoli di incidente rilevante a ogni livello dell'organizzazione, unitamente alle misure adottate per sensibilizzare sulla necessità di un continuo miglioramento. Identificazione delle necessità in materia di formazione del personale e relativa attuazione; coinvolgimento dei dipendenti e del personale di imprese subappaltatrici che lavoreranno nello stabilimento e che dovesse essere rilevanti sotto il profilo della sicurezza;
- identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti: adozione e applicazione di procedure per l'identificazione sistematica dei pericoli rilevanti derivanti dall'attività normale o anomala comprese, se necessario, le attività subappaltate e valutazione della relativa probabilità e gravità;
- controllo operativo: adozione e applicazione di procedure e istruzioni per il funzionamento in condizioni di sicurezza, inclusa la manutenzione dell'impianto, dei processi e delle apparecchiature e per la gestione degli allarmi e le fermate temporanee; tenendo conto delle informazioni disponibili sulle migliori pratiche in materia di monitoraggio e controllo al fine di ridurre il rischio di malfunzionamento del sistema; monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento delle attrezzature installate nello stabilimento e alla corrosione; inventario delle attrezzature dello stabilimento, strategia e metodologia per il monitoraggio e il controllo delle condizioni delle attrezzature; adeguate azioni di follow-up e contromisure necessarie;
- gestione delle modifiche: adozione e applicazione di procedure per la programmazione di modifiche da apportare agli impianti, ai processi o ai depositi o per la progettazione di nuovi impianti, processi o depositi;
- pianificazione di emergenza: adozione e applicazione di procedure per identificare le emergenze prevedibili tramite un'analisi sistematica e per elaborare, sperimentare e riesaminare i piani di emergenza per poter far fronte a tali emergenze, e impartire una formazione ad hoc al personale interessato. Tale formazione riguarderà tutto il personale che lavorerà nello stabilimento, compreso il personale interessato di imprese subappaltatrici; controllo delle prestazioni: adozione e applicazione di procedure per la valutazione costante dell'osservanza degli obiettivi fissati nella PPIR e nel sistema di gestione della sicurezza adottati, nonché di meccanismi per la sorveglianza e l'adozione di azioni correttive in caso di inosservanza. Le procedure comprenderanno il sistema di notifica in caso di incidenti rilevanti o di quasi incidenti, soprattutto se dovuti a carenze delle misure di protezione, la loro analisi e le azioni conseguenti intraprese sulla base dell'esperienza acquisita. Le procedure potranno includere indicatori di prestazione, come quelli in materia di sicurezza e altri indicatori pertinenti;
- controllo e revisione: adozione e applicazione di procedure relative alla valutazione periodica e sistematica della PPIR, all'efficacia e all'adeguatezza del sistema di gestione della sicurezza. Revisione documentata, e relativo aggiornamento, dell'efficacia della politica in questione e del

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

sistema di gestione della sicurezza da parte della direzione, compresa la presa in considerazione e l'eventuale integrazione delle modifiche indicate dall'audit e dalla revisione.

Piani di formazione del personale.

Sia il personale direttivo che le maestranze saranno periodicamente impegnati in corsi di formazione. Il personale direttivo sarà sottoposto a formazione per lo sviluppo delle capacità manageriali sia per gli aspetti tecnici gestionali che di sicurezza e di preservazione dell'ambiente. Le maestranze addette agli impianti ed alla manutenzione parteciperanno ad attività di formazione sia all'atto dell'assunzione che durante lo svolgimento delle attività assegnate, partecipando a corsi di formazione ed addestramento teorico-pratici come previsto dalla normativa vigente, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i e D.Lgs. 105/15. I corsi avranno lo scopo di approfondire gli aspetti operativi, le conoscenze normative e le basi teoriche di più frequente applicazione nell'attività operativa, con particolare attenzione agli aspetti di Prevenzione Sicurezza ed Igiene Ambientale, gestione dei grandi rischi e situazioni di emergenza.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

Le attività di monitoraggio specifiche che si prevede di svolgere in relazione alle componenti ambientali sono:

- Atmosfera,
- Rumore,
- Acque Superficiali Marine ed Acque Sotterranee.

In particolare, per ciascuna delle suddette componenti è stato definito uno schema di monitoraggio articolato in:

- finalità del monitoraggio;
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- parametri analitici monitorati e metodologie di campionamento;
- durata e frequenza del monitoraggio.

La scelta e l'ubicazione finale delle stazioni/punti di monitoraggio è stata definita preliminarmente e potrà essere confermata prima dell'avvio delle attività di campionamento. In merito a tale scelta si evidenzia che dal punto di vista metodologico le linee guida ministeriali relative al PMA indicano che per ogni componente ambientale sia identificata un'area di indagine "ovvero una porzione di territorio entro la quale sono attesi impatti significativi sulla componente". Per quanto riguarda le componenti atmosfera e rumore, dal momento che i potenziali impatti sono legati alla presenza di recettori antropici/industriali, piuttosto che definire un'area di indagine sul territorio si è scelto di identificare dei punti di indagine costituiti dagli stessi recettori e che costituiscono i bersagli dei potenziali impatti su tali componenti. Relativamente alle acque marine, l'area di potenziale influenza è stata definita tenendo conto della rotta dei mezzi navali in transito e all'accosto esistente di IVI Petroliera. Con riferimento alle acque sotterranee, in considerazione dell'indicazione di ARPAS riportata in introduzione non è stata definita un'area di indagine e sono state selezionate le posizioni dei piezometri sui lati dell'area di impianto. Inoltre, si segnala che il crono-programma completo delle attività di monitoraggio verrà elaborato nelle successive fasi di sviluppo dell'iniziativa e comunque inviato con congruo anticipo ad ARPAS, al fine di poter consentire lo svolgimento di tutte le attività di controllo necessarie.

4.5. Business Case Porto di Genova

Zona di interesse: Liguria

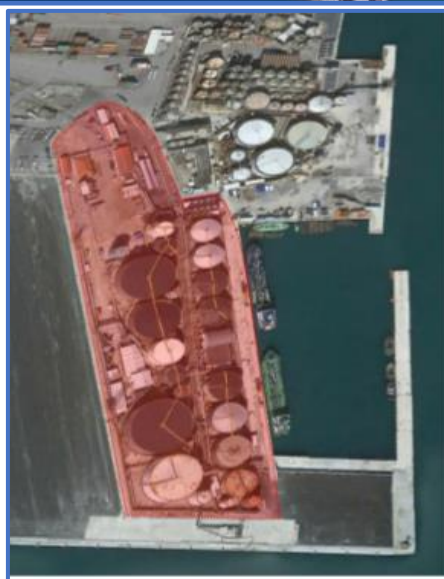
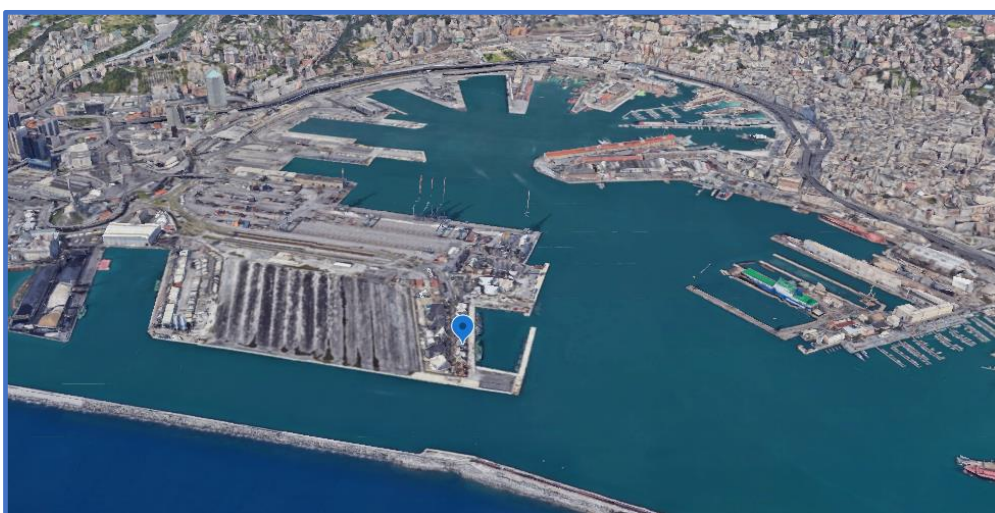
TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

Autore: UNIGE-CIELI

Porto/Business case: Genova – Sampierdarena port basin – Calata Oli Mineralquay.

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Sampierdarena port basin-Calata Oli Mineralquay



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkering più idoneo.

Una delle ipotesi localizzative proposte dal documento “Engineering studies, final version - Technical report” (2016), con focus sul porto di Genova a cura del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nell’ambito del progetto GAINN4CORE, prevede la realizzazione di un deposito di GNL nelle aree già adibite ai servizi di bunkering del porto di Sampierdarena, in particolare nel sito di Calata Oli Minerali. Le soluzioni tecnologiche per il bunkering che risultano essere più idonee alla configurazione del sito sono: TTS (Truck-To-Ship) e PTS (Port-To-Ship). La tecnologia Truck-to-Ship prevede la realizzazione dell’operazione di bunkering mediante l’impiego di uno o più camion autocisterne che, tramite un sistema di tubature flessibili e un sistema di pompaggio a cui collegarsi, riforniscono l’unità navale col GNL presente nelle loro cisterne. La tecnologia Port-To-Ship prevede

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

invece la costruzione di un sistema di condotte fisse che collegano direttamente l'unità navale accostata alla banchina con il deposito presente su quest'ultima

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

L'ipotesi preliminare in analisi prevede la realizzazione di un deposito GNL a terra composto da quattro serbatoi di stoccaggio per una capacità complessiva pari a 20.000 m³ a cui si aggiunge un'ulteriore facility di stoccaggio da 100 m³.

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

L'ipotesi di Calata Oli Minerali prevede l'utilizzo delle soluzioni tecnologiche TTS o PTS per la realizzazione del bunkering. Non sono presenti ulteriori informazioni sul progetto in merito alla definizione delle operazioni di bunkeraggio.

Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell'impianto (serbatoi, stazione di bunkeraggio, movimentazione delle valvole ecc.).

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito alla determinazione delle autorizzazioni dei componenti dell'impianto.

Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito alla determinazione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Piani di formazione del personale.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito ai piani di formazione.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito al monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

4.6. Business Case Porto di Vado

Zona di interesse: Liguria

Autore: UNIGE-CIELI

Porto/Business case: Savona-Vado ligure – Deposito in testata piattaforma.



Interreg

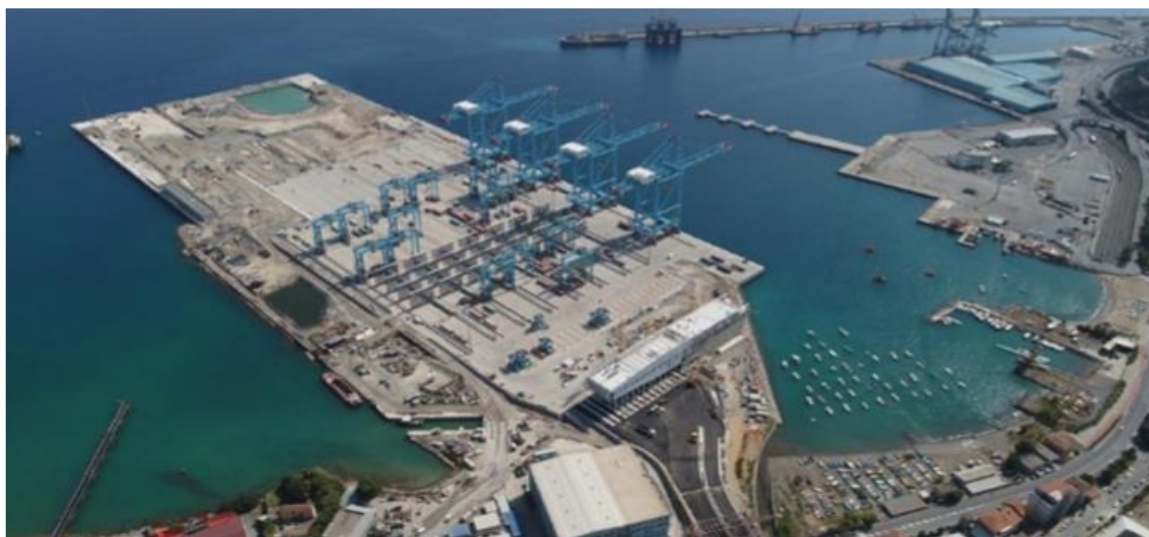
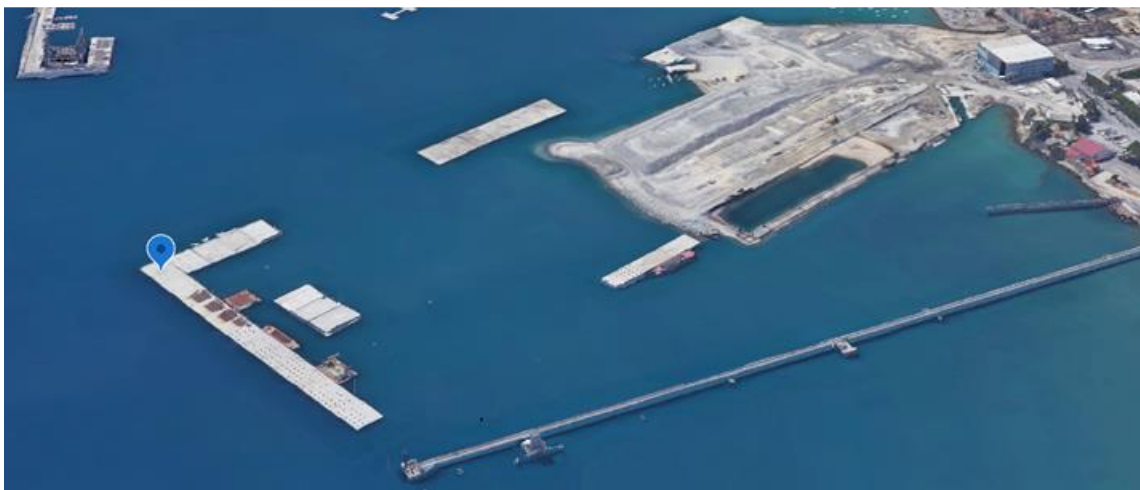


MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE **GNL**

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Vado Ligure



TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo.

Le ipotesi preliminari presentate nel report “Deposito Small Scale LNG – Ipotesi preliminari” (2018) a cura di A.Vienna, con focus sul porto di Vado Ligure (SV) e proposto da Eni Spa, Gruppo Autogas, Fratelli Cosulich Spa e Ottavio Novella Spa, ossia l’ipotesi Vado Ligure – Deposito sul molo sud modificato, Vado Ligure – Caso con Espansione della banchina principale e, in particolare, l’ipotesi specificamente analizzata Vado Ligure – Deposito in testata piattaforma, prevedono il bunkeraggio di GNL attraverso l’utilizzo del deposito analizzato. La soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo risulta essere quindi la Port-to-Ship o Terminal-to-Ship o Pipeline-to-Ship. La configurazione Port-to-Ship rappresenta la soluzione tecnologica in cui da una stazione di rifornimento a terra, localizzata su una banchina o un pontile dedicato, si riforniscono le navi attraverso pipelines, ovvero tubazioni rigide finalizzate a velocizzare il trasferimento del carburante che terminano, nella parte finale, in tubazioni flessibili per consentire il collegamento con differenti navi, riuscendo ad offrire un ampio grado di adattabilità e flessibilità della facility di rifornimento.

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

L’ipotesi preliminare analizzata, relativa alla realizzazione di un deposito GNL a terra, in particolare in testata piattaforma, prevede la presenza di due serbatoi da 200 m³ e dieci serbatoi da 1.000 m³ a cui si aggiungono due pontoni caratterizzati da una capacità di 5.000 m³.

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

L’ipotesi di Vado Ligure prevede l’utilizzo della soluzione tecnologica-produttiva Port-to-Ship (PTS) per la realizzazione del bunkering di GNL, in particolare attraverso la facility oggetto del presente report. Il report fornisce informazioni circa gli equipment del deposito sia in termini di distanze e lunghezze. In termini di distanze il report fornisce i seguenti dati:

- bracci di carico – manifold serbatoi 1.000 m³: 90 m;
- bracci di carico – manifold serbatoi 200 m³: 90 m;
- bracci di carico – manifold pontoni: 50/120 m;
- bracci di carico nave – pensilina: 110 m;
- manifold serbatoi 200 m³ – pensilina: 60 m.

In termini di lunghezze delle linee il report fornisce i seguenti dati:

- bracci di carico - serbatoi 1.000 m³: 120/160 m (min/max);
- bracci di carico – serbatoi 200 m³: 100 m;
- bracci di carico – pontoni: 50/120 m;
- serbatoi 1.000 m³ –serbatoi 200 m³: 120/170 m;
- serbatoi 200 m³ – pensilina : 60 m.

Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell’impianto (serbatoi, stazione di bunkeraggio, movimentazione delle valvole ecc.).

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito alla determinazione delle autorizzazioni dei componenti dell’impianto.

Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito alla determinazione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma”

Piani di formazione del personale.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito ai piani di formazione.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

Non sono presenti informazioni sul progetto in merito al monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

4.7. Business Case Porti della Corsica

La Società SeeUp ha realizzato per il partner P4 OTC uno studio ad hoc sulle buone pratiche relative al bunkering e allo stoccaggio di GNL con particolare riferimento ai porti della Corsica, che viene integralmente riportato nell'ANNEX II. Lo studio è stato consegnato dal partner OTC entro il mese di luglio 2020, secondo le tempistiche decise nel V CdP del 06.02.2020 di Tolone.

Introduzione

Lo studio realizzato dal Partner OTC è composto da 6 capitoli (1. Introduzione; 2. Obiettivi dello studio; 3. Regolamenti e procedure amministrative per il bunkering e lo stoccaggio del GNL; 4. Best practices relative al bunkering di GNL; 5. Best practices relative allo stoccaggio di GNL; 6. Procedure amministrative e operative per la realizzazione del demo-day) relativi all'approvvigionamento, lo stoccaggio e il bunkeraggio di GNL nei porti della Corsica.

Obiettivi dello studio

Il presente studio oltre alla descrizione delle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL, illustra il quadro normativo vigente, i principali metodi di bunkering, lo svolgimento passo per passo di un'operazione di bunkering, le tecnologie dei serbatoi per lo stoccaggio e la loro gestione. Infine, viene approfondita una dimostrazione di bunkering "demo-day" in Corsica.

Regolamenti e procedure amministrative per il bunkering e lo stoccaggio del GNL

Il quadro normativo francese in materia di GNL regola da una parte le installazioni e gli equipment per lo stoccaggio di GNL e dall'altra le operazioni di bunkering.

Le facility di stoccaggio e distribuzione del GNL possono rientrare:

- nel codice ambientale e nella legislazione ICPE per le strutture classificate per la protezione dell'ambiente: in ragione dei rischi che ne derivano, seguono un diverso regime amministrativo. Ad esempio, la realizzazione di una stazione terrestre fissa di GNL con una capacità di stoccaggio superiore a 50t con classificazione Seveso "Seuil Bas" e quella di una stazione terrestre fissa di capacità superiore a 200t con classificazione Seveso "Seuil Haut" saranno oggetto di diverse procedure di esame;
- nel codice ambientale e nella legislazione IOTA per le installazioni, opere, lavori e attività: secondo la legge Loi Sur L'Eau.

Le operazioni di rifornimento di GNL nei porti sono regolate dalle normative in materia di trasporto e movimentazione delle merci pericolose nei porti, ovvero:

- RPM (Regolamento Portuale Marittimo): a livello nazionale, derivante dal codice dei trasporti, secondo cui le operazioni di rifornimento sono autorizzate via nave, chiatte e auto-cisterna, salvo particolari disposizioni dei regolamenti locali;
- RLMD (Regolamento Locale per il trasporto e la movimentazione delle Merci Pericolose): tale regolamento definisce le aree e le condizioni per la realizzazione delle operazioni di bunkering;

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"

- Eventuali vincoli di sicurezza a livello locale.

La regolamentazione del trasporto di GNL non riguarda direttamente i progetti d'installazione di stoccaggio e distribuzione di GNL; tuttavia nel caso di assenza di una facility di liquefazione il trasporto interviene a monte e a valle. Ogni modalità di trasporto segue una diversa regolamentazione:

- Trasporto marittimo: le metaniere sono regolate dal codice IGC e le navi alimentate a GNL dal codice IGF creati dall'Organizzazione Marittima Internazionale;
- Trasporto stradale: le auto-cisterne seguono per la sosta e la circolazione l'accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose via terra (ADR) e il TMD;
- Trasporto ferroviario: segue il regolamento RID.

Si riporta qui di seguito una tabella di sintesi relativo al quadro normativo in materia di installazioni di stoccaggio e bunkering di GNL.

Tabella 9. Quadro normativo per tipo di attività

Attività	Caratteristiche	Quadro normativo associato
Stazionamento di auto-cisterne GNL o iso-container GNL	Area di stazionamento senza stoccaggio fisso di GNL	ADR; TMD; RPM; RLMD
Presenza di serbatoi GNL a bordo di navi/chiatte	Trasporto GNL	Codice IGC
	Propulsione GNL	Codice IGF
Trasporto terrestre di serbatoi GNL	Camion, treni	ADR; TMD
Stoccaggio di GNL in stazione fissa	-	ICPE 4718
Caricamento/scaricamento	Da una metaniera o auto-cisterna	1414-2b o 2c
	Da/verso un deposito di stoccaggio fisso (terminal GNL)	ICPE 1414-2°
	Tra un treno e un camion	ICPE 1414-4
	Altri casi fuori regolamento ICPE	RPM; polizia portuale; RLMD
Riempimento	Riempimento d'iso-container GNL	ICPE 1414-1
	Di una nave alimentate a GNL	1414-3
Elettificazione della nave alla banchina	Gruppi elettrogeni alimentati a gas naturale	ICPE 2910-A

Best practices relative al bunkering di GNL

Soluzioni per il bunkering di GNL

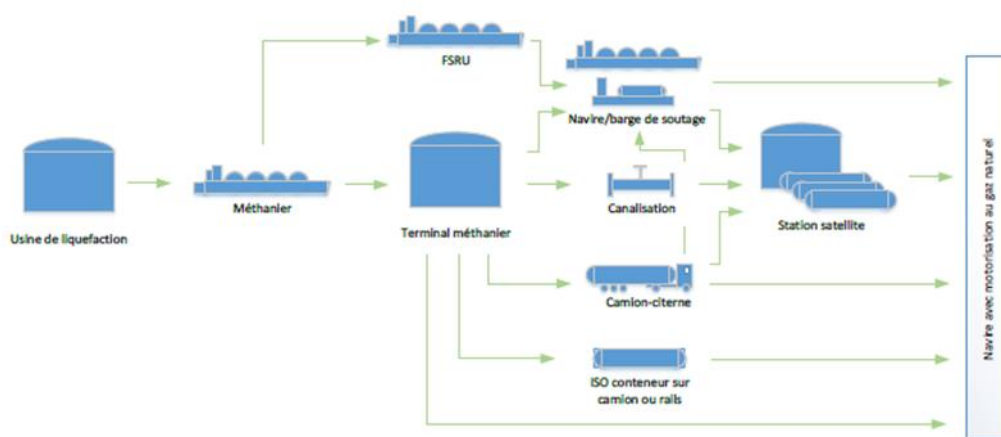
Le principali soluzioni tecnologico-produttive per il bunkering di GNL sono: il Truck-to-Ship; il Ship-to-Ship; il terminal metaniero; la stazione terrestre; l'ISO container; altre soluzioni (presentate nello schema sotto riportato nella

Figura 19).

- Truck-to-Ship: rifornimento attraverso un'auto-cisterna. Es.: -terminal Fos Cavaou stazione di caricamento di auto-cisterne di Elengy.
- Ship-to-Ship: rifornimento attraverso una nave bunker caricata precedentemente da un terminal metaniero o più raramente da auto-cisterne. Es.: -1ªbettolina Seages; -bettolina Engie Zeebrugge; -bettolina fluviale LNG London.
- Terminal metaniero: trasferimento del GNL direttamente dal terminal alla nave. Es.: -terminal metaniero di Pori, Finlandia.

- Stazione terrestre: rifornimento da una stazione terrestre, rifornita a sua volta da un terminal metaniero attraverso canalizzazione, da auto-cisterne o metaniere. Es.: -stazione di rifornimento di Klaipeda, Lituania; -stazione di rifornimento nel porto di Nieler, Cologne.
- ISO container: ISO container precedentemente riempito di GNL da un terminal GNL trasportato attraverso camion o ferrovia su una nave alimentata a GNL. Es. -progetto nel terminal GNL di Swinoujscie in Polonia; -futuro ferry della compagnia Brittany Ferries rifornito tramite ISO container nel terminal di Dunkerque.
- Altre soluzioni: Multi Truck-to-Ship (rifornimento da più auto-cisterne); bunkering da una nave che trasporta ISO container; Shore-to-Ship (la società Liquiline ha sviluppato una soluzione di bunkering a partire da installazioni terrestri “plug & play”, pronte all’uso).

Figura 19. Schema dei differenti metodi di bunkering di una nave



Procedura operativa di bunkering

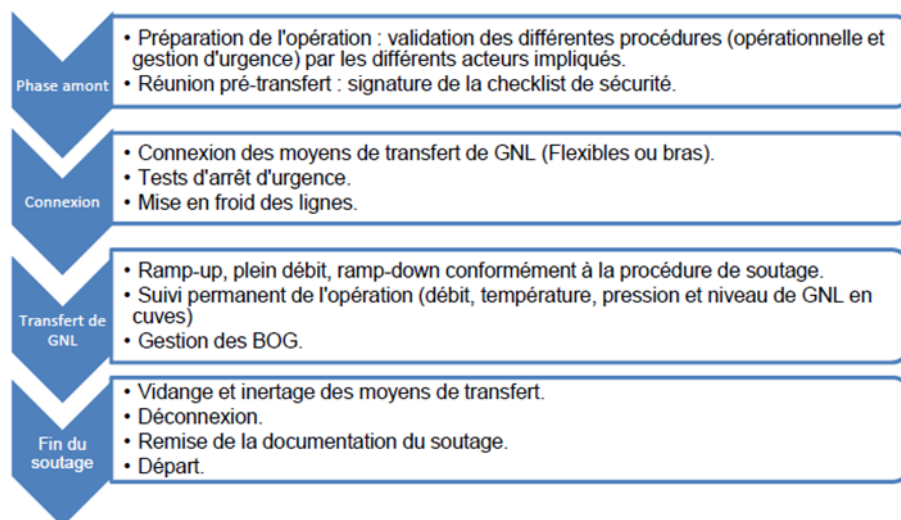
Al fine di convalidare la fattibilità di un'operazione di bunkering, una valutazione dei potenziali rischi deve essere effettuata da un team qualificato in ragione della norma ISO 20519 attraverso un'analisi preliminare dei rischi, un'analisi dettagliata dei rischi, un'analisi dei rischi di operazioni simultanee (SIMOPs). La norma ISO 18683 raccomanda inoltre di definire una zona di sicurezza attorno alle installazioni di bunkering finalizzata a delimitare un'area in cui solo gli operatori esperti sono autorizzati ad entrare. Una persona in carica (PIC) deve essere designata per supervisionare l'operazione di bunkering e controllare la zona di sicurezza.

Importante è la definizione e la condivisione dei ruoli e delle responsabilità dei differenti attori coinvolti nelle operazioni di bunkering. La formazione è inoltre uno dei principali prerequisiti per la realizzazione del bunkering di GNL; è essenziale che il personale coinvolto sia qualificato e abbia le capacità e le conoscenze necessarie al fine di eseguire l'operazione in condizioni di sicurezza ottimali. I ruoli, le responsabilità e il percorso di formazione cambiano a seconda degli stakeholders (persone direttamente implicate nel progetto di bunkering, persone che autorizzano o supervisionano l'operazione, persone non direttamente implicate che si trovano nella zona di bunkering quali personale portuale, passeggeri, visitatori).

La

Figura 20 presenta il diagramma dei principali step che compongono la fase operativa di un'operazione di bunkering di GNL quali: fase a monte, connessione, trasferimento, fine del bunkering, spiegati in dettaglio nel report dell'OTC.

Figura 20. Step fase operativa di un'operazione di bunkering



Best practices relative allo stoccaggio di GNL

Raccomandazioni sui siti d'installazione degli stoccaggi di GNL

La localizzazione dei serbatoi per lo stoccaggio di GNL deve soddisfare 3 requisiti principali:

- limitare gli effetti domino tra le differenti installazioni GNL;
- limitare gli impatti sul personale e gli uffici amministrativi;
- limitare gli impatti all'esterno del sito.

Devono inoltre essere realizzate delle stime di pericolo al fine di convalidare la localizzazione scelta.

Tecnologie di stoccaggio

I serbatoi di GNL hanno la funzione di contenere il GNL e isolarlo termicamente ad una temperatura di -160°C al fine di ridurre l'aumento della temperatura, della pressione e l'evaporazione del GNL nei serbatoi stessi.

I serbatoi GNL sulla nave devono rispondere a limitazioni quali durata della vita della nave; progettazione in maniera tale da evitare che una fuga non metta in pericolo la struttura, il personale a bordo e l'ambiente; permettere una naturale ventilazione in modo tale da evitare accumuli di gas; il GNL può essere immagazzinato alla pressione massima della valvola di sicurezza di 10 bar.

Il codice ICF definisce due categorie di serbatoi di GNL:

- serbatoio indipendente: autoportante, non fa parte dello scafo della nave, suddiviso in tre tipi: A, B e C;
- serbatoi integrati: fa parte della nave ed è soggetto alle stesse sollecitazioni della stessa; la maggior parte delle metaniere sono equipaggiate da serbatoi di tipo membrana.

Funzionamento dei serbatoi di stoccaggio del GNL

Il presente sotto-paragrafo presenta le best practices di funzionamento dei serbatoi di stoccaggio terrestri da considerare in ragione delle specificità del GNL e dei rischi associati. È essenziale in ogni momento tenere sotto controllo la pressione del cielo gassoso e il livello di GNL nel serbatoio attraverso tecnologie, strumenti e allarmi (flussi di aspirazione dei compressori BOG utilizzati per gestire le

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



evaporazioni per la pressione; livello allerta alto e molto alto per evitare i rischi di riempimento eccessivo e straripamento di GNL per monitorare il livello di GNL). Nel caso di serbatoi non pressurizzati, deve essere installato un sistema di misurazione a distanza per calcolare la temperatura e la densità del GNL su tutta l'altezza del serbatoio.

Le principali modalità di funzionamento dei serbatoi di stoccaggio sono:

- riempimento del serbatoio: due sistemi: “en pluie” in pioggia che consiste nello spruzzare il GNL nella parte superiore del serbatoio; “en source” alla fonte con l'introduzione di GNL sul fondo del serbatoio; nel caso di serbatoi non pressurizzati è consigliato uno step di preparazione finalizzato ad abbassare la pressione del cielo gassoso.
- prelievo di GNL: il serbatoio viene svuotato attraverso pompe criogeniche, direttamente immerse all'interno del serbatoio o in un barile separato collegato alla fase liquida.
- modalità stand-by: fase di attesa in cui nessuna operazione a livello di serbatoio è realizzata; necessario il monitoraggio della pressione del serbatoio che tenderà ad aumentare, il livello di GNL ad abbassarsi e la densità di GNL ad aumentare significativamente.

La gestione del Boil-off-Gas rappresenta una delle maggiori sfide nel funzionamento dello stoccaggio di GNL; dispositivi di sicurezza come valvole limitatrici di pressione o prese d'aria sono installati al fine di evitare il rischio di eccesso di pressione e il conseguente danno del serbatoio ma una buona gestione delle evaporazioni consente di prevenire l'arrivo di questo fenomeno.

Procedure amministrative e operative per la realizzazione del demo-day

Il capitolo presenta gli step e le procedure amministrative per la realizzazione di un demo-day in Corsica, previsto durante il 2do trimestre 2021, relativo alla dimostrazione di un'operazione di bunkering:

1. Preparazione del progetto: TRACTEBEL raccomanda di contattare i porti partner (Ile Rousse e Bastia) e la società che gestisce la stazione mobile al fine di preparare l'evento demo-day.
2. Identificazione preventiva delle zone disponibili e favorevoli: studio – a piccola scala – territoriale e regolamentare finalizzato ad identificare la disponibilità delle concessioni, i vincoli normativi, i vincoli e i regolamenti portuali, i vincoli urbanistici, i vincoli di sicurezza.
3. Scelta dell'operatore: che realizzerà l'operazione di bunkering durante il demo-day tenendo conto delle competenze tecniche, delle qualificazioni e certificazioni necessarie ai fini di sicurezza.
4. Individuazione dei passaggi necessari: TRACTEBEL raccomanda di contattare le autorità locali al fine di definire le aspettative di ciascuno al più presto considerato il tempo necessario per completare la documentazione e ottenere le autorizzazioni.
5. Documentazione e studi da preparare: preparazione della documentazione amministrativa e normativa necessaria (quali documento di presentazione del progetto, analisi dei rischi connessi alla realizzazione della modellizzazione di fenomeni pericolosi, protocollo di sicurezza, piano d'emergenza).
6. Analisi dei rischi: analisi preliminare e dettagliata al fine di identificare i rischi potenziali della realizzazione delle operazioni del demo-day al fine di validare la zona scelta per il progetto, di definire delle zone di sicurezza e delle misure di prevenzione o protezione per il demo-day.
7. Implementazione di risorse tecniche e procedure operative: fase di preparazione (contattare l'autorità portuale di Livorno e l'operatore della stazione mobile per la documentazione tecnica, seguito dall'operatore del camion o della bettolina a rifornire; realizzare un'analisi dei rischi comuni e una checklist di controllo; formare gli operatori; definire le responsabilità e la

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Linee guida per la realizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma”

logistica per il trasferimento della stazione mobile dal porto di Livorno a Bastia); giorni della dimostrazione (pre-meeting; verifica delle misure di sicurezza precedentemente individuate; controllo visuale della stazione mobile e del camion/bettolina da rifornire; controllo equipment; rifornimento del camion/bettolina; disconnessione del camion/bettolina).

4.8. Business Case Porto di Tolone

Zona di interesse: Région PACA

Autore: Camera di Commercio e Industria del Var

Porto/Business case: Porto di Tolone

Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Porto di Tolone



Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo.

All'inizio, la soluzione più adatta è il rifornimento di carburante per camion per due tipi di utilizzo: rifornimento di un generatore alimentato a GNL per il collegamento di una nave al molo e rifornimento di piccole navi (esempio ferry). Poi, quando la domanda diventa più importante (diversi ferries, navi da crociera), la soluzione prevista è un rifornimento tramite chiatta galleggiante su cui verrebbero sistemati i container di GNL in arrivo in treno dal terminal GNL di Fos sur Mer.

Determinazione delle capacità di stoccaggio.

A Tolone, essendo un porto militare, non possiamo ancora dire se sarà possibile un deposito. Questo è il motivo per cui il porto di Tolone pensa a una soluzione partendo dal terminal di Fos sur Mer che è abbastanza vicino geograficamente da poter evitare un sito di stoccaggio.

Definizione delle operazioni di bunkeraggio.

Il GNL è considerato una merce pericolosa. L'operazione di bunkering deve essere dichiarata alla Capitaneria di Porto (classificazione della merce pericolosa, volume, imballaggio, ecc.). Viene quindi dato un accordo al gestore (CCIV) che istituisce l'operazione sul molo. Il completamento

dell'operazione viene eseguito dal personale della nave e dal personale dell'azienda che vende e consegna il carburante.

Determinazione delle autorizzazioni in merito ai componenti dell'impianto (serbatoi, stazione di bunkeraggio, movimentazione delle valvole ecc.).

- Autorizzazione della Marina francese.
- Dichiarazione / Registrazione / Autorizzazione in base alla quantità di gas presente nell'installazione (ICPE: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement in francese).

Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.

Le procedure qui di seguito sono quelle attualmente in vigore, con un combustibile tradizionale per uso marittimo:

- Accesso vietato sul lato della nave in cui avviene il bunkeraggio
- Segnali codificati (ad es. Luci rosse per le altre navi, luci notturne...)
- Divieto di eseguire lavori nelle vicinanze durante il trasbordo
- Divieto di fumare
- Adattamento del percorso dei veicoli che si imbarcano o sbarcano sul molo durante un rifornimento di carburante via camion
- Obbligo per il conduttore di monitorare il proprio serbatoio durante l'operazione
- Obbligo per il conduttore di aver seguito una formazione, di indossare casco, occhiali, e guanti di sicurezza e di padroneggiare le procedure di emergenza
- Notificazione delle informazioni e istruzioni
- Azioni di sensibilizzazione capitano / personale ogni 6 mesi per aumentare la consapevolezza

Attenzione, queste misure sono spesso difficili da rispettare per i fornitori di servizi che hanno dei vincoli commerciali / di tempo. È necessario un controllo regolare per garantire la sicurezza.

Piani di formazione del personale.

Non ancora definito per il GNL.

Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL.

Non ancora definito.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABS - American Bureau Of Shipping (2014). Bunkering of liquefied Natural Gas fuelled Marin Vessel in North America.
- Arnet, N. M. L. (2014). LNG Bunkering Operations: Establish probabilistic safety distances for LNG bunkering operations(Master's thesis, Institutt for energi-og prosessteknikk).
- Cassar, M. P. (2017). LNG as a marine fuel in Malta: case study: regulatory analysis and potential scenarios for LNG bunkering infrastructure.
- Clean Baltic Sea Shipping – European Project (2013). Bunkering of ships that use liquefied natural gas
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of management studies*, 47(6), 1154-1191.
- DNV GL (2016). LNG fuelled vessels, Ship list – Vessels in operation and vessels on order.
- DNV-GL (2015). Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities.
- DNV-GL (2015). LNG as ship fuel.
- DNV-GL (2017). LNG safety.
- DNV-GL (2018 a). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.
- DNV-GL (2018 b). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.
- DNV-GL Maritime (2018). Alternative Fuels and Technologies for Greener Shipping – Summary of an assessment of selected alternative fuels and technologies.
- EMSA (2018). Guidelines of LNG bunkering system.
- Grea, S. (2000). Dentro la crescita dell'impresa. Le analisi SWOT e PAR (Vol. 81). FrancoAngeli.
- International Maritime Organisation (2014). Third IMO Greenhouse Gas Study. Kunreuther, H. C., Linnerooth, J., Lathrop, J., Atz, H., Macgill, S., Mandl, C., ... &
- Thompson, M. (2012). Risk analysis and decision processes: the siting of liquefied energy gas facilities in four countries. Springer Science & Business Media.
- Kyvik, O., & Gjosaeter, A. S. (2017). Environmentally sustainable innovations in offshore shipping: A comparative case study. *Journal of Innovation Management*, 5(1), 105-131.
- Leigh, D., & Pershing, A. J. (2006). SWOT analysis. *The handbook of human performance technology*, 1089-1108.
- MarTech LNG - Marine Competence, Technology and Knowledge Transfer for LNG (Liquid Natural Gas) in the South Baltic Sea Region, European Project (2014).
- McGuire, G., & White, B. (2016). Liquefied gas handling principles on ships and in terminals, 4th Edition.
- Mokhatab, S., Mak, J. Y., Valappil, J. V., & Wood, D. A. (2013). Handbook of liquefied natural gas. Gulf Professional Publishing.
- Pickton, D. W., & Wright, S. (1998). What's swot in strategic analysis?. *Strategic change*, 7(2), 101-109.

Piercy, N., & Giles, W. (1989). Making SWOT analysis work. *Marketing Intelligence & Planning*, 7(5/6), 5-7.

Stavros N. (2015). Technological Guidance on LNG Bunker Vessels & Barges. ABS - American Bureau Of Shipping.

Sutton, J. (1991). Sunk costs and market structure: Price competition, advertising, and the evolution of concentration. MIT press.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.

Projet TDI RETE-GNL

Technologies et dimensionnement des installations du réseau de distribution
primaire de GNL dans les ports de la zone transfrontalière

**Output T1.1.1 “Lignes directrices pour la mise en œuvre
des options technologiques et des procédures
opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage
du GNL dans les ports de la zone de programme”**



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Sommaire

1. DESCRIPTION PROJET ET OUTPUT T1.1.1	5
2. FICHE DE SYNTHESE DU PRODUIT T1.1.1 (LIGNES DIRECTRICES POUR LA NORMALISATION DES TECHNOLOGIES DE SOUTAGE)	11
2.1. Finalités du produit T1.1.1	11
2.2. GNL: nature, composition et caractéristiques	12
2.3. La supply chain du GNL	13
2.4. Profils réglementaires et juridiques	15
2.5. Composants infrastructurels et pour le ravitaillement en GNL	16
2.5.1. Cadre conceptuel de synthèse	16
2.5.2. Unités d'approvisionnement	17
2.5.3. Installations de traitement, de regazéification et de liquéfaction	17
2.5.4. Station de pompage et pompes cryogéniques	18
2.5.5. Systèmes de piping (tuyauterie)	19
2.5.6. Tuyaux flexibles cryogéniques, bras de charge et joints tournants	19
2.5.7. Systèmes, vannes et composants pour la sécurité	20
2.5.8. Systèmes de gestion de la vapeur	20
2.5.9. Usine d'azote	21
2.5.10. Réservoirs souterrains et systèmes de stockage de GNL	21
2.6. Pertinence du produit T1.1.1	22
3. FICHE DE SYNTHESE DU PRODUIT T1.1.2 "ANALYSE SWOT DES OPTIONS TECHNOLOGIQUES POUR LE SOUTAGE DU GNL DANS LES PORTS"	22
3.1. Finalités du produit T1.1.2	22
3.2. Aspects introductifs sul GNL	23
3.2.1. Nature et composition du GNL	23
3.2.2. La chaîne technologique de production du GNL: aperçu	24
3.3. Analyse SWOT: profils méthodologiques et une revue de la littérature	26
3.3.1. Revue de la littérature	27
3.3.2. Analyse SWOT des technologies de soutage de GNL dans la zone portuaire : cadre conceptuel et méthodologie	28
3.4. Analyse SWOT des configurations technologiques pour le soutage de GNL dans l'environnement marin portuaire	29
3.4.1. Configuration Truck to Ship (TTS)	31
3.4.2. Configuration Ship to Ship (STS)	33
3.4.3. Configuration Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)	35
3.4.4. Configuration Mobile Fuel Tanks	38
3.4.5. Benchmarking et comparaison des configurations alternatives	40
3.5. Application de l'analyse SWOT à des business cases spécifiques	41
4. FICHE DE SYNTHESE DU PRODUIT T1.1.3 "MEILLEURES PRATIQUES CONCERNANT LES PROCEDURES DE SOUTAGE ET DE STOCKAGE DU GNL DANS LES PORTS"	43

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



4.1.	Finalités du produit T1.1.3	43
4.2.	Business Cases de Livourne	46
4.3.	Business Case Port de Cagliari.....	48
4.4.	Business Case Port de Oristano.....	54
4.5.	Business Case Port de Gênes	59
4.6.	Business Case Port de Vado.....	61
4.7.	Business Case Ports de la Corse	64
4.8.	Business Case Port de Toulon.....	69

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Index Figures

Figure 1. Le cluster INTERREG du GNL : partenariat & planning intégré des projets..	6
Figure 2. Adhésion au mémorandum d'accord pour la promotion, la diffusion, la mise en œuvre et l'acceptation sociale d'un réseau de distribution de gaz naturel liquéfié en Ligurie.	7
Figure 3. Configuration typique d'un terminal de réception de GNL.	14
Figure 4. LNG supply chain.	15
Figure 5. Schéma simplifié de ligne pour le soutage de GNL.	16
Figure 6. Système de gestion de la vapeur : schéma logique	21
Figure 7. La chaîne du gaz naturel	25
Figure 8. Matrice SWOT - exemple d'application en entreprise	28
Figure 9. LNG supply chain – bunkering	30
Figure 10. Configurations potentielles de soutage de GNL.	30
Figure 11. Approvisionnement en GNL selon la configuration TTS.	31
Figure 12. Analyse SWOT de la configuration TTS	33
Figure 13. Approvisionnement en GNL selon la configuration STS	33
Figure 14. Analyse SWOT de la configuration STS	35
Figure 15. Approvisionnement en GNL selon la configuration du STP.	36
Figure 16. Analyse SWOT de la configuration PTS	38
Figure 17. ISO-container cryogéniques.	39
Figure 18. Analyse SWOT de la configuration Mobile Fuel Tanks	40
Figure 19. Aperçu des différentes méthodes de soutage d'un navire	66
Figure 20. Étape de la phase d'exploitation d'une opération de soutage	66

Index Tableaux

Tabella 1. Prodotti previsti nell'Attività T1.1	9
Tableau 2. Réglementations GNL	15
Tableau 3. Autres composantes du processus de soutage	19
Tableau 4. Fonctions et spécificités techniques des vannes utilisées dans les systèmes de tuyauterie, ESD et ERS	20
Tableau 5. Analyse Swot options technologiques de soutage du GNL : profils étudiés	23
Tableau 6. Phases de la chaîne de production technologique du GNL-Description	25
Tableau 7. Benchmarking et comparaison des configurations des technologies de soutage du GNL	41
Tabella 8. Tabella sinottica best practices di ogni business case	45
Tableau 9. Cadre réglementaire par type d'activité	65

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme”



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



1. DESCRIPTION PROJET ET OUTPUT T1.1.1

Le projet Interreg Italie-France Maritime 1420 «Technologies et dimensionnement des installations pour le réseau de distribution primaire de GNL dans les ports de la zone transfrontalière» (TDI RETE-GNL) vise à améliorer la durabilité des activités portuaires commerciales, contribuant à la réduction des émissions en soutenant la planification et le développement des infrastructures de ravitaillement et de stockage de GNL dans les ports de la zone du programme. L'objectif poursuivi est en effet d'encourager l'utilisation du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant alternatif pour la navigation, en référence à différents types de navires. Le projet TDI RETE-GNL est un projet appartenant à la catégorie "simple", d'une durée de 30 mois dont le partenariat consiste en:

- ✓ Partenaire principal : Université de Gênes - Centre d'excellence italien sur la logistique, les infrastructures et les transports (UNIGE-CIELI), Chef de projet scientifique Prof.Giovanni Satta,
- ✓ Partenaire 2: Université de Pise, partenaire scientifique responsable Prof.Romani Giglioli,
- ✓ Partenaire 3: Université de Cagliari - Département des sciences économiques et commerciales (UNICA-CIREM), directeur scientifique du partenaire Prof.Paolo Fadda,
- ✓ Partenaire 4: Office des Transports de la Corse (OTC), Responsable du partenaire Dr José Bassu,
- ✓ Partenaire 5: Chambre de Commerce et d'Industrie du Var (CCIV), Responsable de l'associée Dr. Elena Tonon.

Considérant la nécessité de développer une approche systémique et intégrée du problème lié à la disponibilité des services de soutage et de stockage de GNL dans les ports de la zone du programme, le projet a identifié les bases communes à adopter dans l'espace maritime transfrontalier Italie-France qui permettent la création d'un réseau primaire de distribution de GNL basé sur des caractéristiques technologiques homogènes et l'adoption de procédures liées aux opérations de soutage qui soient au moins connues et partagées entre les acteurs de la chaîne d'approvisionnement correspondante dans lesdits ports.

Le système global de fourniture de services d'avitaillement en GNL dans le secteur maritime portuaire et la chaîne d'approvisionnement associée doivent en effet être planifiés (en termes de localisation, de dimensionnement et de sélection des options technologiques à adopter) tant par les décideurs politiques compétents que par les acteurs privés concernés aux activités susmentionnées (par exemple opérateurs de terminaux, compagnies maritimes, etc.), afin de répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs exprimés par la demande de l'armateur et par d'autres utilisateurs et clients potentiels de la chaîne de production technologique. A cet effet, le projet s'est fixé comme objectif d'identifier des solutions opérationnellement innovantes en réponse aux besoins de transport et de connexion logistique entre zones géographiquement proches, qui permettent d'augmenter la durabilité à long terme des activités portuaires maritimes, à travers la diffusion du GNL comme carburant alternatif.

Le projet, à travers le développement de produits techniques et scientifiques spécifiques dédiés (décrits et brièvement examinés ci-dessous), a atteint les résultats cognitifs envisagés dans la définition de la forme du projet. Dans le détail, le projet TDI RETE-GNL a envisagé la création de deux résultats finaux qui consistent en la préparation d'un rapport pour la définition de normes technologiques et de procédures communes pour le soutage de GNL (auquel ce document fait référence), un plan d'action intégré au profit des ports. Pris dans son ensemble, le projet, à travers la collaboration et l'intégration

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

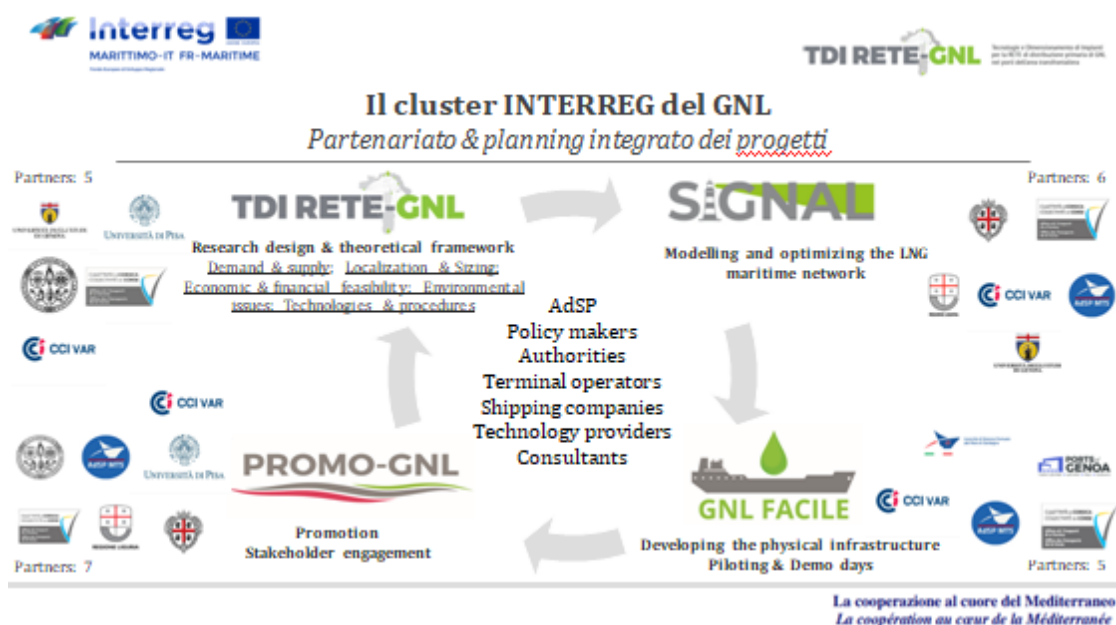
entre les différents partenaires et le dialogue continu avec les parties prenantes concernées, permet de se définir :

- les solutions technologiques standardisées possibles ainsi que les éventuelles procédures et protocoles d'exploitation partagés à appliquer dans le cadre des activités de ravitaillement et de stockage de GNL dans les ports de la zone du programme (composante T1 "Lignes directrices pour la normalisation des options technologiques et des procédures pour le ravitaillement et le stockage de GNL dans les ports de la zone du programme ") ;
- une étude préliminaire pour la réalisation d'un plan d'action commun pour les ports qui considèrent simultanément la localisation possible et le dimensionnement (optimal) des usines / dépôts du réseau de distribution primaire, en vérifiant leurs externalités et leur viabilité financière (Composante T2 "Préparation du Plan d'action intégré conjoint pour la planification et le développement d'usines de soutage de GNL dans les ports de la zone du programme ").

Dans la réalisation des actions et objectifs communs du projet, le partenariat du projet TDI RETE-GNL a toujours poursuivi une approche systémique, prévoyant de multiples actions pour capitaliser et diffuser les résultats tout au long de la vie du projet.

Cela s'est fait par le biais d'activités de coordination technique et scientifique concernant le GNL CLUSTER (projets de la Iie communication Interreg Maritime Italie France :TDI NETWORK-LNG, SIGNAL, PROMO, EASY LNG), mais aussi par la participation à divers événements organisés au sein du Westmed- Blue Economy Initiative-National Hub, soutenu par la Commission européenne (voir en ce sens la participation à l'Euromaritime à Marseille), et l'implication dans d'autres initiatives de collaboration telles que la participation à la table de dialogue avec le MIT et le MISE pour identifier de nouveaux scénarios de coopération sur les questions de GNL.

Figure 1. Le cluster INTERREG du GNL : partenariat & planning intégré des projets..



En outre, le chef de file du projet UNIGE-CIELI s'est joint en tant qu'entité signataire avec la région de la Ligurie, l'Autorité du système portuaire de la mer Ligure occidentale et orientale, l'Autorité portuaire, la ville métropolitaine et la municipalité de Gênes et d'autres institutions au mémorandum d'accord pour

la promotion, la diffusion, la construction et l'acceptation sociale d'un réseau de distribution de gaz naturel liquéfié en Ligurie, à partir du 2 décembre 2019¹.

Figure 2. Adhésion au mémorandum d'accord pour la promotion, la diffusion, la mise en œuvre et l'acceptation sociale d'un réseau de distribution de gaz naturel liquéfié en Ligurie.



Cela dit, ce document est le résultat du projet T1.1.1 "Lignes directrices pour la normalisation des options technologiques et des procédures opérationnelles pour la fourniture et le stockage de GNL dans les ports de la zone de programme", c'est-à-dire la synthèse et l'examen analytique des différents produits techniques développés par le partenariat dans le cadre de l'activité T1.1 mentionnée dans le volet T1. Cette activité visait en particulier à fournir : les principales lignes directrices concernant les procédures de soutage et de stockage du GNL aux groupes cibles et aux parties prenantes du projet ; les outils de gestion pour soutenir les décisions complexes concernant les options possibles pour le choix des technologies de soutage/stockage du GNL dans la zone portuaire maritime (analyse SWOT) ; les procédures opérationnelles possibles et les meilleures pratiques à utiliser sur une base commune italo-française au sein du groupe de ports visés dans la Zone de Cible.

L'utilité et la validité du produit dépendent également de la capacité effective de diffuser et de propager les résultats de la recherche en question, en atteignant de manière ciblée les différents groupes et catégories d'acteurs de nature publique, privée ou mixte qui sont intéressés par les activités en question.

C'est précisément pour cette raison que l'Activité T.1.1, la préparation des produits associés et la formulation du résultat T.1.1 ont été conçus et développés en étroite collaboration entre tous les partenaires du projet qui ont contribué aux résultats finaux et qui étaient chacun responsables du développement d'un réseau technique fonctionnel pour obtenir une large diffusion sur le territoire transfrontalier des résultats techniques et scientifiques partagés et la diffusion maximale des normes technologiques et des meilleures pratiques opérationnelles et de gestion à utiliser dans les installations examinées.

¹ Le mémorandum signé représente un unicum sur le territoire national et vise à introduire le GNL comme carburant alternatif pour des activités portuaires plus respectueuses de l'environnement et à répondre à la demande croissante de GNL côté terre, ainsi qu'à représenter un cadre d'interprétation unitaire pour expliquer ses avantages pour l'environnement et la sécurité. Le mémorandum permet également aux acteurs qui l'ont signé de participer activement à l'identification des lieux où placer d'éventuels systèmes de soutage et de stockage pour la demande côté mer.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



Le résultat est basé sur une série d'études conjointes intégrées les unes aux autres afin d'arriver à un document de synthèse qui présente une structure logique "tabulaire". Cette solution formelle, choisie par le partenariat, est strictement fonctionnelle afin que le document puisse devenir un outil "agile" et "intelligent", mais en même temps techniquement détaillé, pour transmettre les résultats du projet aux différentes catégories de groupes cibles et de parties prenantes qui ont des besoins d'information, des compétences techniques, un savoir-faire et des exigences fonctionnelles très hétérogènes en ce qui concerne le GNL.

La structure formelle choisie est également conforme à la nécessité de mettre à la disposition de ces groupes cibles et parties prenantes une série d'outils analytiques pour soutenir les processus décisionnels qui sont suffisamment rationalisés et efficaces pour garantir leur nature conviviale et leur utilisation efficace. Ce profil est particulièrement pertinent si l'on considère que ces outils doivent également permettre aux décideurs politiques de les aider à prendre des décisions sur les questions de GNL dans le contexte maritime-portuaire. Bien entendu, outre ces résultats de projet, il reste la possibilité pour toutes les catégories de groupes cibles et de parties prenantes de consulter et d'examiner les produits techniques individuels du projet qui faisaient partie de l'activité T1.1. et qui sont donc des documents finaux à l'appui du résultat T1.1.1. La documentation correspondante est en fait disponible dans la section consacrée au TDI RETE-GNL de la plate-forme web fournie par le programme INTERREG ITA-FRA Marittimo 1420 (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).

Il convient également de noter que, compte tenu de la nature des principaux partenaires du projet et du rôle du projet par rapport au groupe GNL, les activités, les produits techniques et les résultats finaux de TDI RETE- GNL ont également une valeur et une pertinence académiques et scientifiques, ce qui est important en ce qui concerne l'impartialité des résultats et les objectifs de recherche. En fait, une grande partie des conclusions ont été validées sur le plan technique et scientifique grâce au partage et au retour d'informations obtenus dans d'importants forums universitaires et scientifiques tels que la conférence de l'Association internationale des économistes maritimes (AIEM) de 2019 à Athènes, la conférence de l'AIEM de 2020 à Hong Kong et la participation à des événements tels que la semaine maritime de Gênes en 2019, la conférence sur le GNL en 2019 et la semaine maritime de Naples en 2020.

Toujours en référence à la nature partagée et participative du projet, il est nécessaire de souligner que le projet est basé sur l'implication de groupes cibles identifiés, conformément au formulaire de projet, en 3 catégories de base, à savoir :

- ✓ Organismes de droit public : le projet a impliqué les gestionnaires de ports et d'autres autorités locales compétentes dans la définition de normes technologiques et procédurales pour le stockage et le réapprovisionnement du GNL. La participation active au projet d'organismes de droit public de différentes zones géographiques incluses dans la zone du Programme renforce la valeur transfrontalière du projet et devient essentielle pour garantir des opportunités concrètes de diffusion de résultats techniques et scientifiques partagés sur le territoire.
- ✓ Organismes publics : le projet a prévu une stratégie visant à construire un réseau de relations existantes entre les partenaires scientifiques et technologiques inclus dans l'initiative et une multiplicité d'organismes publics régionaux et territoriaux intéressés par la zone du programme et par le développement de solutions dans les ports de Gênes, Savone, La Spezia, Cagliari, Toulon et Bastia. La participation active au projet des organismes publics a représenté une source d'information importante en raison de leur connaissance des territoires impliqués dans le projet et des questions liées au GNL, tant du point de vue de la demande de transport et des systèmes actuels d'approvisionnement en infrastructures de transport liés au projet, que de leur rôle potentiel dans la promotion et la diffusion du GNL dans les ports.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- ✓ Organismes privés : le projet a vu la participation significative d'acteurs privés tels que des opérateurs de terminaux, des armateurs, des fournisseurs de services portuaires opérant dans les zones portuaires du programme ainsi que de multiples consultants et experts externes possédant une vaste expertise du GNL afin de garantir la pleine conformité des profils scientifiques et théoriques par rapport aux besoins fonctionnels et techniques réels constatés empiriquement dans la zone étudiée. La participation active de ce groupe cible a représenté une source d'information et de savoir-faire technique incontestable en raison des connaissances que ces opérateurs possèdent en matière de définition des normes technologiques à adopter dans les différents contextes, d'un point de vue économique et organisationnel-opérationnel. Ce groupe cible, ainsi que les deux groupes décrits ci-dessus, a donc contribué à l'identification des protocoles opérationnels et des sites de stockage et de distribution de GNL les plus appropriés en relation avec les ports examinés.

Plus précisément, le Composante T1 "Normes technologiques et procédures d'exploitation pour les installations de ravitaillement et de stockage de GNL dans les ports" vise à atteindre "l'objectif spécifique 1" du projet, qui consiste à identifier les solutions technologiques à appliquer pour le ravitaillement et le stockage de GNL dans les ports de la zone du programme, qui sont basées sur des normes et des procédures communes.

Dans le cadre de la Composante T1 est prévue l'activité T1.1 "Analyse de l'état de l'art concernant les options technologiques et les composants utilisés dans les systèmes d'alimentation et de soutage du GNL et définition des normes technologiques et des procédures communes".

Cette activité technique a conduit à l'examen des principales questions critiques et des avantages liés aux configurations de soutage de GNL dans l'environnement portuaire (caruck-to-Ship; Ship-to-Ship; Port-to Ship; Mobile Fuel Tanks) en raison de l'état actuel de la technique dans l'industrie. En outre, l'activité s'est concrétisée par l'analyse technique et d'ingénierie des différents composants de l'usine liés à chaque solution technologique et par le développement d'un patrimoine commun et partagé de connaissances sur les options technologiques. D'un point de vue opérationnel, les activités de recherche ont également permis de définir des lignes directrices spécifiques pour la normalisation des technologies et des procédures opérationnelles pour le soutage et le stockage du GNL dans la zone du programme, non seulement en ce qui concerne les exigences "techniques" spécifiques qui sont évidemment soumises à des systèmes de certification officiels au niveau national et supranational, mais aussi du point de vue des dimensions de gestion et d'organisation qui se traduisent dans les "opérations" effectivement réalisées et du point de vue du partage des bonnes pratiques et des études de cas qui sont effectivement pertinentes pour les spécificités locales des ports de la zone cible. Le Tableau 1 ci-dessous présente les détails des 3 produits techniques prévus dans le formulaire en relation avec l'activité technique T1.1.

Tableau 1. Produits envisagés dans le cadre de l'activité T1.1

Produit numero	Titre du produit	Description du Produit
Produit T1.1.1	Rapport sur les lignes directrices pour la normalisation des technologies de soutage	Document de synthèse (rapport) pour la diffusion des principales connaissances de base relatives aux différentes composantes d'un système de soutage de GNL dans l'environnement portuaire.
Produit T1.1.2	Analyse Swot des options technologiques pour le soutage du GNL dans les ports	Analyse SWOT sur les différentes options technologiques pour le soutage du GNL dans l'environnement portuaire maritime. Ce document est la condition préalable à la définition des lignes directrices de normalisation pour les technologies GNL.
Produit T1.1.3	Meilleures pratiques relatives aux procédures de soutage et de stockage du	Document de synthèse sur les meilleures pratiques relatives aux procédures de soutage et de stockage pour les installations de GNL

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

	GNL dans l'environnement portuaire	dans les ports. Le document examinera séparément les procédures liées aux différentes options technologiques.
--	------------------------------------	---

Ce document, dans lequel le résultat du projet T1.1.1. est étayé, dans les chapitres suivants, rapporte de manière analytique mais synthétique les principaux résultats relatifs aux différents produits techniques mentionnés, en utilisant, comme déjà indiqué, la structure logique et la forme de la "fiche récapitulative".

Avant de procéder à l'analyse détaillée, il convient de noter que chacun des produits techniques ci-dessus (T1.1.1, T1.1.2, T1.1. 3), dans leur version complète et étendue, ont été présentés lors de l'atelier du plan d'action commun et intégré pour le GNL intitulé "Présentation des résultats de la Composante T1 et diffusion des lignes directrices pour la normalisation des solutions technologiques et des procédures opérationnelles pour le stockage/la fourniture de GNL aux groupes cibles", qui a impliqué tous les partenaires du projet, leurs consultants externes respectifs et les représentants des parties prenantes et des groupes cibles de manière proactive et fructueuse. L'événement s'est déroulé le 24 janvier 2020 à Bastia et a bénéficié, entre autres, de la participation active et collaborative de Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Orientale, Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Occidentale, Autorità di Sistema Portuale del Mar di Sardegna, Autorità di Sistema Portuale del Mar di Sardegna, Capitaneria di Porto-A Autorità di Portuale della Spezia, Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno Settentrionale, ainsi que les experts et consultants externes officiellement impliqués dans l'activité du projet T1 en tant que prestataires de services de conseil externes au profit des partenaires du projet UNIGE-CIELI, CCIV et OTC, à savoir AMP Solutions Srl, Tractebel, Gazocean, Elengy et SeeUp.

Il convient également de noter que l'événement en question a également été suivi par plusieurs parties prenantes concernées telles que des représentants de Conférence GNL, Assocostieri, Assogasliquidi/Federchimica, REF-E, National HubWestMed Blue Economy Initiative. Tous ces acteurs ont contribué, par des indications précises, des ajouts, des suggestions et des réflexions communes, à fournir un retour d'information précis sur les produits examinés afin d'assurer la mise à niveau et la validation technique des produits en question.

2. FICHE DE SYNTHÈSE DU PRODUIT T1.1.1 (LIGNES DIRECTRICES POUR LA NORMALISATION DES TECHNOLOGIES DE SOUTAGE).

Les activités mentionnées dans le produit T1.1.1 "Lignes directrices pour la normalisation des technologies de soudage" comprennent la préparation, la mise en œuvre et la mise au point des rapports et de la documentation, comme prévu dans le formulaire par :

- CF: UNIGE-CIELI (avec la contribution du consultant externe AMP Solutions Srl)
- P5: CCIV (avec la contribution du consultant externe TRACTEBEL²)

Les documents complets produits sont disponibles sur le portail du programme maritime Interreg1420 (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).



2.1. Finalités du produit T1.1.1

Le produit T1.1.1 "Lignes directrices pour la normalisation des technologies de soudage" est un document de synthèse partagé entre les partenaires du projet visant à diffuser les principales connaissances techniques relatives aux différents composants sous-jacents aux différents systèmes de soudage et de stockage du GNL dans les ports. A ces fins, le rapport produit par le Chef de file et les partenaires du projet TDI RETE-GNL, également avec le soutien des consultants externes concernés, clarifie d'abord les raisons pour lesquelles le GNL doit être considéré comme une solution transitoire possible pour la réduction des émissions atmosphériques et des polluants dans l'environnement maritime et portuaire, et rappelle brièvement les aspects essentiels liés à ce combustible alternatif avec un langage technique mais toujours "accessible" aux différentes catégories d'acteurs pour lesquels le produit est conçu et réalisé. En particulier, le produit T1.1.1. examine la composition et les principales caractéristiques du GNL, la chaîne technologique de production et d'approvisionnement, les profils réglementaires et juridiques essentiels qui régissent son utilisation dans l'environnement marin portuaire, les différents composants d'infrastructure et de superstructure, ainsi que les différents composants et pièces d'installations et de systèmes qui caractérisent les installations de soudage et de stockage de GNL dans l'environnement marin portuaire.

Les sections suivantes fournissent un résumé du contenu du produit examiné fonctionnel à la constitution d'un patrimoine commun de connaissances avec différents niveaux de détail technique en

² Le partenaire P5 CCIV a confié au consortium Elengy, TRACTEBEL, Gazocéan et ENGIE Lab CRIGEN le contrat appelé Lot n°2 : Guides pour la standardisation des technologies de soudage et pour la mise en œuvre des procédures de soudage et de stockage du GNL. Le contrat est divisé comme suit : Exécution du rapport T1.1.1 par TRACTEBEL "Lignes directrices pour la normalisation des technologies de soudage", exécution du rapport T1.1.3 par GAZOCEAN "Bonnes pratiques pour le soudage et le stockage du GNL".

faveur des différents groupes cibles, en se référant à la version complète du produit concerné, pour une analyse plus complète et exhaustive du contenu technique du projet.

2.2. GNL: nature, composition et caractéristiques

Le GNL est un mélange d'hydrocarbures constitué principalement de méthane (variant entre 87 % et 99 % en masse), suivi d'autres hydrocarbures plus nobles, généralement en C₂, C₄, d'azote, de traces de soufre (moins de 4 ppmv) et de CO₂ (50 ppmv).

Le GNL est un liquide cryogénique inodore, incolore et non corrosif à la pression atmosphérique normale. En fait, lorsque le GNL est vaporisé et utilisé comme carburant pour le gaz naturel, il génère de très faibles émissions de particules et des émissions de carbone nettement plus faibles que les autres carburants à base d'hydrocarbures. Les produits de combustion du GNL ne contiennent que des traces d'oxydes de soufre et un faible niveau d'oxydes d'azote, de sorte que le GNL est considéré comme une source d'énergie relativement "propre". Le GNL est un liquide cryogénique qui, lorsqu'il est utilisé comme carburant de substitution, peut aider à surmonter certains des principaux problèmes liés à l'utilisation de produits énergétiques traditionnels caractérisés par un impact environnemental globalement plus important, ce qui détermine des effets positifs non seulement sur la réduction des émissions polluantes et nuisibles pour le climat, mais aussi, notamment dans le secteur des transports, sur le bruit produit par les moteurs. En outre, le GNL à l'état liquide peut être facilement stocké et transporté, même par mer, grâce à des méthaniers spéciaux ; cela permet de diversifier davantage les sources d'approvisionnement, avec des effets positifs sur la sécurité énergétique nationale. Les avantages liés à l'utilisation du GNL sont multiples, tant en ce qui concerne son utilisation pour la production d'électricité pour l'industrie et le secteur résidentiel, en particulier lorsque l'accès à un réseau de distribution n'est pas possible, qu'en ce qui concerne son utilisation dans le secteur des transports, où l'utilisation du GNL comme carburant contribue à faciliter la réalisation des objectifs de réduction de l'impact de la présence de soufre dans les carburants, conformément aux objectifs fixés par la directive européenne 2012/33/UE mise en œuvre en Italie avec le décret législatif n° 112/2014 et la directive 2014/94/UE³.

L'un des principaux avantages du GNL dans l'industrie maritime est qu'il est lié au respect des limites liées à la teneur en soufre des combustibles marins imposées (par exemple, celles imposées dans les régions à émissions contrôlées - zones SECA - par les réglementations convenues dans le cadre de l'Organisation maritime internationale ou, dans la zone méditerranéenne, par la législation environnementale sur les émissions provenant des activités maritimes) ou aux limites de plus en plus restrictives en termes d'émissions de polluants et de substances altérant le climat dans l'atmosphère, telles que les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de carbone (CO₂).

Toutefois, malgré les avantages environnementaux possibles liés à l'utilisation du GNL dans l'environnement marin et portuaire, les connaissances techniques de pointe sur ce combustible exigent de prendre également en considération les éventuels éléments de risque auxquels est en fait consacrée toute une activité de projet (et les produits connexes) constituée de T2.4 à laquelle il convient de se référer pour plus de détails. Il est bien connu, intact, qu'avec le rejet de GNL dans l'environnement, un "effet de nuage" formé par des vapeurs froides peut être créé qui déterminent la condensation de la

³ La directive 2014/94/UE, créée dans le cadre du paquet "Énergie propre pour les transports", élaboré par la Commission européenne, impose aux États membres d'accroître l'utilisation de carburants de substitution dans les transports, y compris, le GNL, afin de poursuivre le double objectif de réduire au minimum la dépendance à l'égard du pétrole et d'atténuer l'impact environnemental dans le secteur, à la fois en termes d'amélioration de la qualité de l'air et de réduction des émissions liées au changement climatique.

vapeur d'eau présente dans l'air, rendant la vapeur de GNL visible à basse température sous forme de brouillard et que l'effet de nuage peut se propager avec la possibilité de déclencher un principe d'incendie, une fois la plage d'inflammabilité atteinte. En outre, une fois regazéifié, le GNL acquiert un haut niveau d'inflammabilité.

Le point d'ébullition du GNL varie en fonction de sa composition, généralement $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$; la densité se situe entre 430 kg/m^3 et 470 kg/m^3 , soit moins de la moitié de la densité de l'eau..

L'examen de la nature et des propriétés du GNL met en évidence les éléments pertinents par rapport à son utilisation pour la propulsion marine (et pas seulement) afin de réduire les impacts environnementaux dans le milieu portuaire maritime, mais souligne également la nécessité d'être conscient des éventuels problèmes techniques d'utilisation, des risques et des complexités de gestion qui découlent de la manipulation de ce combustible (considérer dans ce sens l'importance d'assurer la fiabilité des équipements et des composants des installations cryogéniques).

2.3. La supply chain du GNL

La diffusion concrète du GNL comme combustible de substitution dans l'environnement maritime et portuaire ne peut être négligée, comme en témoignent aujourd'hui de nombreuses études et rapports par la conception et la mise en place dans un certain délai d'une infrastructure étendue et généralisée qui assure la disponibilité des services de soutage de GNL dans les ports d'intérêt ainsi que la fiabilité des approvisionnements et la garantie des normes de qualité du combustible et des services de soutage en question à des prix compatibles avec les modèles commerciaux et les structures de coûts des armateurs et autres opérateurs qui optent pour cette solution technologique.

Le véritable succès de cette stratégie énergétique ne peut donc pas être séparé d'une connaissance approfondie des différentes dimensions techniques, économiques et managériales qui caractérisent la chaîne de production technologique et la chaîne d'approvisionnement correspondante. Cela nécessite des investissements importants dans des éléments d'infrastructure et des actifs à forte intensité de capital qui impliquent à la fois diverses entités publiques ayant un rôle de planificateur et de garant et de nombreux opérateurs privés qui, dans le plein respect des normes de sûreté et de sécurité exigées par ce type de technologie, ne peuvent, par nature, manquer de raisonner en conformité avec les principes d'économie et de viabilité financière de leur entreprise.

La conception, puis la construction et la gestion des installations de soutage et de stockage de GNL au niveau des ports maritimes doivent donc être planifiées à la lumière d'une connaissance approfondie et détaillée des spécificités de la chaîne de production technologique en question et de la chaîne d'approvisionnement correspondante. De ce point de vue, traditionnellement, la filière et la chaîne d'approvisionnement du GNL ne s'articulent que dans les phases ou étapes fondamentales suivantes :

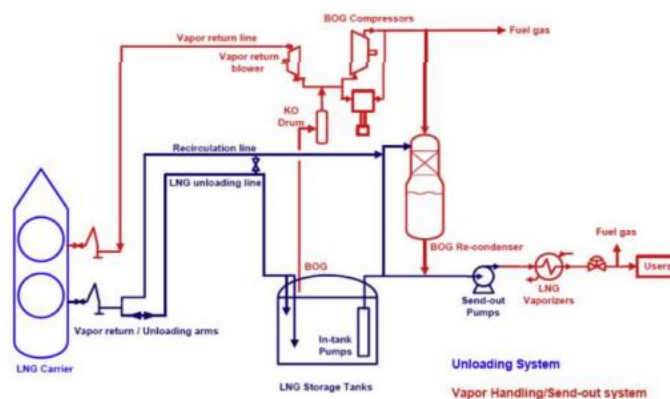
- **Production** : La conception de l'installation et ses exigences dépendent des conditions du site, des conditions du gaz d'alimentation, des compositions et des spécifications du produit.
- **Traitement des gaz d'alimentation** : le gaz naturel à l'arrivée est traité à l'intérieur d'un séparateur qui élimine les liquides et dirige le gaz vers un deuxième séparateur à haute pression (HP).
- **Liquéfaction** : Ensuite, le gaz entre dans l'unité de liquéfaction qui le refroidit et le liquéfie dans un processus de réfrigération. En général, le GNL provenant de l'usine de liquéfaction est comprimé à la pression de stockage de l'azote, qui est le composant le plus léger, est éliminé et retiré ; les vapeurs riches en azote sont comprimées et récupérées sous forme de gaz combustible. L'élimination de l'azote par le procédé de séparation cryogénique est le procédé d'élimination de l'azote par excellence pour la production de GNL.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- **Chargement du GNL** : Selon la demande du client, le GNL peut être chargé sur des camions et/ou des navires méthaniers au moyen de pompes de chargement.
- **Transport du GNL** : Le GNL est transporté jusqu'à la regazéification des installations par des navires spécialisés équipés de réservoirs à double coque isolés et par des camions au cas où les consommateurs se trouveraient à l'intérieur des terres (transport routier avec des équipements mobiles tels que des remorques routières, des conteneurs cryogéniques ISO ou des unités de livraison plus petites).
- **Terminaux de réception du GNL** : le terminal de réception ramène le GNL à l'état gazeux ; le gaz naturel est livré aux utilisateurs au moyen de gazoducs de distribution. Le GNL est déchargé au moyen des pompes du navire vers les bras de déchargement sur la jetée, puis vers le réservoir de stockage par les conduites de déchargement ; il est ensuite pompé à haute pression à travers divers composants où il est chauffé dans un environnement contrôlé ; une fois regazéifié, le gaz naturel est acheminé vers les conduites de distribution vers les différents usages ou les centrales électriques ((Figure 3).

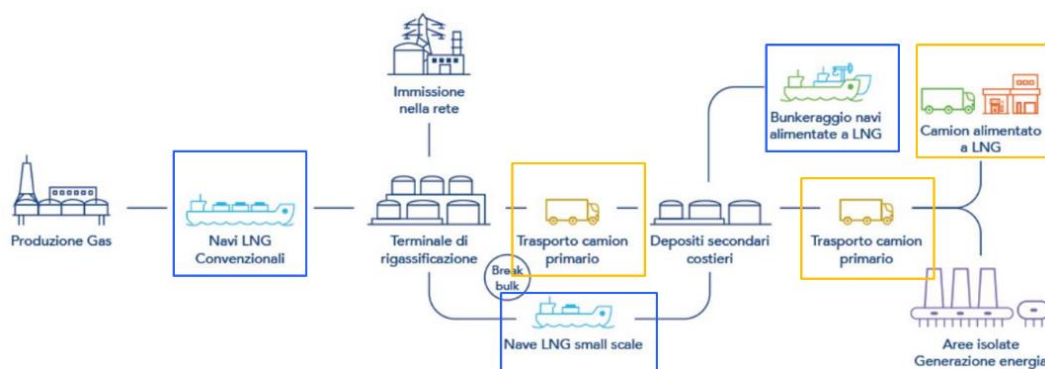
Figure 3. Configuration typique d'un terminal de réception de GNL.



Source: Lemmers, 2009.

En examinant l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en gaz naturel liquéfié (voir Figure 4), il est possible d'identifier les différents types de moyens de transport utilisés tout au long de la chaîne d'approvisionnement, tant du côté maritime que du côté terrestre. En ce qui concerne le transport maritime, le transport de GNL à l'importation/exportation se fait au moyen de méthaniers (navires méthaniers classiques), c'est-à-dire des navires équipés non seulement d'un contenu technologique élevé mais aussi de normes de qualité, de sécurité et de protection de l'environnement parmi les plus élevées au niveau international. À son arrivée à destination, le GNL est déchargé au terminal d'importation afin de pouvoir, d'une part, atteindre l'ensemble du territoire national grâce à son entrée dans le réseau (après la phase de regazéification) et, d'autre part, être transféré vers des dépôts secondaires. À cette fin, le GNL, en plus d'être transporté à l'état liquide au moyen de navires-citernes (transport routier), peut également être transféré via de petits méthaniers, c'est-à-dire des méthaniers ou des navires SSLNG (Small Scale LNG) vers des dépôts côtiers secondaires. Une fois qu'il a atteint sa destination intermédiaire, le GNL peut être utilisé pour le soutage des navires à propulsion GNL ou pour le transport primaire par camion vers, par exemple, des zones isolées pour la production d'électricité.

Figure 4. LNG supply chain.



Source: <https://www.snam.it/en/Natural-gas/green-energy/liquefied-natural-gasxLNGx/>

- **regazéification du GNL:** Le choix optimal d'un système de vaporisation de GNL est déterminé par le site du terminal, les conditions environnementales, les limites réglementaires et les considérations d'opérabilité ; la sélection du système est le résultat d'une analyse économique visant à maximiser la VAN du projet et à répondre aux exigences en matière d'émissions.

2.4. Profils réglementaires et juridiques

L'attention croissante portée aux questions de la propulsion des navires par le GNL et de son soutage dans les zones portuaires dédiées, trouve dans la question de la durabilité environnementale des systèmes de transport un moteur clé du développement.

Au niveau réglementaire et juridique, les institutions internationales les plus importantes ont publié une série de mesures pour traiter les questions liées à la durabilité du transport maritime (Xu et al., 2015). Voici un tableau récapitulatif (Tableau 2) qui rappelle les principales règles régissant le GNL telles que détaillées dans le produit T1.1.1., séparées au niveau international et européen.

Tableau 2. Réglementations GNL

Réglementations internationales	Réglementations européennes
- Convention Oilpol, 1954	- Directive 2005/33 / CE relative à la teneur en soufre des carburants marins.
- Convention de Bruxelles, 1969, "Intervention" e "Civil Liability Convention"	
- Convention di Londra, 1972 "Dumping"	
- Convention Marpol 73/78 pour la prévention de la pollution navale	
- Convention de Barcelone, 1976, sur la protection de la Méditerranée.	
- Convention Droit de la Mer de Montego Bay, 1982	
- Convention des Nations unies pour le développement de Rio de Janeiro.	

Source: Notre. élaboration.

2.5. Composants infrastructurels et pour le ravitaillement en GNL

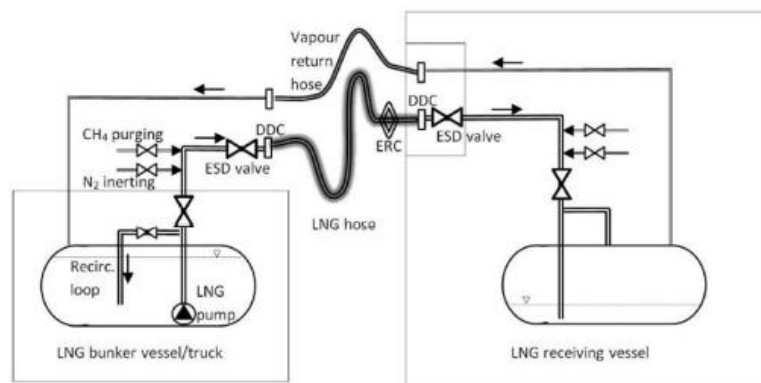
2.5.1. Cadre conceptuel de synthèse

Le produit T1.1.3 poursuit en analysant les différents éléments d'infrastructure et équipements nécessaires à un système de soutage de GNL. En ce qui concerne les principales configurations pour le soutage du GNL dans l'environnement portuaire maritime, il convient de faire une distinction entre les suivantes :

- La configuration Ship to Ship (STS), qui prévoit le transfert de GNL d'une barge d'approvisionnement ou d'un pétrolier à un navire propulsé par du GNL.
- La configuration Truck to Ship (TTS), qui prévoit en revanche le transfert de GNL d'un camion-citerne vers un navire propulsé par le GNL et amarré au quai ou à l'embarcadère au moyen d'une canalisation flexible cryogénique, plus adaptée, en raison des faibles quantités de produit pouvant être transférées, à l'approvisionnement des navires équipés de petits réservoirs (par exemple, les remorqueurs, les bateaux de pêche ou les petits navires).
- Configuration via pipeline ou terminal/Port To Ship (TPS), qui garantit un débit plus élevé car elle implique le transfert de GNL d'un réservoir de stockage fixe à terre à un navire propulsé par le GNL grâce à l'utilisation d'une ligne cryogénique équipée de bras de chargement caractérisés par une extrémité flexible (Pipeline) ou grâce à l'utilisation de tuyauteries provenant du navire amarré (Terre).
- Configuration Mobile Fuel Tanks, qui prévoit l'utilisation de réservoirs mobiles ou de conteneurs ISO cryogéniques comme dépôts mobiles de GNL (ils peuvent être facilement chargés sur des navires, au moyen de grues à conteneurs dédiées, ou sur des camions en mode Ro-Ro).

La ligne de soutage simplifiée comporte deux zones distinctes : l'unité d'approvisionnement à gauche et le navire destinataire à droite ; la pompe à GNL, par le biais du tuyau GNL, permet le transfert du GNL entre les deux unités (Figure 5).

Figure 5. Schéma simplifié de ligne pour le soutage de GNL



Source: DNV, 2015 ("D. 2.3.1. LNG Bunkering. Regulatory Framework and LNG bunker procedures").

En ce qui concerne les composants pertinents du système, en plus des vannes d'arrêt du réservoir principal, la ligne comprend deux vannes d'arrêt d'urgence et un système de couplage à déclenchement d'urgence ou de couplage à rupture sûre ; les brides de raccordement des conduites sont également équipées de raccords à sec pour éviter toute fuite ou mise à l'air libre des conduites ; en outre, selon le type de configuration technique adoptée pour le soutage du GNL, il peut y avoir des conduites de retour

de vapeur (*vapour return hose*). Ces procédures et dispositifs spécifiques sont nécessaires parce que le GNL est un liquide cryogénique qui nécessite des niveaux de sûreté et de sécurité adéquats.

Afin de créer une vue d'ensemble complète du système de soutage du GNL, dans le cadre du produit T1.1.1. tous les composants du système sont décrits d'un point de vue technique et opérationnel, notamment : l'unité d'alimentation ; les installations de traitement, de regazéification et de liquéfaction ; la station de pompage et les pompes cryogéniques ; les tuyaux cryogéniques, les bras de chargement et les joints tournants ; les systèmes, les vannes et les composants de sécurité ; les systèmes de gestion de la vapeur ; l'usine d'azote ; les réservoirs au sol et les systèmes de stockage du GNL. Les éléments en question sont brièvement décrits ci-dessous, en se référant au produit T1.1.1. pour un examen plus détaillé de ceux-ci.

2.5.2. Unités d'approvisionnement

L'unité d'approvisionnement en GNL peut être de différents types : navire ou barge de soutage ; camion, pétrolier ou remorque ; installation fixe ; conteneur mobile ; flotteur de soutage/île artificielle. Pour chaque type du produit T1.1.1, les implications que le choix de l'unité d'approvisionnement en GNL peut déterminer par rapport au choix des autres composants du système ont été examinées, en soulignant également, le cas échéant, les conséquences liées à l'espace portuaire requis par ces types d'unités, les risques et les questions critiques qui peuvent se poser et les investissements qui peuvent être nécessaires.

À cet égard, le produit concerné est examiné en détail :

- Navire ou barge de soutage : option très flexible, adaptée aux grands volumes de GNL ; option nécessitant des coûts d'investissement élevés.
- Camion, camion-citerne ou remorque : option la plus connue et la plus répandue ; convient pour la fourniture de réservoirs de petit volume ; option nécessitant un accès routier ; faible investissement initial ; grande flexibilité.
- Installation fixe : sur terre ; option nécessitant des coûts d'investissement élevés ; option nécessitant un espace portuaire important ; plusieurs normes techniques CEN et ISO requises.
- Conteneur mobile : ou réservoir de carburant mobile ; option choisie en cas d'absence d'infrastructure fixe ; les réservoirs sont placés à l'intérieur d'une structure robuste et sont facilement transportables.
- Flotteur de soutage/île artificielle : île en mer, équipée de réservoirs de stockage et d'équipements de chargement/déchargement de GNL ; temps de construction plus courts par rapport aux installations à terre, ce qui facilite la définition de l'emplacement et des permis de construction.

2.5.3. Installations de traitement, de regazéification et de liquéfaction

La catégorie "installations de traitement/regazéification et de liquéfaction" comprend plusieurs types de composants de systèmes et d'équipements techniques tels que les séparateurs liquide-gaz, les fours de chauffage au gaz, les systèmes de déshydratation et de dégazage, les composants pour le traitement de purification et les installations de liquéfaction.

Les séparateurs liquide-gaz permettent de séparer les vapeurs d'eau du gaz en deux étapes, c'est-à-dire la séparation du brouillard de la phase gazeuse et la séparation de la mousse de la phase liquide. Il existe différents types de séparateurs classés selon leur configuration ou la valeur de la pression de service : les séparateurs horizontaux (alternative moins coûteuse pour les grands volumes de gaz) ; les séparateurs verticaux (de capacité inférieure aux réservoirs horizontaux, plus utilisés sur les plateformes



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



offshore car ils occupent des zones plus étroites) ; les séparateurs à haute pression ; les séparateurs à basse pression.

Les gaz, une fois séparés des liquides, sont chauffés au moyen de fours à flamme indirecte visant à élever la température du gaz afin de le transférer sans risque de formation d'hydrates. Les fours à combustion indirecte sont constitués d'un cylindre à l'intérieur duquel circulent deux serpents : l'un traversé par le gaz à chauffer, l'autre par les fumées produites par la combustion du gaz ; tous deux sont immergés dans de l'eau à la pression atmosphérique et à température contrôlée, maintenue en dessous de 90 °C. La régulation du four est automatique : en fonction de la température qui doit atteindre le gaz, il y a un thermostat qui interrompt le flux de combustible qui arrive au brûleur.

Sous l'effet de la haute pression et de la basse température, dans un mélange d'hydrocarbures à l'état gazeux, la formation de composés hydratés, solides, cause d'un éventuel colmatage, peut se produire, évitée par un processus de déshydratation (par absorption avec du glycol ; par refroidissement au moyen d'un détendeur ; par refroidisseur externe ; par absorption avec des tamis moléculaires).

Le gaz naturel est dégazé avant d'être introduit dans le gazoduc afin de séparer les hydrocarbures supérieurs et de réduire la contamination possible dans le gazoduc et de le rendre transportable en éliminant les hydrocarbures lourds et supérieurs (éthane, propane et butane). Le gaz est également soumis à divers procédés de purification visant à éliminer les composés nocifs présents dans le gaz naturel, notamment : absorption par des alcanolamines ; absorption par du carbonate de potasse ; filtration sur membrane ; récupération du soufre ; élimination des composés par solvant physique ; élimination du sulfure d'hydrogène par des processus oxydatifs. Ces procédés sont connus sous le nom de traitements d'adoucissement du gaz naturel et visent à éliminer les gaz acides, notamment le CO₂, le H₂S et le COS et éventuellement les mercaptans, s'ils sont présents en quantités excessives. Enfin, un traitement très important est représenté par l'élimination du mercure qui, à basse température, atteint la condition de saturation et a des effets nocifs sur les composants en alliages d'aluminium et autres matériaux souvent utilisés dans l'industrie du gaz ; l'unité d'élimination du mercure consiste en un réacteur sur support solide dont la configuration est très similaire à celle d'un filtre à charbon actif (lorsque le mercure passe à travers le filtre, il réagit en formant des composés sulfurés qui permettent sa récupération et sa manipulation en toute sécurité).

Le gaz est ensuite amené à des températures suffisamment basses par les usines de liquéfaction grâce à un système de réfrigération en cascade (caractérisé par un cycle à trois étages de propane, qui permet d'atteindre une température de -40°C à 1,08 bar absolu, suivi d'un cycle à deux étages, qui utilise l'éthane comme réfrigérant ; en étendant cette procédure à un système avec trois fluides s'évaporant en cascade, on obtient la température nécessaire pour liquéfier le gaz naturel, d'environ -162°C) ou les systèmes à fluides frigorigènes mixtes (caractérisés par une plus grande flexibilité et simplicité opérationnelle puisqu'ils utilisent, au lieu d'un composant pur, un mélange de composition variable de plusieurs fluides frigorigènes afin d'adapter la courbe d'évaporation à la tendance du fluide à réfrigérer).

2.5.4. Station de pompage et pompes cryogéniques

La présence d'un système de pompage, constitué d'une pompe cryogénique utilisée pour transférer le GNL de l'unité d'approvisionnement à l'unité de réception, est essentielle pour le soutage du GNL.

La station de pompage n'a pas seulement pour fonction de transférer le GNL, mais joue également un rôle fondamental dans les activités liées à la mesure et au contrôle de la pression, à la gestion du système de retour de vapeur et à la surveillance du gaz d'évaporation. Les pompes utilisées pour transférer le GNL sont centrifuges et sont complètement immergées à l'intérieur du réservoir contenant le liquide cryogénique ; les dernières pompes cryogéniques sont équipées d'un système d'équilibrage pour réduire

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

les poussées axiales, ce qui permet d'augmenter la durée de vie de la pompe sans entretien continu et d'éliminer les problèmes d'alignement du moteur. La pompe cryogénique peut être mono ou multi-étagée et est équipée de roues fermées (contre-disque) qui permettent un écoulement mixte (axial et radial) et d'une conception similaire aux turbines Francis. Les moteurs peuvent avoir 2, 4 ou 6 pôles et sont généralement calibrés avec une fréquence de 50 ou 60 Hz, mais peuvent être équipés de variateurs de fréquence.

2.5.5. *Systèmes de piping (tuyauterie)*

Les systèmes de piping utilisés dans le processus de soutage de GNL sont liés à la cryogénie du liquide. Les solutions techniques et de conception choisies et utilisées pour le développement d'un système de soutage de GNL, en ligne avec les exigences de sécurité nécessaires, doivent en effet éviter une élévation de la température du GNL traversant les canalisations et éviter l'apparition du phénomène du boil-off gas.

Lors de la conception du système de tuyauterie, il est également nécessaire de tenir compte du fait que les tuyaux doivent être pré-refroidis, purifiés et inertés avant que l'opération de soutage proprement dite n'ait lieu. Il est donc nécessaire d'inclure des éléments capables d'absorber les variations thermiques auxquelles le système est soumis lors des procédures de transfert de GNL : en référence, en particulier, à la boucle de détente et de concentration. La conception des gazoducs doit prévoir la possibilité d'évaporation par ébullition du GNL provenant d'éventuelles fuites et leur réchauffement en raison des conditions environnementales ; en outre, la phase de conception doit prévoir le calcul de la fatigue des charges soutenues et de la dilatation thermique, qui influent sur le dimensionnement.

Afin de répondre aux exigences (telles que le matériau, les dimensions, l'isolation, les composants, la soudure, etc.) imposées par les systèmes de soutage de GNL, diverses technologies sont utilisées : conception "pipe-in-pipe" (avec mousse de polyuréthane pré-isolante) ; isolation des tuyaux sous vide ; utilisation d'Invar (un alliage contenant 64% de fer et 36% de nickel, remplaçant l'acier inoxydable austénitique SS304L).

2.5.6. *Tuyaux flexibles cryogéniques, bras de charge et joints tournants*

Dans les différentes configurations de soutage, en plus des systèmes de tuyauterie, de multiples composants supplémentaires sont nécessaires pour assurer le transfert du GNL, qui sont brièvement décrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3. *Autres composantes du processus de soutage*

Autres composantes du processus de soutage	Caractéristiques principales
Tuyaux flexibles cryogéniques	Principalement utilisé dans le soutage STS et dans le transfert de GNL des pétroliers vers les stations satellites; large gamme de solutions technologiques; manutention de tuyaux par grue.
Bras de charge	Alternative aux tubes cryogéniques flexibles; une grande flexibilité des bras est nécessaire pour suivre les mouvements du navire dans les procédures d'avitaillement; utilisé dans les terminaux d'import et d'export, pour le soutage STS ou TTS.
Joints tournants	Bras de chargement équipés d'articulations pivotantes visant à garantir une flexibilité maximale du système lors du ravitaillement; nécessaire pour éviter les fuites dans le système de tuyauterie, réduire la maintenance et assurer des connexions très flexibles.

Source: Notre élaboration.



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



2.5.7. Systèmes, vannes et composants pour la sécurité

Le processus de soutage du GNL implique également la présence de nombreuses vannes et autres systèmes spécifiquement dédiés à la sécurité des opérations de ravitaillement. Au niveau international, il existe une multiplicité de codes et de règlements préparés par des organismes techniques internationaux visant à définir des normes de conception et des normes techniques pour les composants mentionnés ci-dessus. Parmi elles, UNI EN 12567, l'API (American Petroleum Institute) et l'ASME (American Society of Mechanical Engineers) jouent un rôle fondamental. Le maintien de niveaux de sécurité adéquats est assuré par la conformité de tous les matériaux du système lui-même à la norme UNI EN 1160 "Installations et équipements pour le gaz naturel liquéfié - Caractéristiques générales du gaz naturel liquéfié". Cela dit, le rapport analyse les fonctions et les spécifications techniques des vannes utilisées dans les systèmes de tuyauterie, les systèmes ESD et les systèmes ERS, décrits dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4. Fonctions et spécificités techniques des vannes utilisées dans les systèmes de tuyauterie, ESD et ERS

Vannes de sécurité	Fonctions techniques et spécificités
Vannes dans le système de tuyauterie	Utilisé pour ouvrir ou fermer le système pendant le bon déroulement des opérations ou en cas d'urgence, ou pour l'isolement d'un secteur d'infrastructure global. Principaux types de vannes cryogéniques : vannes à soupape, vannes à bille, vannes papillon.
Emergency Shutdown System (ESD)	Système d'arrêt d'urgence visant à éviter les dangereuses augmentations de pression à l'intérieur des tubes de transfert en fermant des vannes spéciales. Le système peut fonctionner automatiquement grâce aux détecteurs de gaz dans la zone de soutage ou peut être actionné manuellement.
Emergency Release System (ERS)	Système de dégagement d'urgence conçu pour prévenir les conséquences d'un mouvement excessif du navire ravitaillé par rapport à l'unité de ravitaillement, qui peut résulter du mouvement des vagues ou du vent fort pendant les opérations de soutage ; particulièrement important dans le cas de l'utilisation de tuyaux.

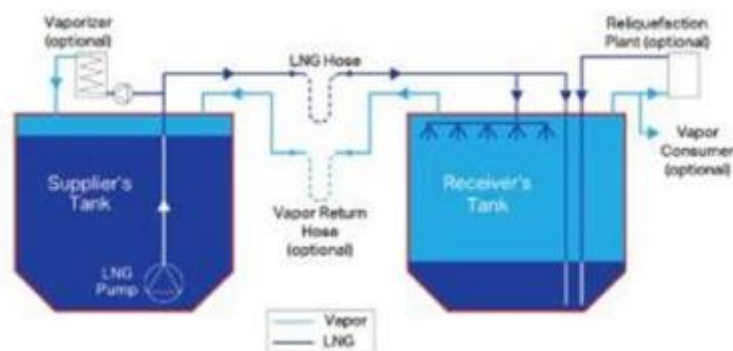
Source: Nt. élaboration.

2.5.8. Systèmes de gestion de la vapeur

Lorsqu'il existe des différences entre les températures auxquelles le GNL est déjà présent dans les réservoirs du navire à approvisionner et le GNL dans les réservoirs de l'unité d'approvisionnement, les différences de pression qui en résultent doivent être compensées afin d'éviter les risques d'accident. Une façon de compenser cette différence est de remplir le réservoir à la fois par le haut et par le bas afin de réguler la pression à l'intérieur du réservoir. En effet, lors d'un remplissage par le bas, la pression a tendance à augmenter progressivement ; elle peut au contraire être abaissée en pulvérisant du GNL de l'autre côté sur la vapeur.

Une autre fonction du vaporisateur dans le réservoir où le liquide est prélevé est d'augmenter la pression à l'intérieur du réservoir à une valeur supérieure à celle présente dans les tuyaux (rigides ou flexibles) utilisés pour le transfert. Il est ainsi possible de garantir le débit de GNL requis.

Figure 6. Système de gestion de la vapeur : schéma logique



Source: STAVROS, 2016 ("LNG Bunkering: Technical and Operational Advisory").

2.5.9. Usine d'azote

L'azote liquide est souvent utilisé dans les procédures de soutage pour effectuer les opérations d'inertisation des conduites et éviter ainsi la formation de mélanges explosifs pendant le soutage ; à cette fin, le système de soutage doit être équipé d'un système d'azote. Dans certains cas, l'azote liquide est également utilisé pour maintenir l'équipement à des températures cryogéniques, en exploitant sa faible température de liquéfaction (égale à - 195,82°C).

2.5.10. Réservoirs souterrains et systèmes de stockage de GNL

Des installations de stockage primaire ou des systèmes satellitaires plus simples sont également fournis dans le cadre d'un système global d'approvisionnement en GNL. Les installations de stockage primaire sont généralement divisées en plusieurs sections : stockage, déchargement, récupération des vapeurs d'évaporation, soutage et chargement des camions. Les réservoirs à terre sont utilisés pour le stockage (principalement des réservoirs à fond plat et des réservoirs cylindriques à balles) et les réservoirs à bord des méthaniers ou des navires à propulsion GNL. Chaque type de réservoir a des forces et des faiblesses spécifiques, comme décrit en détail dans la conception du produit T1.1.1. du projet.

Dans les opérations de soutage, il est essentiel de prendre en compte les différents facteurs qui influencent la capacité de remplissage des cuves afin de garantir que les activités sont menées en toute sécurité, à savoir : la température de chargement, la température de référence, la limite de remplissage, la limite de charge, le talon (volume de GNL qui reste normalement dans les cuves avant la procédure de soutage), la capacité utile (différence entre la limite de charge et le talon). Lors de la réalisation d'opérations de soutage, il est donc essentiel d'évaluer les effets de ces facteurs. Généralement, à l'intérieur des réservoirs, aussi isolés soient-ils, il y a une certaine formation de vapeur, qui sera en équilibre avec le liquide. Cependant, comme la chaleur continue de pénétrer à travers l'isolation, la densité du liquide a tendance à diminuer à mesure que la température augmente. En conséquence, l'espace disponible pour la vapeur, déjà faible si le réservoir est presque plein, diminue encore, ce qui entraîne une augmentation de la pression de vapeur. Si l'augmentation n'est pas contrôlée, la valeur limite à laquelle les soupapes d'aération sont réglées sera atteinte. En augmentant la pression réglée aux soupapes d'aération, le temps d'ouverture des soupapes est plus long, mais la densité à la température de référence sera encore plus faible, ce qui réduira la limite de charge. Il est donc nécessaire de trouver un compromis entre la capacité de charge et le temps nécessaire à l'ouverture des vannes.

2.6. Pertinence du produit T1.1.1

En conclusion, le produit en question T1.1.1 "Rapport sur les lignes directrices pour la normalisation des technologies de soutage" fournit des informations techniques et détaillées sur les principaux composants d'un système de soutage/stockage de GNL, en tenant compte des spécificités des équipements et installations principalement utilisés dans le secteur maritime-portuaire. Le document fournit un vocabulaire et une terminologie qui sont également accessibles aux parties prenantes qui n'ont pas nécessairement un bagage technique étendu ; un aperçu suffisamment détaillé en référence aux principales caractéristiques du gaz naturel liquéfié, aux différentes phases de la chaîne d'approvisionnement, aux profils de référence réglementaires et juridiques et à l'analyse détaillée de chaque composant d'infrastructure et équipement utilisé dans l'approvisionnement en GNL. Ces informations constituent la base du développement de l'activité T1.1, c'est-à-dire l'analyse de l'état de l'art en ce qui concerne les options technologiques et les composants utilisés dans les systèmes d'approvisionnement et de soutage du GNL et la définition de normes technologiques et de lignes directrices pour la normalisation des procédures opérationnelles partagées pour le GNL dans les ports de la zone de programme.

3. FICHE DE SYNTHÈSE DU PRODUIT T1.1.2 "ANALYSE SWOT DES OPTIONS TECHNOLOGIQUES POUR LE SOUTAGE DU GNL DANS LES PORTS".

Le rapport réalisé dans le cadre du produit T1.1.2 "Analyse SWOT des options technologiques pour le soutage du GNL dans les ports" a été réalisé par le CF UNIGE-CIELI (avec la contribution du consultant externe AMP Solutions Srl). Le document complet est disponible sur le portail du programme maritime Interreg.



3.1. Finalités du produit T1.1.2

Le produit T1.1.2 "Analyse SWOT des options technologiques pour le soutage du GNL dans les ports" est conçu pour examiner les questions critiques et les avantages associés aux configurations de soutage. Le Chef de file UNIGE-CIELI, avec le soutien des partenaires du projet TDI RETE-GNL, après une interaction constante avec les opérateurs et les sujets qui jouent un rôle de contrôle et de régulation en ce qui concerne la gestion des opérations de soutage de GNL dans la zone maritime-portuaire, a réalisé une analyse SWOT des différentes options technologiques pour le soutage de GNL dans les zones ci-dessus. Le document représente un support utile pour les décideurs publics impliqués dans les processus d'autorisation des installations de soutage et de stockage de GNL dans le secteur maritime-portuaire, à adopter dans les phases d'évaluation préliminaire. Le produit représente également un point de départ fonctionnel pour la définition de lignes directrices pour la normalisation des technologies GNL.

Le produit T1.1.2 définit d'abord le cadre de référence théorique et décrit la méthodologie de l'"analyse SWOT", avant d'utiliser la même technique d'analyse pour examiner les différentes options technologiques pour le soutage du GNL dans les ports. À cette fin, le groupe de travail du CF, en accord avec les principales publications universitaires sur le sujet (Piercy et Giles, 1989 ; Pickton et Wright, 1998 ; Grea, 2000 ; Leigh et Pershing, 2006) et avec les développements qui caractérisent les bonnes pratiques répandues dans le secteur, a examiné en détail les principales caractéristiques qui distinguent les options technologiques suivantes pour le soutage du GNL dans l'environnement portuaire (EMSA, 2018), à savoir :

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- Configuration Truck to Ship (TTS);
- Configuration Ship to Ship (STS);
- Configuration Port to Ship (PTS);
- Configuration Mobile Fuel Tanks.

Dans le produit final, en particulier, pour chaque option technologique, une analyse détaillée est fournie en ce qui concerne les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces, en considérant séparément les profils suivants (mis en évidence dans le Tableau 5).

- ✓ volume de GNL géré / gérable;
- ✓ vitesse des opérations de soutage;
- ✓ applications dans le secteur maritime portuaire;
- ✓ avantages / inconvénients de gestion;
- ✓ avantages / inconvénients économiques;
- ✓ avantages / inconvénients socio-environnementaux.

L'analyse SWOT a été précédée d'un aperçu des aspects généraux du gaz naturel liquéfié, afin de mieux comprendre la nature, les caractéristiques et le comportement stratégique des différents acteurs qui y participent.

Tableau 5. Analyse Swot options technologiques de soutage du GNL : profils étudiés

	Configurazione Truck to Ship [TTS]	Configurazione Ship to Ship [STS]	Configurazione Terminal to Ship [TPS]	Configurazione Mobile fuel tanks
<i>Volumi di GNL</i>	Inferiori a 200 m ³	Compresi tra 1.000 e 10.000 m ³	Nessun limite in termini di volumi	Compresi tra 20 e 50 m ³ per unità
<i>Velocità delle operazioni di bunkering</i>	Bassa	Media	Alta	Medio-Alta
<i>Vantaggi</i>	- Elevata flessibilità operativa; - Assenza di investimenti infrastrutturali; - Basso investimento iniziale; - Reversibilità	- Possibilità di effettuare SIMOPs (turn-around times ridotti); - Assenza di impiego di spazi portuali dedicati; - Flessibilità nella localizzazione e nei volumi.	- Tempistiche di bunkering molto contenute; - Flessibilità nei volumi gestiti; - Modularità nella definizione della capacità complessiva della stazione di bunkering	- Semplicità distributiva; - Assenza di investimenti infrastrutturali dedicati; - Basso investimento iniziale; - Le navi non devono navigare sino a una specifica localizzazione nel porto.
<i>Svantaggi</i>	- Velocità e portata del rifornimento molto limitata; - Capacità di stoccaggio contenuta; - Rischi connessi all'assenza di personale tecnico specializzato; - Elevati costi di trasporto per m³ di GNL; - Presenza di truck in banchina con conseguente incremento dei rischi per le persone e le merci.	- Elevati investimenti in navi e chiatte per il rifornimento; - Costi operativi superiori a altre soluzioni tecniche; - Aumento del rischio connesso a collisioni tra navi e incidenti; - Maggiore complessità nella gestione delle operazioni di bunkering.	- Obbligo per le navi di raggiungere una specifica location nel porto; - Impossibilità di svolgere SIMOPs (allungamento delle tempistiche di turn-around); - Elevati investimenti in dotazioni infrastrutturali e attrezzature; - Occupazione di ampi spazi portuali.	- Ridotta capacità di stoccaggio per singolo tank; - Riduzione della capacità di carico a uso commerciale della nave rifornita; - Maggiore pericolosità delle operazioni connesse al sollevamento dei serbatoi; - Necessità di avere gru di carico (in banchina o in dotazione alla nave da rifornire).
<i>Applicazioni in ambito portuale</i>	- Localizzazioni contraddistinte da bassa frequenza di bunkering di GNL; - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti con molteplici terminal che richiedono l'assegnazione di aree per il bunkering; - Porti remoti.	- Porti con traffico misto (inland e seagoing ships); - Porti caratterizzati da ampi specchi acquei; - Porti non esposti a elevati rischi meteorologici.	- Porti di medie o grandi dimensioni; - Porti caratterizzati da elevata frequenza di operazioni di bunkering di GNL; - Porti caratterizzati da domanda di GNL stabile o facilmente prevedibile.	- Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti ove transitano numerose portacontainer.

Source: Nt. élaboration.

Les principaux contenus du produit T.1.1.2 sont résumés ci-dessous.

3.2. Aspects introductifs sul GNL

3.2.1. Nature et composition du GNL

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Avant d'appliquer la méthodologie SWOT à l'analyse des différentes options technologiques pour le soudage et le stockage du GNL dans l'environnement marin et portuaire, le produit T1.1.2 explore la nature et la composition du GNL en tant que carburant à composition variable, composé de plus de 90% de méthane et de plus petites quantités d'éthane, de propane, d'hydrocarbures supérieurs et de modestes impuretés de composants azotés.

La comparaison avec d'autres combustibles traditionnels (tels que les fiouls et le gazole) en ce qui concerne leurs caractéristiques et leurs propriétés fournit des éléments de réflexion intéressants : les fiouls comprennent les distillats lourds ou les résidus de distillation ou d'autres opérations de raffinage, sont classés selon leur viscosité et leur teneur en soufre et ont un pouvoir calorifique moyen de 10 000 kcal/kg⁶.

Le gasoil est dérivé de la distillation primaire du pétrole brut et contient différentes classes d'hydrocarbures tels que les paraffines, les aromatiques et les naphthènes dans des proportions qui varient d'un gasoil à l'autre. Sa principale caractéristique est le pouvoir calorifique moyen élevé de 15 000 kcal/kg⁶ ; le gaz naturel ou méthane est le plus simple des hydrocarbures et a un pouvoir calorifique moyen de 13 500 kcal/kg⁶.

Il est également important de comparer d'autres combustibles avec le gaz naturel en ce qui concerne les émissions nocives dans l'environnement. Dans le détail, les émissions de particules sont plus élevées lors de la combustion de mazout, suivie par celle de gazole et de gaz naturel. Les émissions de gaz naturel ne contiennent pas de carbone, de benzène et de poussières ultrafines (PM10) et ne contiennent pas de dioxyde de soufre, dont on sait qu'il est très polluant. Pour la même quantité de chaleur produite, le gaz naturel ne dégage que du dioxyde de carbone et des oxydes d'azote, mais dans une moindre mesure que le charbon et le pétrole. Dans l'ensemble, le gaz naturel a des effets nettement moins nocifs sur l'environnement que les carburants et combustibles traditionnellement utilisés pour la propulsion marine.

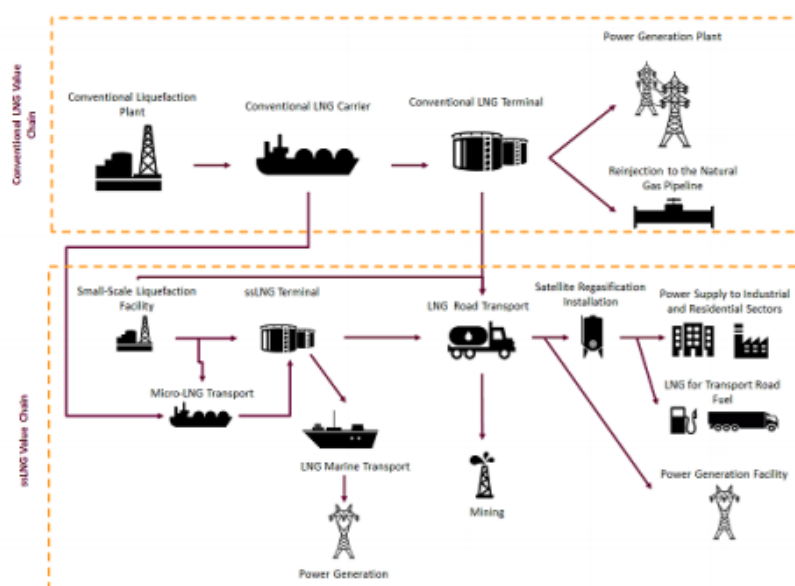
Pour les besoins de l'analyse SWOT, le lien entre les caractéristiques technologiques des moteurs marins principalement utilisés et le type de combustible/carburant utilisé a été analysé. Les moteurs conçus pour utiliser le GNL se caractérisent par un rendement supérieur à celui des moteurs utilisant des carburants traditionnels, dans les mêmes conditions. Les enquêtes menées sur les principaux types de moteurs marins à GNL montrent que la combustion dans le moteur est complète, sans résidus, et permet une forte réduction de l'usure de toutes les pièces mobiles du moteur, ce qui permet, par conséquent, d'augmenter la durée de vie moyenne de la machine. La réduction des résidus réduit également la nécessité d'interventions de maintenance, ce qui se traduit par des économies pour l'armateur.

L'utilisation de systèmes de propulsion marine au GNL semble donc être une solution viable pour les armateurs, également d'un point de vue économique-financier, car elle permet de réduire les émissions nocives pour l'environnement (avec d'éventuelles implications commerciales positives), de diminuer considérablement les coûts de maintenance des systèmes de moteur et les coûts d'exploitation compatibles avec les conditions du marché qui caractérisent d'autres solutions de propulsion marine.

3.2.2. La chaîne technologique de production du GNL: aperçu

L'analyse se poursuit par une étude approfondie de la chaîne technologique de production du GNL (Figura 7) pour compléter ce qui a déjà été examiné dans le produit T1.1.1, en identifiant les étapes et les phases fondamentales de la chaîne de valeur, ainsi que les caractéristiques fondamentales associées (Tableau 6).

Figura 7. La chaîne du gaz naturel



Source: <http://www.sia-partners.com>

Tableau 6. Phases de la chaîne de production technologique du GNL-Description

Étapes de la chaîne d'approvisionnement en GNL	Caractéristiques principales
1. Production du gaz	Production de gaz issu de l'extraction souterraine conventionnelle de gaz, piégé dans la plupart des cas avec du pétrole sous une couche rocheuse ; le gaz s'échappe spontanément en aval du forage, puis est acheminé dans un pipeline, dirigé vers des destinations finales ou des sites de stockage. Nouvelles techniques d'extraction : gaz de schiste et méthane de houille.
2. Liquéfaction	Ce procédé permet de transporter de grands volumes de gaz naturel des pays producteurs vers les pays importateurs, en réduisant le volume du gaz d'environ 600 fois par rapport à son état gazeux ; le changement de phase est obtenu en amenant le gaz naturel à une température critique de -162°C à la pression atmosphérique. Installations à terre ou en mer. Le GNL est ensuite injecté dans des réservoirs cryogéniques pour le stockage et l'entreposage, avant d'être chargé dans des méthaniers.
3. Transport	Le gaz naturel liquéfié est transporté à température constante, à la pression atmosphérique, sur des méthaniers spéciaux (<i>LNG carriers</i>) ; le transport maritime permet également d'accéder à des zones géographiques inaccessibles au GNL depuis des gazoducs.
4. regazéification	Processus qui permet au gaz naturel d'être amené à l'état liquide (GNL) utile pendant la phase de transport, à l'état gazeux et comprimé (GNC), afin de le transporter par voie terrestre et de permettre sa consommation finale. Installations à terre ou en mer sur les navires Unité flottante de stockage et de regasification. Le GNL du méthanier est transféré à l'usine de regazéification, initialement envoyé à un vaporisateur constitué d'échangeurs de chaleur (faisceaux de tubes) ; l'augmentation de pression qui en résulte est gérée par des réservoirs d'expansion et le gaz est ensuite acheminé dans le réseau de distribution.
5. Logistique de distribution	Le gaz, après le processus de regazéification, est transporté par des gazoducs sur le marché intérieur pour répondre à la demande d'utilisation civile ou industrielle dans les grands réseaux de distribution.

Source: Nt. élaboration.

En ce qui concerne l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en GNL, il semble approprié de souligner comment la chaîne d'approvisionnement en GNL à petite échelle est la méthode de gestion, à

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



petite échelle, du gaz naturel liquéfié, dans laquelle le GNL est transformé en gaz et alimente ensuite le réseau de distribution national. Se référant essentiellement à l'utilisation directe du GNL sous sa forme liquide, par opposition au modèle traditionnel de regazéification et d'introduction ultérieure dans le réseau de transport de gaz, la distribution de GNL à petite échelle est destinée à la propulsion navale ou au transport et constitue une opportunité de réduire l'impact environnemental dans le secteur du transport. Le SSLNG crée également de nouvelles opportunités commerciales pour les opérateurs du secteur, car il s'agit d'un marché relativement jeune et qui ne dispose pas encore d'un personnel suffisant.

Cependant, ce type de distribution de GNL présente également une série de problèmes difficiles à résoudre : il existe encore un certain niveau de déséquilibre entre l'offre et la demande, la chaîne d'approvisionnement globale ne dispose pas encore de niveaux de capillarité adéquats, le cadre réglementaire est encore incertain et plutôt hétérogène au niveau international.

Les petites usines de liquéfaction ont une capacité de production inférieure à 500 000 tpy (tonn per year) et permettent en outre d'approvisionner à la fois des utilisateurs finaux situés dans des endroits et des zones difficiles d'accès au moyen d'infrastructures traditionnelles et des consommateurs qui ont besoin de combustible sous forme liquide. Les principales utilisations du GNL à petite échelle sont essentiellement au nombre de trois, à savoir le combustible marin (soutage), le ravitaillement en carburant dans le secteur du transport routier lourd et la production d'électricité dans des lieux hors réseau.

Cela étant dit, l'objectif de la section suivante du rapport est d'identifier les outils de gestion à appliquer, en particulier l'analyse SWOT afin d'évaluer les solutions technologiques alternatives pour la fourniture de services de soutage de GNL dans la chaîne d'approvisionnement en aval du GNL à petite échelle.

3.3. Analyse SWOT: profils méthodologiques et une revue de la littérature.

L'analyse SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) a été proposée à la fin des années 1950 par l'économiste américain Humphrey comme outil de gestion visant à rationaliser les processus d'entreprise dans des contextes caractérisés par l'incertitude et une forte compétitivité. Elle représente un outil de gestion pour soutenir les choix stratégiques, qui permet d'organiser les processus décisionnels de l'entreprise, en mettant en évidence les éléments internes de force et de faiblesse, ainsi que les opportunités et les menaces découlant de facteurs externes (Piercy et Giles, 1989 ; Leigh et Pershing, 2006). L'analyse SWOT permet donc de systématiser et de rationaliser la collecte de données et d'informations pertinentes pour l'hypothèse d'un choix dans tout processus décisionnel, en favorisant l'identification de l'option la plus appropriée pour atteindre les objectifs stratégiques qui guident le processus décisionnel lui-même.

Compte tenu de ses caractéristiques, l'analyse SWOT représente un outil particulièrement adapté pour évaluer la faisabilité économique-financière et l'impact environnemental et/ou social des différentes solutions technologiques utilisées pour le soutage du GNL dans les ports.

En particulier, le choix d'une solution technologique spécifique dépend non seulement des avantages intrinsèques qu'elle peut apporter en termes d'exploitation (par exemple, volumes de GNL gérés, rapidité des opérations de soutage, flexibilité opérationnelle, etc.), économique-financiers (c'est-à-dire à la fois les dimensions liées aux investissements initiaux et aux dépenses d'investissement - CAPEX - et celles liées aux dépenses d'exploitation - OPEX), et socio-environnementaux, mais il est également fonction d'un certain nombre de facteurs externes et de dimensions situationnelles qui se rapportent aux spécificités du contexte empirique dans lequel cette solution technologique est appliquée.

Dans le cas présent, de ce point de vue, le choix de la solution technologique à adopter pour l'avitaillement en GNL dans l'environnement portuaire maritime ne peut a priori ignorer des variables

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



qui sont exogènes par rapport à la technologie elle-même, telles que, par exemple, la localisation et la taille du port étudié, les volumes de demande de GNL, le degré d'acceptation par les communautés locales et les spécificités de la législation applicable.

En ce sens, l'approche méthodologique de l'analyse SWOT permet d'exprimer une première évaluation de la manière dont les forces ou les faiblesses d'une solution donnée peuvent déterminer les opportunités ou les risques associés aux variables exogènes mentionnées ci-dessus. Cela permet de:

- Évaluer ensemble les variables endogènes et exogènes par rapport à la technologie qui sont pertinentes pour le choix ;
- Identifier les driver à considérer en priorité ;
- Sélectionner les critères de choix ;
- Identifier, construire et suivre des indicateurs de performance (KPI) fonctionnels à la collecte et à la diffusion de l'information.

3.3.1. Revue de la littérature

Dans le cadre du produit T1.1.2, une revue de la littérature académique relative à l'utilisation de l'analyse SWOT a été réalisée avec des objectifs cohérents avec ceux du projet. Dans le cadre de la revue systématique de la littérature réalisée, 19 articles principaux ont été sélectionnés (représentant 37% de l'échantillon initialement extrait des bases de données universitaires consultées) en raison de la pertinence de la contribution scientifique et de l'adéquation aux objectifs du produit technique.

D'un point de vue temporel, l'échantillon couvre une période de 19 ans (2000-2019), dont 50% des contributions ont été publiées au cours des 5 dernières années, ce qui confirme l'intérêt croissant des universitaires et des professionnels pour cette technique d'évaluation de scénarios alternatifs dans le domaine maritime.

Les analyses empiriques menées mettent en évidence l'existence de trois axes principaux d'utilisation de l'analyse SWOT en relation avec les problématiques étudiées dans le cadre du projet TDI RETE-GNL. En particulier, nous faisons référence à :

1. SWOT-port : utilisation du SWOT pour l'évaluation des investissements dans le secteur portuaire (15 contributions) ;
2. SWOT-navires GNL : (à partir de 2 contributions) ;
3. SWOT-infrastructures GNL : l'utilisation des SWOT en relation avec l'évaluation des projets d'infrastructure portuaire maritime (2 contributions).

La revue de la littérature a mis en évidence l'utilité potentielle de l'analyse SWOT pour soutenir les processus décisionnels sous-tendant le choix des solutions technologiques pour l'avitaillement et le stockage du GNL dans l'environnement maritime portuaire car elle permet aux différents décideurs impliqués dans le processus décisionnel d'inclure facteurs endogènes et exogènes dans l'évaluation préliminaire des différentes options de mise en œuvre. Par ailleurs, l'approche SWOT apparaît particulièrement utile en référence à l'évaluation des investissements d'infrastructure nécessaires, lorsqu'il est nécessaire de réduire les hypothèses de conception à explorer en détail. L'analyse SWOT apparaît également comme un outil cohérent en ce qui concerne l'adoption d'une gestion stratégique logique des relations avec les différentes parties prenantes concernées (Stakeholder Relationship Management), du fait que cet outil analytique d'aide à la décision peut également être utilisé pour communiquer avec un langage accessible aux différentes catégories d'acteurs les principales raisons qui conduisent à l'exclusion d'options potentielles spécifiques et à se concentrer sur certaines solutions technologiques.

3.3.2. Analyse SWOT des technologies de soutage de GNL dans la zone portuaire : cadre conceptuel et méthodologie

L'analyse SWOT permet une comparaison minutieuse entre les principales options technologiques utilisées au niveau international, européen et national pour l'avitaillement et le stockage de GNL dans l'environnement portuaire maritime. Cet outil a ensuite été utilisé pour examiner de manière générale les différentes solutions technologiques d'avitaillement dans les ports de la zone cible, en tenant compte des spécificités technologiques, managériales et économique-financières des options suivantes : Truck to Ship (TTS); Ship to Ship (STS); Port à navire (PTS); Mobile Fuel Tanks. Par la suite, l'analyse SWOT a été appliquée concrètement à des analyses de rentabilisation spécifiques pertinentes pour le projet..

D'un point de vue méthodologique, l'utilisation de l'analyse SWOT comporte deux phases de base. La phase préliminaire encadre le phénomène et définit les critères d'évaluation, le schéma conceptuel et les paramètres de mesure, impliquant les parties prenantes et les experts du secteur. Dans le cadre du projet TDI RETE-GNL, aux fins du produit T.1.1.2, différents acteurs ont été impliqués, dont les deux associations professionnelles représentant le monde de la navigation (CONFITARMA et ASSARMATORI), le bureau technique de AdSP de la mer Ligure occidentale et la société CNH INDUSTRIAL du groupe IVECO..

La fase successiva vede la definizione di dettaglio dei criteri e dei parametri da impiegare per implementare la valutazione che conduce alla predisposizione della versione matriciale dell'analisi SWOT articolata in 4 quadranti:

- i. Forces (strengths)
- ii. Faiblesses (weaknesses)
- iii. Opportunités (opportunities)
- iv. Menaces (threats)

Figure 8. Matrice SWOT - exemple d'application en entreprise

SWOT ANALYSIS		ANALISI INTERNA	
		Forze	Debolezze
ANALISI ESTERNA	Opportunità	1 Strategie S-O: Sviluppare nuove metodologie in grado di sfruttare i punti di forza dell'azienda.	2 Strategie W-O: Eliminare le debolezze per attivare nuove opportunità.
	Minacce	3 Strategie S-T: Sfruttare i punti di forza per difendersi dalle minacce	4 Strategie W-T: Individuare piani di difesa per evitare che le minacce esterne acuiscono i punti di debolezza.

Source: Nt. élaboration.

Pour les forces et les faiblesses, il est nécessaire de considérer les principaux profils inhérents à la structure technologique, organisationnelle, financière, relationnelle, productive et environnementale des différentes parties prenantes; les opportunités et les menaces émergent de l'évaluation des facteurs socio-économiques, politiques, environnementaux et démographiques de l'environnement extérieur; les



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



facteurs endogènes et exogènes sont organisés selon une logique matricielle visant à améliorer leur compréhension dans une perspective globale. L'objectif est de valoriser les atouts et d'exploiter les opportunités offertes par l'environnement extérieur par rapport à chaque solution technologique potentielle (en premier) et à celle effectivement choisie (par la suite), en se défendant des menaces liées à l'adoption de la solution spécifique option technologique.

En vue de définir les objectifs de planification stratégique du cadre d'infrastructure pour le GNL et l'évaluation préliminaire de projets d'investissement spécifiques, l'analyse SWOT permet de mettre en évidence les principaux avantages de chaque option technologique examinée, à savoir Truck to Ship, Ship to Ship, Port to Ship, Mobile Fuel Tanks, ainsi que leurs faiblesses relatives.

Les macro-catégories utilisées dans l'analyse détaillée auxquelles ont été liées les caractéristiques de chaque configuration technologique de soutage de GNL sont :

- capacité de stockage/transport ;
- l'efficacité des opérations de soutage ;
- l'extensibilité du système;
- la flexibilité ;
- les investissements nécessaires et les profils éco-financiers ;
- les exigences spécifiques des usines ;
- la sécurité et les risques ;
- l'impact environnemental et les externalités.

Ces profils, combinés à l'évaluation des conditions spécifiques du contexte, c'est-à-dire les variables exogènes qui caractérisent la zone portuaire liée à l'intervention évaluée et les variables du marché qui peuvent être retracées à la spécificité de la demande qui insiste sur l'installation de soutage et de stockage de GNL, sont les moteurs qui déterminent la plus ou moins grande cohérence des différentes options technologiques par rapport à la situation contingente spécifique ; ce qui peut évidemment conduire à des résultats différents par rapport à l'analyse SWOT liée au seul site localisé dans le contexte marine-portuaire.

3.4. Analyse SWOT des configurations technologiques pour le soutage de GNL dans l'environnement marin portuaire.

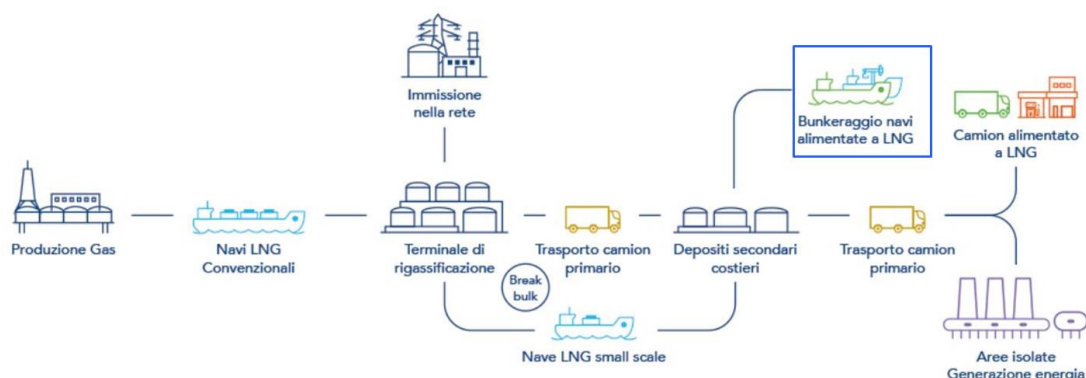
Dans les sous-paragraphes suivants, les différentes configurations technologiques pour le soutage de GNL dans l'environnement portuaire maritime seront explorées en profondeur afin de développer une analyse SWOT pour chacune d'entre elles afin d'identifier en détail les forces et les faiblesses, les menaces et les opportunités liées à chaque configuration. En ce qui concerne la phase de soutage des navires à propulsion GNL (la Figure 9 identifie la "position" de cette phase le long de la chaîne d'approvisionnement - boîte bleue), il est nécessaire d'identifier les quatre principales configurations mentionnées ci-dessus pour le soutage du GNL dans l'environnement maritime portuaire, en tenant compte non seulement des caractéristiques techniques du GNL mais aussi des options de soutage mentionnées dans la littérature, ainsi que des systèmes individuels présents au niveau international et européen. Vous trouverez ci-dessous les configurations possibles de soutage de GNL (la Figure 10 présente graphiquement les quatre solutions technologiques) :

1. Configuration Truck to Ship (TTS);
2. Configuration Ship to Ship (STS);
3. Configuration Terminal/Port/Pipeline To Ship (PTS);
4. Configuration Mobile Fuel Tanks.

TDI RETE-GNL

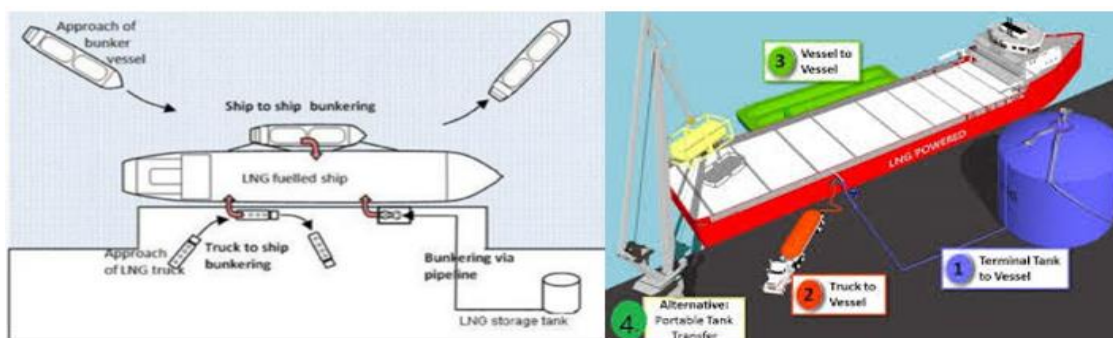
Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Figure 9. LNG supply chain – bunkering



Source: <https://www.snam.it/en/Natural-gas/green-energy/liquefied-natural-gasxLNGx/>

Figure 10. Configurazioni potenziali di soutage de GNL.



Source: DNV, “LNG Bunkering. Regulatory Framework and LNG bunker procedures” (2015).

Les quatre options technologiques pour le soutage du GNL diffèrent en ce qui concerne les profils suivants:

- la capacité de stockage/transport, c'est-à-dire le volume de GNL stocké dans le véhicule utilisé pour le ravitaillement ou dans le dépôt de stockage ;
- l'efficacité des opérations de soutage, qui se traduit par la possibilité d'opérer dans des situations différentes (par exemple, dans des conditions météorologiques défavorables) ou la possibilité de mener des opérations simultanées, dites opérations simultanées (SIMOP) ;
- l'extensibilité des installations, c'est-à-dire la possibilité d'adapter la capacité des installations aux conditions changeantes de l'environnement concurrentiel (par exemple, augmentation des niveaux de la demande à court terme) ;
- la flexibilité, c'est-à-dire la capacité de l'installation à s'adapter aux besoins spécifiques exprimés par les utilisateurs ;
- les investissements requis et les profils économique-financiers qui découlent de la preuve que chaque configuration nécessite des investissements en CAPEX et OPEX ainsi que l'engagement de coûts de maintenance pour être mise en œuvre ;
- les besoins techniques et les exigences spécifiques du système, c'est-à-dire tous les profils de gestion et techniques pertinents tels que, par exemple, le nombre de zones occupées ou l'existence de problèmes spécifiques liés à l'accessibilité nautique ou routière ;

**Interreg**UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA**MARITTIMO-IT FR-MARITIME**Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale**TDI RETE-GNL**

- la sécurité et les risques/criticité qui caractérisent non seulement les différentes configurations dans leur ensemble, mais aussi les opérations individuelles (par exemple, du point de vue de la gestion, de la sûreté et de la sécurité) ;
- l'impact environnemental et les externalités, c'est-à-dire les aspects pertinents au sein de l'entreprise en question, en particulier compte tenu du type de produits énergétiques que ces systèmes de stockage et de soutage sont appelés à traiter.

3.4.1. Configuration Truck to Ship (TTS)

La configuration "Truck to Ship" (TTS) exige que le navire soit ravitaillé en carburant à l'aide d'un camion-citerne ou d'un pétrolier pour le stockage et le transport de GNL (Figura 11). Par conséquent, du point de vue des opérations, pour ce type de configuration technologique, il est nécessaire que le navire soit amarré au quai ou à l'appontement et que le pétrolier ou le camion-citerne atteigne, après avoir été ravitaillé en carburant dans les grands terminaux de stockage de GNL ou dans les terminaux intermédiaires de la chaîne d'approvisionnement, ou encore, à proximité des usines de liquéfaction, le quai afin d'être positionné à proximité du navire à ravitailler.

Figura 11. Approvisionnement en GNL selon la configuration TTS.



Source: <http://www.donga.com/news/article/all/20190921/97506677/1>

En ce qui concerne les points forts de la configuration TTS, il convient de souligner les niveaux élevés de flexibilité et de réversibilité qui la caractérisent. La souplesse d'utilisation de la solution technologique "Truck To Ship" découle non seulement de l'absence d'énormes investissements idiosyncrasiques pour la construction, mais aussi de la possibilité de placer le camion à côté du navire à propulsion GNL à approvisionner le long de différentes zones du quai, ou le long de différents quais ou zones du port, sauf si les procédures de sûreté prévues dans la zone portuaire spécifique l'exigent autrement. Cette caractéristique implique également la possibilité d'utiliser la même unité (pétrolier ou camion-citerne) sur différents terminaux et ports, d'où la possibilité de partager les coûts liés à la configuration du STT entre les différentes parties prenantes. Compte tenu des investissements d'infrastructure réduits qui caractérisent la préparation des opérations pour cette configuration, la solution TTS est considérée comme une option de soutage "test", c'est-à-dire qu'elle peut être mise en œuvre afin de vérifier l'éventuelle viabilité économique du terminal (ou d'autres parties prenantes désireuses de développer l'activité de ravitaillement en GNL dans le port), avant de procéder à des investissements d'infrastructure plus substantiels et moins réversibles, comme ceux concernant la mise en œuvre d'une configuration PTS ou STS.

D'autre part, en ce qui concerne les faiblesses de la configuration de type TTS, nous identifions tout d'abord la capacité réduite des réservoirs des camions et des camions-citernes (40-80 m³), d'où il découle que cette technologie ne peut être mise en œuvre que pour l'approvisionnement des navires à

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



propulsion GNL nécessitant des volumes de GNL allant jusqu'à 200-400 m³. Outre la capacité réduite des réservoirs des camions-citernes, un autre point critique de la configuration technologique de type TTS est le taux de transfert limité du GNL, qui est d'environ 40-60 m³/h. Cela entraîne de longs délais pour le ravitaillement en GNL et, par conséquent, une compétitivité réduite de cette configuration par rapport à d'autres types, en particulier en présence de navires à propulsion GNL à ravitailler avec des réservoirs de grande capacité⁴. Au contraire, en présence de navires qui ont besoin d'un faible ravitaillement en GNL (soit parce qu'ils sont équipés de petits réservoirs, soit parce qu'ils ont une faible consommation de carburant pour chaque voyage, par exemple parce qu'il s'agit d'unités ro-pax utilisées sur de courts trajets), les opérations de soutage s'avèrent efficaces même si elles utilisent un nombre limité de camions ou de camionnettes. Dans ces conditions, la gestion des opérations semble simple car non seulement les temps de ravitaillement en carburant sont réduits, mais aussi les éventuels problèmes liés à la sécurité à quai (puisque un seul camion/pétrolier y aurait accès).

En outre, le type soutage TTS de GNL peut comporter de multiples risques liés à la manipulation simultanée de marchandises/personnes effectuée en même temps que les activités de ravitaillement. Ceci est particulièrement pertinent lorsque le conducteur du camion ou du pétrolier ne fait pas partie du personnel affecté aux opérations dans les zones portuaires qui en ont la charge, et que par conséquent, n'appartenant pas à la catégorie du personnel spécialisé, il ne connaît pas les procédures, n'a les aptitudes et les compétences liées à l'exécution des tâches liées au ravitaillement du navire. Par conséquent, en ce qui concerne ce type de configuration technologique pour le soutage du GNL, l'ensemble des aspects procéduraux liés à l'existence de niveaux appropriés de sûreté et de sécurité pour toutes les activités menées revêt une importance considérable, en particulier lorsqu'il y a du personnel non spécialisé.

Une autre faiblesse des solutions technologiques de type TTS est le coût unitaire variable par m³ de GNL transféré, car il est fortement influencé par le coût du transport (qui inclut également les péages), car il peut souvent dépasser les bénéfices associés à la réduction de l'investissement initial nécessaire à moyen ou long terme et en fonction des volumes transportés. Afin de compenser ou de résoudre cette criticité, la capacité de chargement de chaque camion/autocar est souvent augmentée par l'ajout de remorques (en utilisant des solutions similaires aux multi-remorques) ou par l'utilisation de plusieurs camions-citernes reliés en même temps (soutage multi-camions à navires).

D'autres problèmes critiques liés à la configuration "Truck To Ship" sont liés à des événements tels que:

- rupture du réservoir cryogénique,
- l'allumage accidentel d'un feu ou l'explosion du GNL déversé,
- effet domino possible,
- l'augmentation de la congestion et du trafic routier (et tout accident et/ou interférence avec d'autres activités portuaires qui en résulte), etc.

Voici un résumé des forces et des faiblesses, des menaces et des opportunités mentionnées ci-dessus en ce qui concerne la configuration de la technologie de soutage de GNL Truck To Ship (Figure 12).

⁴En effet, dans le cas de grands navires méthaniers à réapprovisionner, il est nécessaire d'utiliser un grand nombre de camions/voitures effectuant plusieurs voyages : tout cela entraîne une augmentation des temps de soutage, une augmentation non négligeable de la complexité de la gestion des opérations elles-mêmes et des coûts logistiques d'approvisionnement et, en outre, une augmentation des risques techniques liés aux opérations sur le ou les quais concerné(s).

Figure 12. Analyse SWOT de la configuration TTS

Strengths	Weaknesses
▪ Flessibilità operativa e gestionale ▪ Basso costo degli investimenti e ridotti <i>sunk costs</i> ▪ Rifornimento navi anche in condizioni meteo avverse ▪ Offerta di bunkering rivolta prevalentemente a domanda spot	▪ Ridotta capacità dei serbatoi ▪ Ridotta velocità delle operazioni di bunkering ▪ Regolamenti sulla sicurezza specifici ▪ Necessità di utilizzare diverse unità per il rifornimento
Opportunities	Threats
▪ Utilizzo delle singole unità su diversi terminal/porti: ripartizione dei costi tra diversi stakeholder ▪ Soluzione idonea per testare il mercato del bunkering di GNL ▪ Configurazione utilizzata per favorire la transizione al GNL	▪ Distanza dagli impianti di stoccaggio e rifornimento di GNL ▪ Costi di carburante e pedaggi ▪ Congestionamento stradale nelle aree di accesso e limitrofe al porto ▪ Rallentamento delle operazioni di carico/scarico merci e persone

Source: Nt. élaboration.

3.4.2. Configuration Ship to Ship (STS)

La configuration “Ship to Ship” (STS) implique l'utilisation de barges ou de petites unités de ravitaillement naval (également appelées barges ou Small Scale LNG Carriers) pour les opérations d'avitaillement menées à la fois en haute mer et dans les eaux du port. Les unités de ravitaillement navales, également appelées navire SSLNG, travaillent aux côtés des navires pour être ravitaillées et effectuent le transfert de GNL avec des tuyaux flexibles et des systèmes de pompage (Figure 13).

Figure 13. Approvisionnement en GNL selon la configuration STS



Source : https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/news--and--events/news/may2016_2

Surtout, en raison de la capacité des réservoirs des barges d'approvisionnement allant de 1 000 à 20 000 m³, la configuration technologique du type "Ship To Ship" permet de répondre aux besoins de volumes de GNL allant jusqu'à 10 000 m³, ce qui est considérablement plus élevé que celui des réservoirs dont sont équipés en moyenne les camions et camions-citernes utilisés dans la configuration de type "Truck To Ship".

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme”



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



En outre, ce type de configuration technologique permet de garantir non seulement l'approvisionnement des navires qui ne peuvent pas accoster dans certains ports avec des installations de stockage sur place (par exemple, ces installations de stockage présentent des caractéristiques d'éloignement en raison de l'absence d'installations spécifiques de soutage du GNL), mais aussi l'activité de soutage dans une installation de stockage côtière ou un terminal pour la livraison du GNL au navire à approvisionner.

La configuration de soutage STS permet une vitesse de transfert élevée du GNL entre les deux navires, jusqu'à 1 000 m³/h, d'où l'avantage économique et gestionnaire de la configuration Ship To Ship, notamment en cas de soutage de navires opérant sur de courtes distances et devant donc minimiser le temps passé dans l'infrastructure portuaire en relation avec les activités de soutage, de chargement/déchargement de marchandises, de passagers, etc.

Un autre avantage lié à la configuration en question est la possibilité d'effectuer des opérations de soutage sans utiliser et occuper les zones et espaces portuaires, puisque l'activité de soutage de la barge (ou du navire SSLNG) ou de la barge d'approvisionnement a normalement lieu dans un terminal ou une installation de stockage de GNL dans le port ou à proximité.

En ce qui concerne les différents types d'unités de ravitaillement, la présence de différents instruments peut être nécessaire pour soutenir l'activité de soutage du méthanier en utilisant la configuration technologique STS : en présence de barges, il est souvent essentiel de disposer de remorqueurs spéciaux pour remorquer ou pousser l'unité jusqu'à ce qu'elle soit placée à côté du méthanier à ravitailler ; dans le cas de l'utilisation de grands navires ravitailleurs en GNL, ceux-ci peuvent être équipés à bord de grues et/ou d'autres structures adaptées au levage des conduites d'alimentation en GNL.

Normalement, les opérations de soutage utilisant la configuration STS n'interfèrent pas avec le chargement/déchargement des marchandises ou des passagers, qui peut en fait être effectué simultanément avec la phase de ravitaillement en GNL, à partir du moment où le navire ravitaillé accoste d'un côté du quai et est ravitaillé de l'autre.

Outre ces avantages, la configuration Ship To Ship présente également certains problèmes critiques, parmi lesquels la nécessité d'importants investissements initiaux liés à la nécessité de navires/unités/barges de ravitaillement pour effectuer les activités de soutage. Outre les coûts d'acquisition des unités susmentionnées (10-15 millions d'euros pour les petites barges, jusqu'à 80 millions d'euros pour les micro-méthaniers plus grands), il existe également des coûts d'exploitation élevés qui proviennent de la logistique d'approvisionnement et de la gestion technique de l'engin (pensez, par exemple, au personnel hautement spécialisé et aux situations dans lesquelles le navire à ravitailler n'est pas situé à proximité du terminal portuaire ou de l'installation de stockage de GNL où la "barge" est approvisionnée).

Une autre criticité liée à la configuration STS est le risque de collision entre les unités impliquées dans les opérations de ravitaillement, en particulier dans les situations où les opérations sont effectuées en pleine mer. Ce risque augmente en cas d'implication de tiers éventuellement présents dans la zone, en présence de conditions météorologiques défavorables et en relation avec le fait que l'équipage impliqué doit simultanément gérer les opérations de navigation et de ravitaillement.

Lors de la phase d'avitaillement, dans la configuration de type Ship To Ship, il existe d'autres risques d'ordre technico-opérationnel, tels que:

- la tension exercée sur le tuyau d'avitaillement avec une éventuelle rupture consécutive du tuyau lui-même en raison de mouvements brusques du navire,
- la perte de GNL lors des phases de chargement / déchargement,
- l'augmentation du trafic maritime (et le brassage des flux de différents navires),

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- rupture du réservoir cryogénique,
- l'allumage d'incendies / explosions liées à la fuite accidentelle de GNL,
- Difficulté d'accès au site de l'accident par les équipes d'urgence impliquées.

Ci-dessous, nous résumons les forces et les faiblesses, les menaces et les opportunités mentionnées ci-dessus en référence à la configuration de la technologie de soutage de GNL Ship To Ship. (Figure 14).

Figure 14. Analyse SWOT de la configuration STS

Strengths	Weaknesses
▪ Elevata capacità di stoccaggio delle unità navali impiegate per il rifornimento ▪ Velocità del rifornimento ▪ Flessibilità operativa: SIMOPS ▪ Assenza di impiego di spazi portuali	▪ Forti investimenti iniziali ▪ Elevati costi di manutenzione
Opportunities	Threats
▪ Riduzione esternalità negative per zone costiere e comunità locali (rifornimento <i>offshore</i>) ▪ Maggiore accessibilità al servizio ▪ Riduzione degli investimenti per impianti ed attrezzature in ambito portuale ▪ Riduzione delle inefficienze legate alle attività portuali	▪ Distanza dagli impianti di stoccaggio costieri ▪ Rischio connesso alle condizioni meteo-marine e collisioni (rifornimento <i>offshore</i>) ▪ Estensione del bacino portuale: rischio danni a terzi (per rifornimento all'interno del porto)

Source: Ns. elaborazione.

3.4.3. Configuration Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)

La configuration "Port to Ship" o "Terminal to Ship" o "Pipeline to Ship" (PTS) prévoit le ravitaillement du navire propulsé au GNL par des canalisations à partir d'une station de soutage de GNL à terre (sur un quai ou un quai spécialisé), où les navires, une fois amarrés, se ravitaillent (Figure 15).

Figure 15. Approvisionnement en GNL selon la configuration du STP.



Source: <https://www.unitest.pl/?p=3131>; <https://www.manntek.se/lng/applications/ship-to-shore>

La configuration actuelle prévoit que les opérations de soutage des navires à propulsion GNL sont effectuées au moyen de tuyaux spéciaux caractérisés par une rigidité dans la partie initiale et une flexibilité dans la partie finale (le tuyau de l'installation de ravitaillement) afin de garantir un niveau plus élevé d'adaptabilité et de conformité non seulement de la disposition mais aussi des systèmes et de l'instrumentation par rapport aux exigences opérationnelles requises par le navire à ravitailler.

La configuration PTS requiert la présence d'un réservoir de stockage de GNL à terre, qui est normalement alimenté par des pétroliers, ou des méthanières ou des pipelines (par une installation de liquéfaction) s'il est situé dans un environnement marin et à proximité d'installations de stockage secondaires côtières. Ce réservoir a des caractéristiques différentes selon l'équipement qui l'alimente, les besoins de soutage, l'espace disponible sur le quai, les différentes possibilités d'approvisionnement, etc. Il peut être de petite taille et sous pression, s'il est alimenté par des trains, des camions-citernes, barges ou des usines de liquéfaction, ou de grande taille et à pression atmosphérique, si le GNL provient d'une usine de regazéification. Une fois la capacité des réservoirs décidée et sélectionnée, le choix du nombre de réservoirs dépend également d'autres paramètres tels que les limites techniques, les coûts, la flexibilité opérationnelle, la surface disponible, l'impact visuel, les extensions prévisibles, etc.

Comme l'indiquent plusieurs études (DNV, 2014), les unités navales propulsées au GNL qui doivent être ravitaillées peuvent soit accoster directement au quai où se trouve la station ou le système de ravitaillement, soit être reliées à des ponts flottants (directement reliés à la terre par des canalisations spéciales) où le carburant est stocké. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de disposer d'infrastructures spéciales capables de minimiser les mouvements de la plate-forme flottante, par exemple en raison du mouvement des vagues, qui est une cause fréquente de dommages aux équipements de ravitaillement en GNL.

La configuration technologique du type "Port To Ship" assure une grande flexibilité par rapport aux autres solutions de soutage, car elle n'est pas affectée par les variations du niveau de la mer : la différence de hauteur entre le navire de ravitaillement en GNL et l'installation est adaptée en permanence et reste donc pratiquement inchangée.



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



Cette solution de soutage se caractérise par la possibilité de fournir de grands volumes de GNL (jusqu'à 20 000 m³), grâce à la grande capacité de stockage de la station ou de l'installation de ravitaillement. Grâce à sa vitesse de distribution de carburant comprise entre 1 000 et 2 000 m³/h, la technologie PTS est très avantageuse par rapport aux autres, car elle permet de réduire considérablement les temps de ravitaillement. En outre, la station de ravitaillement en GNL à terre peut également servir de station-service pour d'autres véhicules fonctionnant au GNL (tiers ou intérieur), ce qui fait du terminal un nœud pour l'approvisionnement et la fourniture de GNL à usage maritime et terrestre.

Malgré les avantages mentionnés ci-dessus, la configuration via pipeline présente également des faiblesses importantes, notamment la flexibilité opérationnelle réduite par rapport à la solution STS, puisque l'unité propulsée par le GNL doit nécessairement atteindre le quai pour être ravitaillée (ce qui allonge la durée des opérations nautiques au quai et des manœuvres au port). En outre, pendant la phase de soutage, les opérations de chargement et de déchargement des marchandises, des conteneurs ou des personnes ne peuvent être effectuées, bien qu'en réalité, dans certains ports européens et mondiaux, des SIMOP soient disponibles.

Outre les problèmes critiques généralement associés à tout système de configuration de soutage (tels que la rupture du réservoir cryogénique et/ou de la tuyauterie, le déclenchement d'incendies ou d'explosions de GNL accidentellement déversé et tout effet domino, etc.), le système de soutage du PTS présente certains inconvénients spécifiques d'un point de vue technico-opérationnel mais aussi économique-managérial. Il s'agit notamment de la nécessité d'investissements importants pour le développement de toutes les infrastructures, équipements et matériels qui sont fondamentaux pour la bonne conduite des opérations : ces investissements sont configurés comme des coûts irrécupérables car ils sont impossibles à reconvertir en cas d'abandon de cette activité. L'investissement nécessaire à la mise en place de cette configuration est très variable en raison de la capacité de stockage installée et des superstructures préparées sur le quai, mais il nécessite généralement plusieurs dizaines de millions d'euros. Il existe également des règles très strictes en ce qui concerne la certification des équipements liés aux installations et la formation/gestion du personnel employé dans les différentes opérations de manutention du GNL.

En raison de l'infrastructure requise pour mettre en œuvre la configuration PTS, il s'agit d'une option pour les ports ayant une demande de GNL élevée et stable à long terme.

Ci-dessous, nous résumons les forces et les faiblesses, les menaces et les opportunités mentionnées ci-dessus en référence à la configuration de la technologie de soutage de GNL Port To Ship (Figure 16).

Figure 16. Analyse SWOT de la configuration PTS

Strengths	Weaknesses
▪ Elevata capacità di stoccaggio ▪ Velocità del rifornimento	▪ Forti investimenti iniziali ▪ Elevati costi di manutenzione ▪ Rigidità operativa ▪ Occupazione delle aree portuali
Opportunities	Threats
▪ Rifornimento costante e regolare per navi di linea ▪ Collegamento diretto con metanodotti ad impianti dell'entroterra (approvvigionamento rapido) ▪ Flessibilità dei volumi gestiti	▪ Esternalità negative sul territorio circostante ▪ Regolamenti fortemente restrittivi in tema di sicurezza ▪ Accessibilità del porto e del terminal

Source: Nt. élaboration.

3.4.4. Configuration Mobile Fuel Tanks

La configuration technologique "Mobile Fuel Tank" prévoit l'utilisation de réservoirs de GNL mobiles qui peuvent être utilisés à la fois depuis le sol, pour être reliés au navire à ravitailler, et depuis le bord, en les chargeant directement sur l'unité propulsée par le GNL, puis en étant utilisés pendant la navigation comme réservoirs de GNL pour celle-ci. Il s'agit de réservoirs cryogéniques ou de conteneurs ISO à double paroi isolante ou à simple paroi en polyuréthane, utilisés comme stockage temporaire de carburant : lorsque la demande se présente, ces réservoirs sont transportés sur les quais du port pour ravitailler les navires.

La configuration mobile fuel tanks représente une solution polyvalente car elle a l'avantage d'être un dépôt mobile et transférable partout où il y a un besoin et une demande, malgré le risque de chute accidentelle des réservoirs eux-mêmes. Alors que les conteneurs ISO de 20 et 40 pieds sont dits "standard" et donc parmi les plus répandus sur le marché car intermodaux puisqu'ils peuvent être transportés par des camions, faire office de citernes, ou être placés sur des conteneurs ou des wagons plats, les conteneurs ISO de 53 pieds, n'ayant pas de taille standard, perdent l'avantage lié à la gestion de la logistique selon une logique intermodale par rapport au transport maritime, mais peuvent toujours être transportés au moyen de camions ou de wagons plats spécifiques. Il existe également des conteneurs ISO cryogéniques de plus de 53 pieds, qui ne peuvent être transportés par la route que dans des convois exceptionnels.

Figure 17. ISO-container cryogéniques.



Source: https://it.made-in-china.com/co_longtengindustrial/product_T75-Cryogenic-Liquid-Gas-LNG-Lo2-Ln2-20FT-ISO-Tank-Container_egsosesuesy.html

Après le transfert à quai de ces conteneurs cryogéniques ISO (par des cargos ou par le transport terrestre, ou par des camions, ou par le transport ferroviaire, au moyen de convois spéciaux), ils sont chargés à bord du navire normalement au moyen d'une gestion typique des marchandises dangereuses, pour laquelle il existe des procédures et des règles spécifiques, ou par des grues ou d'autres systèmes de levage. Ces réservoirs sont ensuite placés à bord des navires à ravitailler, notamment sur le pont ou dans des zones de stockage, ce qui rend cette solution extrêmement avantageuse, surtout en présence d'un espace limité dans la zone des machines du navire, même si, dans le même temps, elle réduit l'espace disponible sur le pont.

La solution Mobile Fuel Tanks est extrêmement avantageuse, principalement en raison du faible investissement initial requis et de la réduction significative des temps de soutage, sans parler de l'extrême flexibilité d'un point de vue opérationnel, puisqu'elle favorise une plus grande capillarité du système de distribution et permet d'effectuer d'autres opérations en même temps que les opérations de ravitaillement (SIMOP). Cette configuration est donc particulièrement intéressante lorsqu'on utilise des porte-conteneurs ou des navires-grues : cela permet d'effectuer des activités de manutention de la cargaison en même temps que des opérations de soutage.

Parmi les inconvénients et les problèmes opérationnels critiques, la capacité réduite des réservoirs de carburant mobiles par rapport aux véritables réservoirs de GNL se retrouve surtout lors du ravitaillement des navires qui doivent stocker une grande quantité de réservoirs cryogéniques, soit parce qu'ils sont grands, soit parce qu'ils sont utilisés sur de très longs trajets. Il faut donc prévoir de grands espaces à bord du navire, ce qui réduit la capacité de stockage des marchandises commerciales. En outre, du point de vue de l'armateur / de la compagnie maritime, la solution des réservoirs de carburant mobiles implique une augmentation significative du risque de fuite de liquide à la température cryogénique et est donc extrêmement dangereuse car elle nécessite la répétition des activités de connexion et de déconnexion des réservoirs du réseau d'approvisionnement du navire.

Malgré les avantages susmentionnés de la configuration Mobile Fuel Tanks, cette dernière est, en raison des problèmes critiques qui viennent d'être décrits, peu répandue dans la pratique.

Voici un résumé des points forts et des points faibles, des menaces et des opportunités en ce qui concerne la configuration de la technologie de soutage du GNL Mobile Fuel Tank (Figure 18).



Figure 18. Analyse SWOT de la configuration Mobile Fuel Tanks

Strengths	Weaknesses
▪ Flessibilità operativa ▪ Possibilità di movimentare il serbatoio all'interno dell'area portuale ▪ Possibilità di caricare direttamente l'ISO container a bordo nave ▪ Contenuti investimenti iniziali	▪ Limitata capacità dei serbatoi ▪ Limitata velocità di trasferimento del combustibile ▪ Necessità di connessione alla rete elettrica
Opportunities	Threats
▪ Scalabilità del sistema ▪ Possibilità di sopperire a domande spot ▪ Possibilità di effettuare SIMOPS	▪ Rischi connessi alla movimentazione del serbatoio in porto ▪ Definizione di aree di sosta per i mezzi di trasporto

Source: Nt. élaboration.

3.4.5. Benchmarking et comparaison des configurations alternatives

À la suite des analyses effectuées pour chaque configuration, il est possible de dresser un tableau synoptique comparatif des différentes solutions technologiques de soutage du GNL dans le secteur maritime-portuaire, afin d'identifier les principaux avantages et les éventuels problèmes critiques qui caractérisent chacune des options ci-dessus d'un point de vue opérationnel, de gestion, économique-financier et environnemental.

À la lumière de l'analyse effectuée et des résultats résumés dans le Tableau 7, il est clair que le choix de la configuration technologique la plus appropriée pour répondre aux besoins spécifiques des ports de la zone cible dépend fortement d'une multiplicité d'éléments relatifs aux facteurs endogènes de la technologie et aux facteurs exogènes liés au contexte dans lequel le port s'inscrit. En fait, en confirmation des considérations faites précédemment, on peut constater qu'à mesure que la capacité des réservoirs des différents navires augmente, les solutions technologiques de soutage de type Ship To Ship et Port To Ship sont nécessairement préférées, au détriment de la configuration Truck To Ship, qui est privilégiée, en raison de la capacité réduite de stockage de GNL des pétroliers et des camions-citernes utilisés pour les activités de soutage, pour le ravitaillement des petits navires à capacité de réservoir limitée (moins de 500 m³), tels que les navires de service et les petites unités Ro-Ro.



Tableau 7. Benchmarking et comparaison des configurations des technologies de soutage du GNL.

	Configurazione Truck to Ship [TTS]	Configurazione Ship to Ship [STS]	Configurazione Port o Terminal to Ship [PTS]	Configurazione Mobile fuel tanks
<i>Volumi di GNL</i>	Inferiori a 200 m ³	Compresi tra 1.000 e 10.000 m ³	Nessun limite in termini di volumi	Compresi tra 20 e 50 m ³ per unità
<i>Velocità delle operazioni di bunkering</i>	Bassa	Media	Alta	Medio-Alta
<i>Portata caratteristica di trasferimento</i>	50 m ³ /h	1000 m ³ /h	2000 m ³ /h	50 m ³ /h
<i>Vantaggi</i>	- Elevata flessibilità operativa; - Assenza di investimenti infrastrutturali; - Basso investimento iniziale; - Reversibilità	- Possibilità di effettuare SIMOPs (turn-around times ridotti); - Assenza di impiego di spazi portuali dedicati; - Flessibilità nella localizzazione e nei volumi.	- Tempistiche di bunkering molto contenute; - Flessibilità nei volumi gestiti; - Modularità nella definizione della capacità complessiva della stazione di bunkering	- Semplicità distributiva; - Assenza di investimenti infrastrutturali dedicati; - Basso investimento iniziale; - Le navi non devono navigare sino a una specifica localizzazione nel porto.
<i>Svantaggi</i>	- Velocità e portata del rifornimento molto limitate;	- Elevati investimenti in navi e chiatte per il rifornimento;	- Obbligo per le navi di raggiungere una	- Ridotta capacità di stoccaggio per singolo tank;
	- Capacità di stoccaggio contenuta; - Rischi connessi all'assenza di personale tecnico specializzato; - Elevati costi di trasporto per m³ di GNL; - Presenza di truck in banchina con conseguente incremento dei rischi per le persone e le merci.	- Costi operativi superiori a altre soluzioni tecniche; - Aumento del rischio connesso a collisioni tra navi e incidenti; - Maggiore complessità nella gestione delle operazioni di bunkering.	- specifica location nel porto; - Impossibilità di svolgere SIMOPs (allungamento delle tempistiche di turn-around); - Elevati investimenti in dotazioni infrastrutturali e attrezzature; - Occupazione di ampi spazi portuali.	- Riduzione della capacità di carico a uso commerciale della nave rifornita; - Maggiore pericolosità delle operazioni connesse al sollevamento dei serbatoi; - Necessità di avere gru di carico (in banchina o in dotazione alla nave da rifornire).
<i>Applicazioni in ambito portuale</i>	- Localizzazioni contraddistinte da bassa frequenza di bunkering di GNL; - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti con molteplici terminal che richiedano l'assegnazione di aree per il bunkering; - Porti non serviti dalla rete di rifornimento.	- Porti con traffico misto (inland e seagoing ships); - Porti caratterizzati da ampi specchi acquei; - Porti non particolarmente soggetti a condizioni meteo avverse	- Porti di medie o grandi dimensioni; - Porti caratterizzati da elevata frequenza di operazioni di bunkering di GNL; - Porti caratterizzati da domanda di GNL stabile o facilmente prevedibile.	- Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti ove transitano numerose portacontainer.

Source: Nt. élaboration.

3.5. Application de l'analyse SWOT à des business cases spécifiques.

La méthodologie proposée et les cadres synoptiques nécessaires proposés en ce qui concerne spécifiquement l'avitaillement en GNL dans le contexte maritime portuaire peuvent être utilement

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

utilisés par les différents acteurs publics et décideurs impliqués dans les processus de planification et de programmation des investissements liés à l'avitaillement et aux installations de stockage de GNL dans les ports de la zone de programme lors des phases d'évaluation préliminaire des options technologiques concrètes potentiellement applicables au contexte portuaire spécifique évalué. En outre, les résultats des activités de recherche menées, compte tenu du format "agile" et "intelligent" qui les distingue, favorisent la diffusion des connaissances sur le phénomène étudié également auprès de publics non techniques intéressés par le sujet.

En référence à la réalité portuaire de Gênes et de Savone, l'AdSP de la mer de Ligurie occidentale a commencé à évaluer la faisabilité de certaines solutions technologiques pour assurer l'installation de systèmes de soutage naval dans l'un de ses ports d'escale ; en conséquence, deux solutions semblent être réalisables à ce jour : "Ship to Ship" et installation de GNL sur une barge flottante amarrée dans le port.

Des considérations similaires peuvent être faites en ce qui concerne le contexte de l'AdSP de la mer de Ligurie orientale où, en octobre 2020, le premier ravitaillement en GNL sera effectué sur le navire Costa Smeralda (Costa Cruises) dans le port de La Spezia et prévoira la possibilité d'un ravitaillement "ship to ship". Cette option technologique avait en effet été identifiée à travers l'analyse SWOT menée par l'équipe UNIGE-CIELI au sein du projet TDI RETE-GNL comme la plus appropriée pour les zones du port de La Spezia considérées (en fait, les restrictions importantes que le le trafic portuaire devra respecter pour respecter la sécurité, ainsi que les conditions météorologiques maritimes nécessaires).

En conclusion, l'application et la diffusion de cette approche méthodologique pour l'évaluation préliminaire des options qui peuvent être concrètement adoptées dans chaque réalité portuaire spécifique de la zone cible, représente un soutien valable au processus décisionnel qui caractérise deux types de groupes cibles du projet TDI RETE-GNL, à savoir les organismes publics (régions, municipalités, villes métropolitaines, VVFF, bureaux portuaires) et les organismes de droit public (AdSP et autorité portuaire). En effet, compte tenu de l'importance du sujet, la Région Ligurie a organisé une journée de formation à son siège le 15/11/2019.

4. FICHE DE SYNTHÈSE DU PRODUIT T1.1.3 "MEILLEURES PRATIQUES CONCERNANT LES PROCÉDURES DE SOUTAGE ET DE STOCKAGE DU GNL DANS LES PORTS".

Les rapports réalisés dans le cadre du produit T1.1.3 "Bonnes pratiques sur les procédures de soutage et de stockage du GNL dans les ports" ont été réalisés par le CF UNIGE-CIELI, partenaire P2 UNIPI, partenaire P3 UNICA-CIREM, partenaire P4 OTC et partenaire P5 CCIV, selon la répartition des tâches prévue dans le formulaire. Les partenaires P4 et P5 ont également fait appel aux consultants externes Elengy, Tractebel, Gazocean et SeeUp, tandis que le CF ont également fait appel au soutien externe de AMP Solutions Srl. Les documents complets produits sont disponibles sur le portail du programme maritime Interreg (<https://web.regione.toscana.it/marittimo>).



4.1. Finalités du produit T1.1.3

Le produit T1.1.3 "Meilleures pratiques liées aux procédures de soutage et de stockage du GNL dans les ports" prévoit la production d'un rapport de synthèse sur les meilleures pratiques liées aux procédures de soutage et de stockage dans les installations de GNL, qui pourrait être utilisé dans les ports de la zone Cible (Ligurie, Toscane, Sardaigne, Corse et Région PACA), en raison des caractéristiques morphologiques, techniques et de localisation spécifiques des sites en question, en tenant compte des différentes options technologiques pour le soutage du GNL dans l'environnement maritime portuaire.

Pour la réalisation du produit, le Chef de file UNIGE-CIELI a défini un modèle conceptuel à adopter afin de créer des fiches de synthèse homogènes pour approfondir les principales bonnes pratiques en matière de gestion des opérations de soutage et des procédures connexes en référence aux ports inclus dans le formulaire. La mise en œuvre des activités de recherche en question n'a pas été facile en raison du manque d'études de cas empiriques déjà en place dans les ports de la région. Le modèle conceptuel relatif à la fiche de synthèse en question a ensuite été validé par les partenaires qui, chacun pour les ports de leur propre compétence géographique, ont procédé à la collecte des données et à l'étude des cas.

La fiche de synthèse en question comporte plusieurs sections fonctionnelles pour la collecte de données et d'informations de différentes natures. En plus des informations concernant le domaine d'intérêt, l'auteur du formulaire et le port/Business case, le format choisi permet de synthétiser de nombreuses informations sur :

- ✓ l'évaluation de la méthode/la solution technologique la plus appropriée pour le soutage du GNL dans le cas présent ;
- ✓ indication de la capacité de stockage ;
- ✓ description des opérations de soutage prévues ;
- ✓ le statut d'autorisation de l'installation ;
- ✓ indications sur les opérations d'urgence et les procédures de sécurité ;

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



- ✓ tout plan de formation du personnel envisagé en relation avec l'installation en question;
- ✓ la nature et les caractéristiques des systèmes de surveillance des installations et des opérations de soutage du GNL dans le cas en question.

En détail, les contributions préparées par les partenaires sont les suivantes :

- Business case lié au port de Livourne réalisé par le partenaire P2 DESTEC-UNUPI ; cette contribution a permis d'étudier avec un intérêt particulier les aspects du type d'autorisation concernant les conditions de l'usine.
- Business case relatif au port de Cagliari (projet de terminal GNL ISGAS dans le port du canal de Cagliari) et business case Porto di Oristano (usine de stockage, regazéification et distribution de GNL proposée par IVI Petrolifera dans le port d'Oristano - Santa Giusta) réalisés par le partenaire P3 UNICA-CIREM ; ces contributions ont mis en évidence en détail la configuration, le fonctionnement et la procédure d'autorisation des deux usines en question.
- Business case relatifs au port de Gênes (bassin portuaire de Sampierdarena - Calata Oli Mineralquay) et au port de Vado Ligure (Dépôt en tête de plate-forme) réalisés par le CF UNIGE-CIELI ; ces contributions ont analysé certaines des principales hypothèses de localisation pour la préparation des installations de stockage et de soutage de GNL en relation avec les ports de la mer Ligurienne occidentale AdSP.
- Business cases liés aux ports de Corse ; le partenaire P4 OTC, compte tenu de l'essence des projets axés à ce jour sur la construction éventuelle d'une installation de soutage et de stockage de GNL dans les ports de Corse, a confié au consultant externe SeeUp l'élaboration d'une étude ad hoc sur les meilleures pratiques liées au soutage et au stockage en général et en particulier aux ports de Corse avec la présentation d'une journée de démonstration. Le rapport dans sa version complète est joint à ce produit en tant qu'"ANNEXE II".
- Business case relatif au port de Toulon réalisé par Partner P5 CCIvar ; cette contribution a permis de décrire l'état de l'art du GNL dans le port en question ; Partner P5 CCIvar a également confié au consultant externe Gazocéan une étude visant à considérer les meilleures pratiques en matière de procédures avec une attention particulière à l'analyse et à la gestion des risques. Le rapport dans sa version complète est joint à ce produit en tant qu'"ANNEXE I".

Afin de donner un aperçu du produit, c'est-à-dire des principales meilleures pratiques liées aux procédures de soutage et de stockage et des différentes options technologiques qui en résultent dans les usines de GNL utilisées ou supposées dans les ports de la zone cible du projet, les aspects les plus importants de chaque business case créé par les partenaires du projet sont présentés ci-dessous, résumés schématiquement dans le tableau synoptique ci-dessous et les contributions présentées par chaque partenaire sont ensuite rapportées dans leur intégralité.

Tabella 8. Tabella sinottica best practices di ogni business case

<i>Business cases</i>	<i>Zone cible</i>	<i>solution de soutage adaptée</i>	<i>Capacité de stockage</i>	<i>Procédures de sécurité</i>	<i>Plans de formation</i>	<i>Systèmes de suivi</i>
Port de Livourne	Toscane	n.a.	5.000m ³	Rapport préliminaire de sécurité et projet de lutte contre l'incendie livré.	Formation du personnel de quai.	n.a.
Port de Cagliari (projet de terminal GNL ISGAS dans le port du canal de Cagliari)	Sardaigne	Ship-to-Ship; Truck-to-Ship, Port-to-Ship	22.078m ³	Système de collecte d'éventuels déversements de GNL ; zones permettant l'écoulement de liquides ; la présence de sources de risque mobiles dans le dépôt est interdite.	Information, formation et éducation appropriées en matière de sécurité et de prévention des accidents pour les employés et le personnel externe travaillant dans le terminal et pour les visiteurs.	Système de contrôle distribué (DCS) ; système d'urgence (ESD) ; système de contrôle.
Port d'Oristano (usine de stockage, de regazéification et de distribution de GNL IVI Petrolifera-Santa Giusta)	Sardaigne	Ship-to-Ship	880.000m ³	Politique de prévention des accidents majeurs (PPAM) ; organisation d'un système de Gestion de la Sécurité.	Cours destinés aux cadres (pour le développement de la capacité de gestion, les aspects technico-managériaux, la sécurité et la protection de l'environnement) et aux travailleurs (théoriques-pratiques).	Surveillance des composantes environnementales telles que l'atmosphère, le bruit et les eaux de surface de la mer et des eaux souterraines.
Port de Gênes (bassin du port de Sampierdarena - quai minéralier de Calata Oli)	Ligurie	Truck-to-Ship; Port-to-Ship	20.000m ³ + 100m ³ supplémentaire	n.a.	n.a.	n.a.
Port de Vado Ligure (Dépôt dans l'en-tête de la plate-forme)	Ligurie	Port-to-Ship	10.400m ³ + 5.000m ³	n.a.	n.a.	n.a.
Ports de Corse	Corse	Mobile Fuel Tank	n.a.	Évaluation des risques potentiels ; définition d'une zone de sécurité autour des installations de soutage avec des limites d'entrée.	Les rôles, les responsabilités et le parcours de formation changent en fonction des acteurs.	Personne responsable (PR) désignée pour superviser l'opération de soutage et contrôler la zone.
Ports de Toulon	Région PACA	Truck-to-Ship; barge flottante	n.a.	Les opérateurs portuaires sont soumis à des règles de conduite, des restrictions et des interdictions strictes en raison de la nature du GNL (marchandises dangereuses).	n.a.	n.a.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

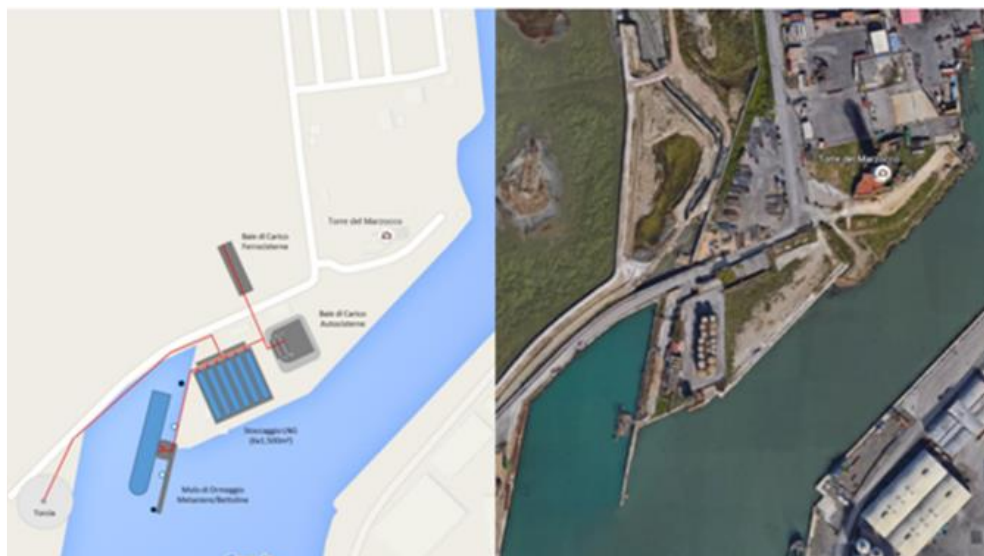
4.2. Business Cases de Livourne

Zone d'intérêt: Toscane.

Auteur : Université de Pise – DESTEC.

Port/Business case : Port de Livourne.

Photo / Rendu des zones de soutage et de stockage de GNL



Évaluation de la méthode / solution technologique la plus appropriée pour l'avitaillement.

La société "Livorno LNG Terminal Spa" (LLT), créée le 21 février 2018 en tant qu'entreprise commune à parts égales entre Costiero Gas Livorno SpA (CGL) et NVI (spécifiquement créée entre Neri Depositi Costieri SpA et Società Italiana Gas Liquidi SpA)., a parmi ses objectifs la conception, la construction, l'entretien et la gestion d'un terminal pour le stockage et l'entrepôt (tant côtier qu'intérieur) ainsi que pour la manutention du gaz naturel liquéfié et des produits dérivés et connexes de nature gazeuse, tant par voie terrestre que maritime, grâce à la gestion de quais dédiés qui permettent l'amarrage, le déchargement et le chargement des navires pour le transport de GNL. L'autorité portuaire présente publiquement au MIT son "Projet stratégique GNL dans le port et le cluster industriel de Livourne" 2015/02/26 évaluant différents sites pour allouer une petite échelle de GNL. La zone qui correspond à toutes les exigences est celle en concession à Neri Depositi Costieri décrite ci-dessous.

Détermination de la capacité de stockage.

La centrale aura une capacité de 5 000 mètres cubes (9 000 mètres cubes initialement prévus) de stockage de GNL et sera composée de 4 réservoirs horizontaux de 1 250 mètres cubes pour un débit annuel de 150 000 tonnes ; la centrale sera équipée de 4 auvents de chargement capables d'alimenter 20 à 25 navires-citernes par jour.

Définition des opérations de soutage.

L'usine sera alimentée par des navires d'une taille comprise entre 3 000 et 7 500 mètres cubes.

Détermination des autorisations pour les composants de l'usine.

- 26/02/2015 L'autorité portuaire présente publiquement au MIT son "Projet stratégique GNL dans le cluster portuaire et industriel de Livourne" évaluant différents sites pour allouer une



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



petite échelle de GNL. La zone qui correspond à toutes les exigences est celle en concession à Neri Depositi Costieri décrite ci-dessous.

- 2015/01/01 prend effet le renouvellement à Neri Depositi Costieri d'une licence de 8.690 mètres carrés sur lesquels sont placés des réservoirs pour le stockage du latex de caoutchouc. La licence n. 64 expirera le 31.12.2018. Une zone adjacente de 3 900 mètres carrés est utilisée comme zone de chantier par l'autorité portuaire et devrait être rendue à la fin des travaux de docking.
- 2016/02/15 Neri Depositi Costieri soumet une demande d'avis préalable sur la compatibilité du projet avec le plan directeur du port, joint l'étude préliminaire de faisabilité en se réservant le droit, en cas d'avis positif, de produire la documentation technique.
- 2016/03/03 l'Autorité Portuaire communique - Prot. 2235 PEC - que la Commission Technique d'Evaluation prévue par l'art. 33 du Règlement d'utilisation des zones d'état marin a exprimé un avis de conformité aux prévisions du Plan Directeur du Port.
- 2016/12/30 NDC rappelant l'avis de la Commission Technique d'Evaluation demande d'avances (Protocole Général TXT de l'AP) pour le renouvellement anticipé de la concession qui a expiré le 31.12.2018 intégrant la finalité "historique" avec la fourniture d'un GNL à petite échelle.
- 2017/01/31 L'U.G. publie le décret législatif n° 257, qui réglemente la mise en œuvre de la directive européenne en prévoyant que les concessions accordées dans le cadre des autorisations pour les installations et les infrastructures énergétiques stratégiques (telles que le GNL) doivent être "d'une durée minimale de dix ans".
- 2017/03/16 NDC, faisant référence à la législation susmentionnée, soumet une demande, complétant la précédente, avec une demande de concession de dix ans.
- 2017/04/13 avec le Prot. 3076 PEC l'AP prévoit que les aspects de concession de la demande soumise par NDC sont soumis, en vertu du Décret législatif 257, à l'autorisation à délivrer lors d'une conférence de services convoquée par le MISE.
- Le projet 2017/10/11- 11 est soumis en premier lieu à la MISE où il reçoit un avis préliminaire favorable des fonctionnaires de la (Division V - Marchés et infrastructures de transport et de fourniture de gaz naturel).
- 2017/12/6 NDC, dans l'attente de la procédure engagée auprès du ministère compétent, soumet, par le biais du Mod.02, une demande de renouvellement de la licence 64/2015 pour une période de 48 mois.
- 2018/02/21 est constitué L.L.T. Spa Livorno Terminal GNL Spa entre Costiero Gas (Eni/Liquigas) et NVI (Neri Vulcangas).
- 2018/03/8 Avis favorable de la Surintendance archéologique des arts et du paysage de Pise et Livourne sur l'impact sur le paysage.
- 2018/08/2 Réunion au MATTM pour la définition du processus d'autorisation et l'applicabilité de la procédure d'EIE aux fins de la délivrance de l'autorisation unique par le MISE
- 2018/10/23 LLT achève la sélection des sociétés d'ingénierie qui seront invitées à soumissionner pour l'ingénierie de détail et la construction du dépôt.
- 2018/10/22 La société Chart Ferox achève l'ingénierie de base/FEED pour préparer le rapport de sécurité aux fins de Seveso III et pour demander des offres aux entreprises invitées à soumissionner pour la construction.
- 2018/11/9 l'Autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord communique, avec le Prot. 0020725 PEC qu'elle pourra donner suite à la demande de renouvellement pour 48 mois seulement en tant que dépôt de latex sans connaître l'état de la procédure ministérielle.
- 2019/05/13 avec le Prot. 0015735 PEC l'Autorité communique qu'avec la mesure n. 38/2019 la concession expirée le 31.12.2018 a été renouvelée pour 48 mois et donc jusqu'au 31.12.2022.

TDI RETE-GNL

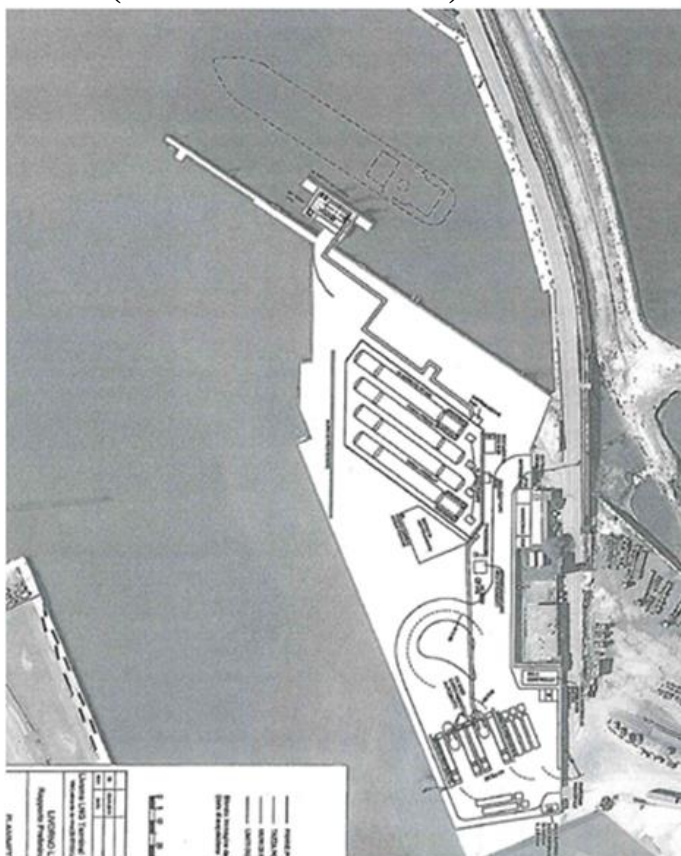
Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- 2019/06/13 le CTR Toscana nomme le groupe de travail chargé de instruire le dossier pour l'émission de l'autorisation de la Faisabilité pour la construction du Dépôt et de suivre l'avis favorable sur le projet de lutte contre l'incendie.

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

La documentation qui existe actuellement n'est pas dans le domaine public.

- 2018/12/20 LLT attribue à Eidos le contrat pour l'étude des aspects de sécurité pour les obligations de la législation Seveso III
- 2019/04/16 Rapport de sécurité préliminaire pour la demande d'autorisation de faisabilité Seveso III déposée auprès de CTR Toscana.
- 2019/04/16 A livré le projet de lutte contre les incendies, inclus dans le rapport préliminaire de sécurité, pour l'évaluation du projet aux fins du décret présidentiel 151/2011 au commandement régional du VVF Toscane (et ensuite au VVF Livourne).



Plans de formation du personnel.

Certaines activités de l'Autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne septentrionale (par exemple le projet Interreg GNL-Facile au titre de l'avis II, actuellement en cours) prévoient également la formation du personnel portuaire.

Surveillance du système et des installations de GNL.

Informations non disponibles.

4.3. Business Case Port de Cagliari

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Zone d'intérêt: Sardaigne.

Auteur: Unica- CIIREM

Port/Business case : Port de Cagliari, projet de terminal GNL ISGAS dans le port de Cagliari

Photo/Rendu des zones de soutage et de stockage du GNL



Photo/Rendu des zones de soutage et de stockage du GNL Porto Canale di Cagliari



Évaluation de la méthode/technologie de soutage la plus appropriée.

L'infrastructure du terminal GNL proposé dans le port du canal de Cagliari a été conçue pour créer un "point de soutage" efficace (Ship to Ship STS, Truck to Ship TTS, ou Pipe to Ship PTS) en Méditerranée. Étant donné qu'il n'existe pas de modalité de soutage unique capable de satisfaire tous les besoins des acteurs portuaires, le projet de terminal du port du canal de Cagliari a été conçu pour pouvoir fournir les trois types de services de soutage mentionnés ci-dessus. Toutefois, il convient de souligner que les services les plus efficaces et les plus demandés seront ceux qui adopteront le transfert de GNL via :

- TTS : système considéré comme le plus approprié pour approvisionner les navires avec de petits réservoirs (par exemple, les remorqueurs) et comme une solution temporaire pour assurer le soutage en l'absence d'infrastructures dédiées (par exemple, le ravitaillement des ferries).
- PTS : système jugé plus approprié pour répondre aux besoins de ravitaillement des grands réservoirs grâce à des partenariats avec les exploitants de navires.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Afin de garantir des conditions adéquates pour le transit et la manœuvre des transporteurs de gaz dans le port du canal de Cagliari, un contrôle a été effectué sur l'espace et les profondeurs disponibles dans le port lui-même, tant le long de la voie d'accès que dans la zone d'évolution. Les éléments suivants ont été examinés :

- Caractéristiques des fonds marins, avec référence expresse à leur profondeur ;
- Voies d'accès et canaux de manœuvre, avec référence expresse aux dimensions des canaux le long des voies d'accès et de sortie ;
- Zones d'évolution : amplitude, avec référence expresse à la taille du cercle d'évolution ;
- Scénarios de passage des navires, en référence au passage des navires devant le quai où sont positionnés les méthaniers.
- Scénario de risque hypothétique et improbable (Flash Fire), dû à la libération de GNL suite à la rupture du bras de chargement du méthanier amarré au quai prévu.

Les navires de référence pour lesquels les calculs pertinents ont été effectués ont un tirant d'eau variant selon les conditions de chargement de 3,3 m à 3,6 m. Les transporteurs de GNL ont un tirant d'eau maximal inférieur à 8,6 m, dans les conditions les plus défavorables de pleine charge et compte tenu des conditions de marée les plus défavorables. Le chenal d'accès au port doit avoir une profondeur supérieure à 16 m.

Compte tenu de la différence entre la profondeur du chenal d'accès (>16 m) et le tirant d'eau des navires à pleine charge et dans des conditions de marée, il n'y a pas de problèmes de tirant d'eau le long du chenal d'accès (même dans des conditions locales de vagues internes).

La largeur minimale requise pour le transit des transporteurs de gaz le long du canal d'accès, selon les lignes directrices SIGTTO⁵, est d'environ 5 fois la largeur du navire en transit.

Le plus large des navires de référence est le Coral Energy, qui a une capacité de 15.600 m³ et une largeur d'environ 25 m. La largeur minimale requise pour le transit est donc de 125 m. Le chenal d'accès au port a une taille d'environ 300 m et est donc compatible avec la largeur minimale indiquée ci-dessus. En ce qui concerne la zone d'évolution, la vérification des espaces nécessaires pour permettre la manoeuvrabilité des transporteurs de gaz dans le port a été effectuée en référence aux lignes directrices SIGTTO, qui définissent que le diamètre minimum du cercle d'évolution doit être environ 2 à 3 fois la largeur du navire. La vérification est positive car :

- La largeur maximale du navire de conception est de 22,7 m ;
- Le diamètre minimal du cercle d'évolution est d'environ 70 m (plus de 3 fois la largeur maximale du navire de conception), tandis que le diamètre de la zone d'évolution du port du canal dépasse 500 m, ce qui est compatible avec les caractéristiques du port.

Détermination de la capacité de stockage.

Le volume total des 18 réservoirs est de 22 068 m³. Le terminal a été conçu et dimensionné en tenant compte des aspects suivants :

- l'accostage des méthaniers jusqu'à une capacité maximale de 15 000 m³ (7 500 m³ pour le premier lot fonctionnel) ;

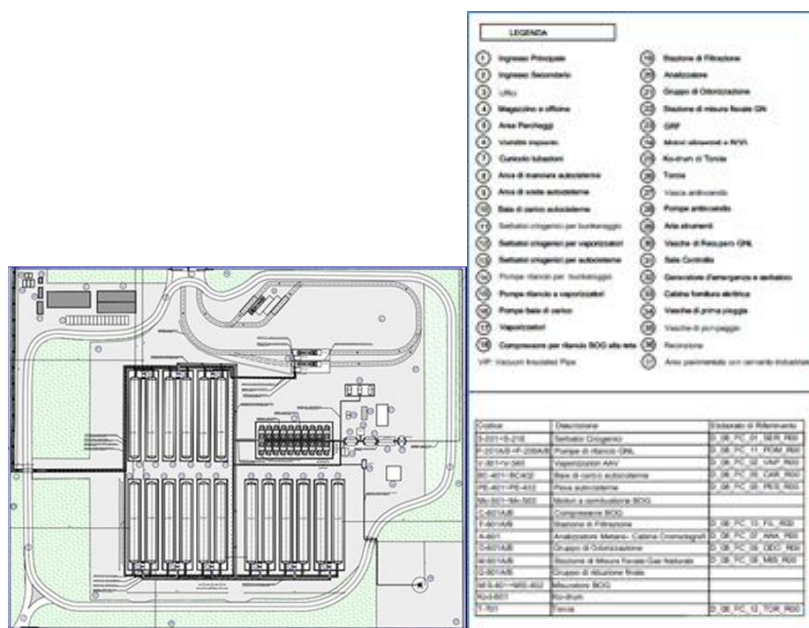
⁵ Society of International Gas Tanker and Terminal Operators.

- une capacité de stockage utile dans des réservoirs fixes d'environ 22 000 m³ de GNL (1226 m³ par réservoir, 18 réservoirs au total) ;
- approvisionnement minimum estimé à 360 000 m³/an de GNL (2 charges mensuelles de 15 000 m³) ;
- Le GNL transféré par camions-citernes/barges équivaut à 120 000 m³/an ;
- Le GNL regazéifié et envoyé sur le réseau équivaut à 240 000 m³/an ;
- une capacité de regazéification de 832 millions de m³/an.

Définition des opérations de soutage.

Le chargement du GNL sur les navires est rendu possible par le fonctionnement de deux pompes de surpression reliées aux réservoirs. Les pompes de surpression de GNL tirent le GNL des réservoirs par des tuyaux de 6" pour le suralimenter à la pression appropriée dans le collecteur principal de 6" situé à la sortie des réservoirs et pendant le fonctionnement normal. Les pompes envoient le GNL au quai et par le bras de chargement, en utilisant la même ligne de déchargement que les navires mais dans le sens opposé, elles se ravitaillent. Les pompes doivent être installées à côté des réservoirs et doivent être couplées à un fonctionnement alternatif. Les mêmes pompes, avec la configuration appropriée, permettent de recirculer le GNL vers le quai pour refroidir la tuyauterie de déchargement.

Schéma des composants du système ISGAS



Les pompes sont dimensionnées en configuration alternée sur la capacité maximale d'alimentation des bateaux de l'ordre de 250 m³/h à une pression maximale de 5 bars.

Les navires peuvent être chargés à l'aide du collecteur de 12" à quai, qui est réduit à 10" dans le bras de chargement ou, en alternative, à partir de la conduite de GNL de 8" - qui va de l'usine au quai et qui se jette ensuite dans le collecteur et le bras. Cette ligne est conçue pour les opérations de refroidissement des conduites principales, en plus de la ligne BOG pour l'équilibrage de la pression.

Le flux de transfert est régulé par deux vannes dont le débit de travail est fixé par l'opérateur dans la salle de contrôle en fonction des caractéristiques de la cuve lors du chargement et des conditions dans lesquelles le transfert a lieu. Dans cette phase, il est également possible de procéder au chargement

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

simultané des navires-citernes alors qu'il ne sera pas possible de procéder à la recirculation et au refroidissement des lignes de transfert. Le BOG sera géré dans l'ordre de priorité suivant :

- La relance du réseau de transport urbain / pipeline
- Alimenter les générateurs électriques du système
- Maintien de la pression maximale définie pour les navires en cours de rechargement
- Exécution des procédures de refroidissement et/ou de variation de la pression de travail.

Détermination des autorisations pour les composants du système (réservoirs, station de soutage, manutention des vannes, etc.).

Il n'y a pas d'informations sur ces parties du projet.

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Le Projet du terminal a été conçu pour minimiser la possibilité de déversement ou de fuite accidentels de GNL. Le système de collecte des déversements de GNL est conçu pour recueillir et contenir tout déversement autour et en dessous des réservoirs, des vannes, des conduites et des équipements. Le GNL étant un fluide cryogénique, cette particularité signifie qu'en cas de fuite, même d'une certaine ampleur, il se vaporise instantanément, formant principalement des nuages de gaz inflammables ou des jets. Les éventuelles flaques de GNL formées par les rejets seraient donc de taille très limitée. Les zones du terminal seront pavées et construites de manière à permettre l'écoulement des liquides (par exemple, l'eau de pluie) vers des canaux qui se déverseront dans un réservoir de collecte.

Aucune source mobile de risque n'est normalement censée être présente dans le dépôt. Tout accès à des moyens mobiles tels que des équipements de levage pour des opérations de maintenance sera contrôlé et surveillé par le personnel de l'usine. Afin d'éviter les dommages dus à des chutes d'objets ou à des collisions qui pourraient entraîner la perte de GNL, des précautions appropriées sont prises pour l'entretien et l'installation des équipements et des conduites. Le travail autour de l'équipement sera soumis à une évaluation des risques, mais en général, les opérations de levage avec des moyens mobiles à proximité de l'équipement ne seront pas autorisées. Seules les personnes autorisées auront accès au terminal. La limite du dépôt sera délimitée par une clôture de hauteur et de résistance appropriées, et sera surveillée par des outils de sécurité tels que des caméras de sécurité en circuit fermé, etc. Au terminal, il y aura un service de garde 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. La zone des quais se trouve dans une zone portuaire non publique, c'est-à-dire interdite aux personnes non autorisées. Toutes les opérations de chargement et de déchargement, etc., seront dûment supervisées par le personnel responsable.

Pendant les périodes où aucune opération de chargement et de déchargement des navires ou des réfectoires ne sera effectuée, les bras de chargement "au repos" et complètement vidés, seront délimités par une clôture avec un mur solide et un grillage. Cela garantira une protection contre les impacts accidentels et tout acte de sabotage.

Avant la phase de réalisation, le plan de sécurité sera préparé, et sera partagé avec les organismes intéressés. Le terminal GNL sera protégé par un réseau d'alimentation en eau ou de bornes d'incendie de taille appropriée et construit conformément aux normes et standards de référence (UNI 10779, UNI 12845 etc.). Le terminal GNL sera doté d'un système de lutte contre l'incendie consistant en un réseau d'eau développé en anneaux et maintenu constamment sous pression et en circulation par des pompes dédiées. Les prises d'eau seront déconnectées du réseau au moyen d'une colonne d'incendie en surface avec des entrées UNI 70.



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Les bouches d'incendie seront situées à une distance moyenne d'environ 45 m les unes des autres et seront situées sur le périmètre de chaque installation. Les routes intérieures qui longent les différentes installations du dépôt sont les principales "voies d'évacuation". Les voies d'évacuation seront convenablement marquées conformément au décret législatif 81/08 et au décret ministériel du 10 mars 1998.

Sur le plan des procédures techniques, les modalités d'échange et de communication avec le personnel des zones adjacentes aux installations du terminal seront définies, en particulier en ce qui concerne les activités menées dans les zones voisines, telles que la zone de quai gérée par la société Grendi, les zones adjacentes au quai affectées par le Corps de l'État (par exemple, la Guardia di Finanza), etc.

Des méthodes de communication et d'alerte non ambiguës seront définies tant pour la réalisation de phases telles que le déchargement des méthaniers que pour tout scénario d'accident hypothétique qui pourrait se produire au cours de ces phases opérationnelles (par exemple, scénario de relâchement du bras de chargement pendant le déchargement du méthanier).

En particulier, la surveillance des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent), la surveillance constante des phases de fonctionnement par un personnel spécialisé, l'installation de dispositifs pour signaler toute situation d'urgence soudaine, permettront une alerte immédiate. En outre, les opérations de déchargement des méthaniers seront effectuées, dans les limites du cas, principalement la nuit lorsque l'exploitation des installations adjacentes est réduite.

Plans de formation du personnel.

Une information, une formation et une éducation adéquates en matière de sécurité et de prévention des accidents seront fournies à tous les employés, ainsi qu'un programme d'information pour les employés des entreprises externes opérant dans le terminal et pour les visiteurs. Le personnel qui travaillera dans le terminal sera convenablement formé et instruit pour accomplir ses tâches en toute sécurité.

Le personnel de direction et les travailleurs seront périodiquement engagés dans des cours de formation. Le personnel d'encadrement sera formé au développement de compétences managériales tant pour la gestion technique que pour les aspects de sécurité et de protection de l'environnement. Les travailleurs de l'usine et de la maintenance participeront à des activités de formation tant au moment de l'embauche que pendant l'exercice des activités qui leur seront confiées, en participant à des cours de formation et à des stages théoriques et pratiques, conformément à la législation en vigueur, au décret législatif 81/2008 modifié et au décret législatif 105/15. L'objectif des cours sera d'approfondir les aspects opérationnels, les connaissances réglementaires et les bases théoriques les plus fréquemment appliquées dans l'activité opérationnelle, avec une attention particulière aux aspects de prévention de la sécurité et d'hygiène environnementale, de gestion des risques majeurs et des situations d'urgence.

Surveillance du système et des installations de GNL.

La centrale sera équipée d'un système de contrôle distribué (DCS) qui permettra, par l'intermédiaire du poste opérateur, la surveillance et le contrôle complet du processus, l'enregistrement des données, la gestion des alarmes, l'interfaçage avec le système d'urgence (ESD) et avec les systèmes de paquets ayant leur propre système de contrôle (PLC), la gestion et le traitement des données par la mise en œuvre de logiques fonctionnelles telles que les calculs, les algorithmes et les séquences opérationnelles. Le système DCS comprendra:

- les instruments dédiés aux fonctions de contrôle et de surveillance de la centrale (stations et/ou terminaux d'opérateurs, etc.) ;

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- des instruments dédiés à l'acquisition, au traitement et au tri des données (interfaces série dédiées, équipements de synchronisation, interfaces réseau, etc ;)
- des armoires périphériques équipées de contrôleurs programmables, dotées d'équipements d'E/S pour la connexion au terrain, dédiées à la gestion de la logique des processus.

Le poste opérateur sera situé dans la salle de contrôle principale, qui sera équipée d'un poste opérateur du système DCS à partir duquel il sera possible d'avoir un contrôle complet du processus, d'effectuer l'enregistrement des données, de gérer les alarmes, d'assurer l'interface avec le système ESD et les progiciels fournis avec le système PLC dédié.

Une deuxième station sera située près du quai afin de surveiller les opérations, telles que celles des bras de chargement, qui seront effectuées près des bras sous tension. Bien que les opérations d'entrée et d'amarrage dans le port du chenal des transporteurs de GNL seront définies et réglementées par des ordonnances spéciales qui établiront les conditions météorologiques maritimes limites, une unité spéciale de surveillance sera située dans la zone du quai pour surveiller la direction et l'intensité du vent, capable de signaler toute condition anormale soudaine (par exemple, un vent fort et soudain) et d'alerter le personnel afin de procéder à l'arrêt, si nécessaire, des opérations de transfert de GNL.

4.4. Business Case Port de Oristano

Zone d'intérêt: Sardaigne

Auteur: Unica-CIREM

Port/Business case: Port d'Oristano, usine de stockage, de regazéification et de distribution de GNL proposée par IVI Petrolifera dans le port d'Oristano - Santa Giusta.

Photo/Rendu des zones de soutage et de stockage du GNL Porto Oristano Santa Giusta - détail



Évaluation de la méthode/technologie de soutage la plus appropriée.

La motivation qui a poussé la société IVI Petrolifera à mettre en œuvre le projet de terminal GNL dans le port d'Oristano-Santo Giusta est celle de fournir en priorité les réseaux de gazoducs sur le territoire régional de la Sardaigne, qui sont en grande partie construits et opérationnels. L'usine vise également à distribuer une partie du GNL fourni par mer et par terre aux utilisateurs régionaux. En outre, l'idée du projet est le résultat des considérations générales supplémentaires suivantes :

- la mise en œuvre du projet augmentera la capacité d'importation de GNL en Italie, contribuant ainsi à la diversification des sources d'énergie du pays et favorisant la sécurité de l'approvisionnement ;



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- les terminaux de regazéification, par rapport aux gazoducs, offrent une plus grande flexibilité d'approvisionnement, une facilité d'expansion de leur capacité de regazéification et l'entrée directe de nouveaux opérateurs sur le marché italien du gaz naturel ;
- la construction d'un nouveau terminal GNL permet de diversifier les pays d'où provient le gaz naturel, favorisant ainsi la sécurité d'approvisionnement ;
- l'augmentation de l'utilisation du gaz naturel et la possibilité de distribuer le GNL directement par soutage sur les navires et les pétroliers, conformément aux besoins futurs du marché, favoriseront le remplacement d'autres combustibles fossiles, ce qui contribuera à la réduction des émissions dans l'atmosphère et facilitera la réalisation des objectifs de réduction des émissions fixés dans le protocole de Kyoto et les directives européennes sur l'amélioration de la qualité de l'air et la substitution des combustibles dans le transport maritime ;
- la mise en œuvre du projet aura des impacts économiques et environnementaux positifs, au niveau local, liés à l'utilisation du GNL dans le secteur du transport maritime et terrestre ;
- Enfin, le projet répondrait à la demande croissante de GNL dans le secteur du transport maritime résultant des dispositions de l'Organisation maritime internationale (OMI) sur les limites de soufre dans les combustibles marins.

Détermination de la capacité de stockage.

Le terminal sera alimenté par l'arrivée d'un maximum de 220 méthaniers par an, d'une capacité comprise entre 4 000 et 5 000 m³. Les volumes annuels maximums stockés seront de 880 000 m³ de GNL. Le projet prévoit la préparation des zones et des points de connexion pour les systèmes nécessaires au transfert du GNL vers les navires-citernes pour la distribution du produit sur le territoire intérieur, et pour l'approvisionnement des navires alimentés en GNL, respectivement. La ligne de déchargement du GNL aura la possibilité d'inverser le flux (reverse flow) de la ligne de déchargement du GNL. Le projet prévoit la distribution par mer d'environ 20 % du GNL fourni au dépôt, tandis que les 80 % restants seront distribués par route sur le territoire régional aux centres de consommation. Le calendrier suivant est estimé pour la réalisation des activités par mer :

- Manœuvre d'entrée dans le port et amarrage : 3 heures ;
- Temps de chargement/déchargement : 12 heures ;
- Manœuvre de désamarrage et de sortie : 3 heures.

En ce qui concerne la distribution par voie terrestre par camions-citernes, l'utilisation d'un maximum de 100 unités par an est prévue. Les activités de chargement des camions-citernes dureront environ 1,5 heure. L'usine sera opérationnelle pendant environ 310 jours par an et pourra fonctionner en continu pendant au moins 25 ans. Le projet est basé sur un flux continu de GNL capable de permettre un débit de regazéification de 60 000 m³ / h (équivalent à 100 m³ / h de GNL) ;

- Deux camions-citernes peuvent être chargés en même temps ;
- Le retour de la vapeur du camions-citernes vers le réservoir de GNL est prévu ;
- Il n'y a pas de retour de vapeur des réservoirs de stockage de GNL vers le navire transportant du GNL ;
- Le ravitaillement des barges peut être effectué simultanément au chargement du camions-citernes ;
- La regazéification peut être effectuée simultanément avec les opérations de manutention de GNL ci-dessus.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Les tableaux suivants fournissent quelques valeurs relatives aux caractéristiques de l'installation pour les opérations de chargement de GNL sur les navires et les navires-citernes.

Chargement Navires	
Capacité LNGC, min/max	4.000-5.000 m ³
Tonnage maximal des quais	50.000 DWT
Dimensions et longueur maximales des quais	170-190 m
Limitation du tirant d'eau du quai	11.5 m
Temps de déchargement	12 h

Chargement Camion	
Nombre de stations de chargement de camions	1
Nombre de quais de chargement de camions par station	2
Fréquence mensuelle des exportations de GNL	4.000 m ³
Fréquence de chargement des camions par jour ouvrable	3-4

Définition des opérations de soutage.

Le GNL est réapprovisionné par des pompes de transfert avec une ligne dédiée à la conduite commune de liquide dans la station de remplissage du navire. La ligne entre le collecteur de liquide et la station de remplissage du navire est la même que celle utilisée pour le déchargement du navire.

La capacité de remplissage pour l'avitaillement du navire est conçue pour 250 m³/h. Il y a un tuyau flexible pour le remplissage du navire (liquide). La procédure de ravitaillement en carburant est une opération de l'équipage où des opérateurs sont nécessaires sur le navire et sur le terminal.

Le ravitaillement du réservoir est effectué au moyen d'un tuyau de remplissage du navire pour une durée totale de déchargement d'environ 2 heures, sans compter la durée de l'amarrage, de l'ancrage et du désamarrage. Le réservoir est rempli depuis le collecteur de liquide jusqu'au refoulement de la pompe. Le remplissage du GNL et la pression de la cuve du navire de transport sont régulés par des vannes appropriées. La pression augmente pour corriger le flux de charge lors du démarrage et tombe à zéro à la fin de la séquence de remplissage automatique. Les tuyaux sont flexibles et équipés de raccords rapides et de raccords manuels de déconnexion qui permettent un fonctionnement sûr et fiable entre le terminal et le pétrolier. Les tuyaux et les raccords doivent être correctement stockés dans des armoires appropriées après le déchargement du GNL. Le terminal est également équipé d'une connexion ESD pneumatique. Le ravitaillement en GNL s'effectue en actionnant les 3 pompes de transfert de GNL qui pompent le GNL, par une ligne dédiée, jusqu'à la station-service. La canalisation entre le collecteur de liquide et la station de remplissage est la même que celle utilisée pour le déchargement des méthaniers :

- Bras de chargement pour le transfert de GNL ;
- Raccord de tuyau avec connexion rapide et raccords à détachement manuel ;
- Double vanne d'arrêt et évent pour l'isolation manuelle ;
- Valve automatique On/Off ;
- Vanne de contrôle pour augmenter le débit ;
- Capteur de température, correctement installé sur le quai pour détecter les grandes fuites de GNL ;
- Débitmètre et totalisateur pour la mesure fiscale ;

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- Transmetteurs de température et de pression ;
- Valve de purge d'azote ;
- Détecteurs d'incendie et de gaz ;
- Bouton d'arrêt et d'urgence ;
- Feux de signalisation.

En cas d'urgence et si la barge doit enlever sa cargaison, cela se fera à l'aide d'azote. La barge peut alors connecter le tuyau d'azote disponible sur le quai pour forcer le GNL à atteindre les réservoirs au sol.

Schéma des composants de l'usine IVI Petrolifera



LEGENDA	
1.	BAIA DI CARICOTRUCK
2.	SERBATOI DI STOCCAGGIO GNL
3.	POMPE GNL
4.	AREA POSSIBILE FUTURA ESPANSIONE
5.	SALA SKID DI MISURA E CAMPIONAMENTO GN
6.	SKID WOBBE
7.	VAPORIZZATORI AD ARIA
8.	POMPE ALTA PRESSIONE GNL
9.	VASCA E SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE
10.	TORRE PIEZOMETRICA/TAMBURO DI ASPIRAZIONE
11.	SCAMBIATORE-REGOLATORE DI TEMPERATURA ELETTRICO
12.	SALA ELETTRICA
13.	IMPIANTO PRODUZIONE ARIA
14.	IMPIANTO PRODUZIONE AZOTO
15.	GENERATORE DIESEL DI EMERGENZA
16.	SEPARATORE DI FIACCOLA
17.	SALA CONTROLLO
18.	TORCIA
19.	SKID COMPRESSORE MR
20.	SKID LIQUEFAZIONE
21.	SKID CIRCOLAZIONE GLICOLE
22.	SKID RAFFREDDATORE-PRE RAFFREDDAMENTO
23.	REFRIGERATORI D'ARIA
24.	IMPIANTO CC
25.	COMMUTATORE LV
26.	PANNELLO ILLUMINAZIONE
27.	PANNELLO ANTINCENDIO
28.	PANNELLO AUTOMAZIONE
29.	UNITA' DI ACCUMULO PRESSIONE
30.	SERBATOIO ANTINCENDIO
31.	POMPE ANTINCENDIO

Schéma du quai de chargement/déchargement



Détermination des autorisations pour les composants du système (réservoirs, station de soutage, manutention des vannes, etc.).

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Ces informations ne sont pas incluses dans le projet.

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Le projet prévoit la mise en œuvre d'une politique de prévention des accidents majeurs, PPAM, et l'organisation d'un système de gestion de la sécurité proportionnel aux dangers, aux activités industrielles et à la complexité de l'organisation dans l'usine et basé sur l'évaluation des risques. Le système intégrera la partie du système de gestion générale qui comprend la structure organisationnelle, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les processus et les ressources pour la détermination et la mise en œuvre de la politique de prévention des accidents majeurs. Le système de gestion de la sécurité portera sur les aspects suivants :

- organisation et personnel : rôles et responsabilités du personnel impliqué dans la gestion des risques d'accidents majeurs à tous les niveaux de l'organisation, ainsi que mesures prises pour sensibiliser à la nécessité d'une amélioration continue. Identification des besoins de formation du personnel et leur mise en œuvre ; implication des employés et du personnel des sous-traitants qui travailleront dans l'usine et qui devraient être concernés par la sécurité ;
- identification et évaluation des dangers pertinents : adoption et mise en œuvre de procédures pour l'identification systématique des dangers pertinents découlant d'une activité normale ou anormale, y compris, le cas échéant, des activités sous-traitées, et évaluation de leur probabilité et de leur gravité ;
- contrôle opérationnel : adoption et mise en œuvre de procédures et d'instructions pour une exploitation sûre, y compris la maintenance des installations, des processus et des équipements et pour la gestion des alarmes et des arrêts temporaires ; prise en compte des informations disponibles sur les meilleures pratiques en matière de surveillance et de contrôle afin de réduire le risque de défaillance des systèmes ; surveillance et contrôle des risques liés au vieillissement des équipements installés dans l'usine et à la corrosion ; inventaire des équipements de l'usine, stratégie et méthodologie de surveillance et de contrôle de l'état des équipements ; actions de suivi appropriées et contre-mesures nécessaires ;
- gestion des changements : adoption et mise en œuvre de procédures pour la planification des changements à apporter aux installations, aux processus ou aux installations de stockage ou pour la conception de nouvelles installations, de nouveaux processus ou de nouvelles installations de stockage ;
- plans d'urgence : adoption et mise en œuvre de procédures visant à identifier les situations d'urgence prévisibles par une analyse systématique et à élaborer, tester et réviser les plans d'urgence pour faire face à ces situations, et à fournir une formation ad hoc au personnel concerné. Cette formation concernera tout le personnel travaillant dans l'établissement, y compris le personnel sous-traitant concerné ; le suivi des performances : adoption et mise en œuvre de procédures pour l'évaluation continue du respect des objectifs fixés dans le PPAM et le système de gestion de la sécurité adopté, ainsi que des mécanismes de suivi et de prise de mesures correctives en cas de non-conformité. Les procédures comprendront le système de notification en cas d'accidents majeurs ou de quasi-accidents, notamment en raison de lacunes dans les mesures de protection, leur analyse et les mesures prises en conséquence sur la base de l'expérience acquise. Les procédures peuvent inclure des indicateurs de performance, tels que des indicateurs de sécurité et d'autres indicateurs pertinents ;
- suivi et révision : adoption et mise en œuvre de procédures relatives à l'évaluation régulière et systématique du PPAM, de l'efficacité et de l'adéquation du système de gestion de la sécurité.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Examen et mise à jour documentés de l'efficacité de la politique et du système de gestion de la sécurité par la direction, y compris la prise en compte et l'intégration éventuelle des changements indiqués par l'audit et la révision.

Plans de formation du personnel.

La direction et les travailleurs seront périodiquement engagés dans des cours de formation. Le personnel d'encadrement sera formé au développement de compétences managériales tant pour la gestion technique que pour les aspects liés à la sécurité et à la protection de l'environnement. Les travailleurs de l'usine et de la maintenance participeront à des activités de formation tant au moment de l'embauche que pendant l'exercice des activités qui leur seront confiées, en participant à des cours de formation et à des stages théoriques et pratiques, conformément à la législation en vigueur, au Décret Législatif 81/2008 modifié et au Décret Législatif 105/15. L'objectif des cours sera d'approfondir les aspects opérationnels, les connaissances réglementaires et les bases théoriques les plus fréquemment appliquées dans l'activité opérationnelle, avec une attention particulière aux aspects de la prévention de la sécurité et de l'hygiène environnementale, de la gestion des risques majeurs et des situations d'urgence.

Surveillance du système et des installations de GNL.

Les activités de surveillance spécifiques qui doivent être menées en relation avec les composantes environnementales sont les suivantes :

- Atmosphère,
- Le bruit,
- Eaux de surface et eaux souterraines.

En particulier, un programme de surveillance a été défini pour chacun des éléments ci-dessus :

- but de la surveillance ;
- la localisation des zones d'étude et des stations/points de surveillance ;
- les paramètres analytiques contrôlés et les méthodes d'échantillonnage ;
- la durée et la fréquence du contrôle.

Le choix et la localisation finale des stations/points de surveillance ont été définis à l'avance et peuvent être confirmés avant le début des activités d'échantillonnage. En ce qui concerne ce choix, il convient de noter que, d'un point de vue méthodologique, les directives ministérielles relatives au PAM indiquent que pour chaque composante environnementale, une zone d'enquête est identifiée "ou une portion de territoire dans laquelle des impacts significatifs sur la composante sont attendus". En ce qui concerne les composantes de l'atmosphère et du bruit, étant donné que les impacts potentiels sont liés à la présence de récepteurs anthropiques/industriels, plutôt que de définir une zone d'étude sur le territoire, il a été décidé d'identifier des points d'étude constitués des mêmes récepteurs et qui sont les cibles des impacts potentiels sur ces composantes. En ce qui concerne les eaux marines, la zone d'influence potentielle a été définie en tenant compte de la route des navires en transit et de l'approche existante d'IVI Petrolifera. En ce qui concerne les eaux souterraines, compte tenu de l'indication ARPAS mentionnée dans l'introduction, aucune zone d'étude n'a été définie et les positions des piézomètres sur les côtés de la zone de l'usine ont été choisies. En outre, il convient de noter que le calendrier complet des activités de suivi sera établi dans les phases ultérieures du développement de l'initiative et, en tout état de cause, envoyé bien à l'avance à l'ARPAS, afin de permettre la réalisation de toutes les activités de suivi nécessaires.

4.5. Business Case Port de Gênes

TDI RETE-GNL

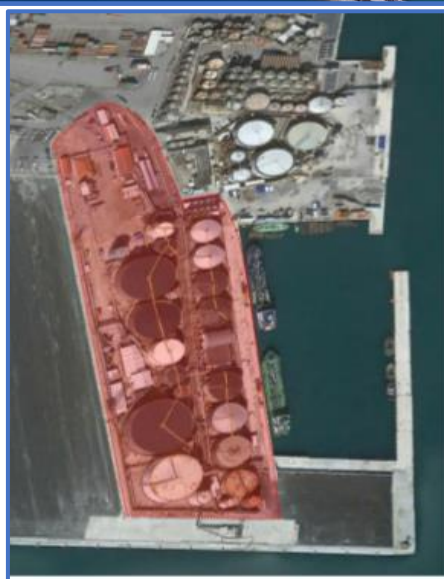
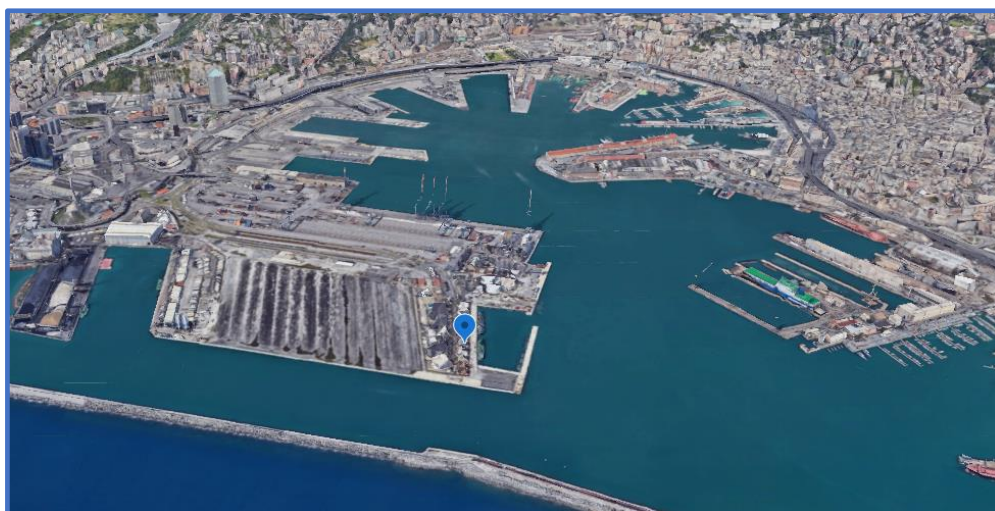
Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Zone d'intérêt: Ligurie

Auteur: UNIGE-CIELI

Port/Business case: Genova – Sampierdarena port basin – Calata Oli Mineralquay.

Photo/Rendu des zones de soutage et de stockage du GNL de Sampierdarena Bassin portuaire de Sampierdarena-Calata Oli Mineralquay



Évaluation de la méthode/technologie de soutage la plus appropriée.

Une des hypothèses de localisation proposée par le document "Engineering studies, final version - Technical report" (2016), centré sur le port de Gênes par le ministère des infrastructures et des transports dans le cadre du projet GAINN4CORE, prévoit la construction d'un dépôt de GNL dans les zones déjà utilisées pour les services de soutage dans le port de Sampierdarena, en particulier sur le site de Calata Oli Minerali. Les solutions technologiques de soutage les plus adaptées à la configuration du site sont TTS (Truck-To-Ship) et PTS (Port-To-Ship). La technologie Truck-to-Ship implique l'opération de soutage par l'utilisation d'un ou plusieurs camions-citernes qui, grâce à un système de tuyaux flexibles

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

et à un système de pompage auquel ils peuvent être reliés, alimentent le navire avec le GNL présent dans leurs réservoirs. La technologie "Port-To-Ship", en revanche, implique la construction d'un système de pipelines fixes qui relient directement le navire au quai avec l'installation de stockage à quai.

Détermination de la capacité de stockage.

L'hypothèse préliminaire en cours d'analyse envisage la construction d'une installation de stockage de GNL à terre composée de quatre réservoirs de stockage d'une capacité totale de 20 000 m³ plus une installation de stockage supplémentaire de 100 m³.

Définition des opérations de soutage.

L'hypothèse de Calata Oli Minerali envisage l'utilisation de solutions technologiques TTS ou PTS pour le soutage. Il n'y a pas d'autres informations sur le projet concernant la définition des opérations de soutage.

Détermination des autorisations pour les composants du système (réservoirs, station de soutage, manipulation des vannes, etc.).

Il n'y a pas d'informations sur la détermination des permis pour les composants de l'installation.

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Il n'y a aucune information sur le projet concernant la détermination des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Plans de formation du personnel.

Il n'y a aucune information sur le projet concernant les plans de formation.

Surveillance du système et des installations de GNL.

Il n'y a aucune information sur le projet concernant la surveillance du système et des installations de GNL.

4.6. Business Case Port de Vado

Zone d'intérêt: Ligurie

Auteur: UNIGE-CIELI

Port/Business case: Savona-Vado ligure – Deposito in testata piattaforma.

Photo / Rendu des zones de soutage et de stockage du GNL Vado Ligure



Interreg

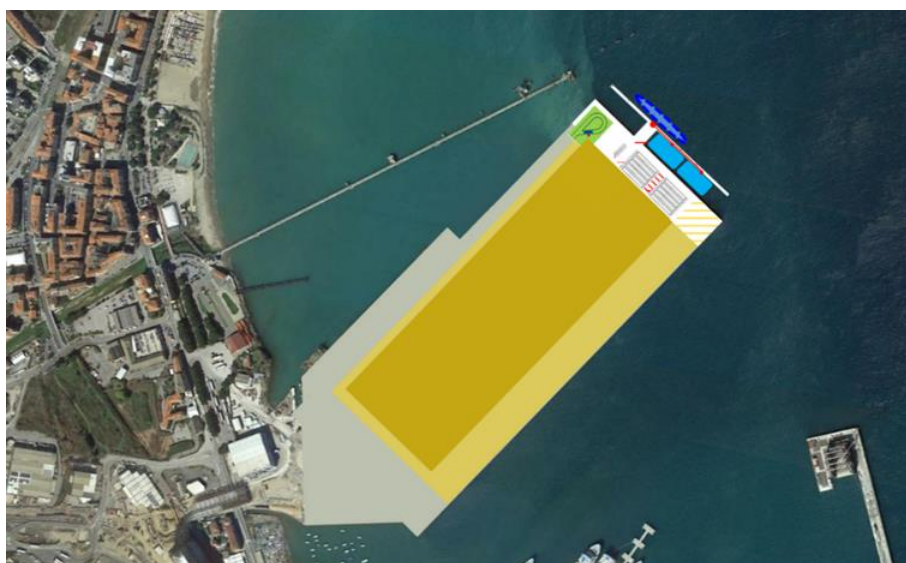
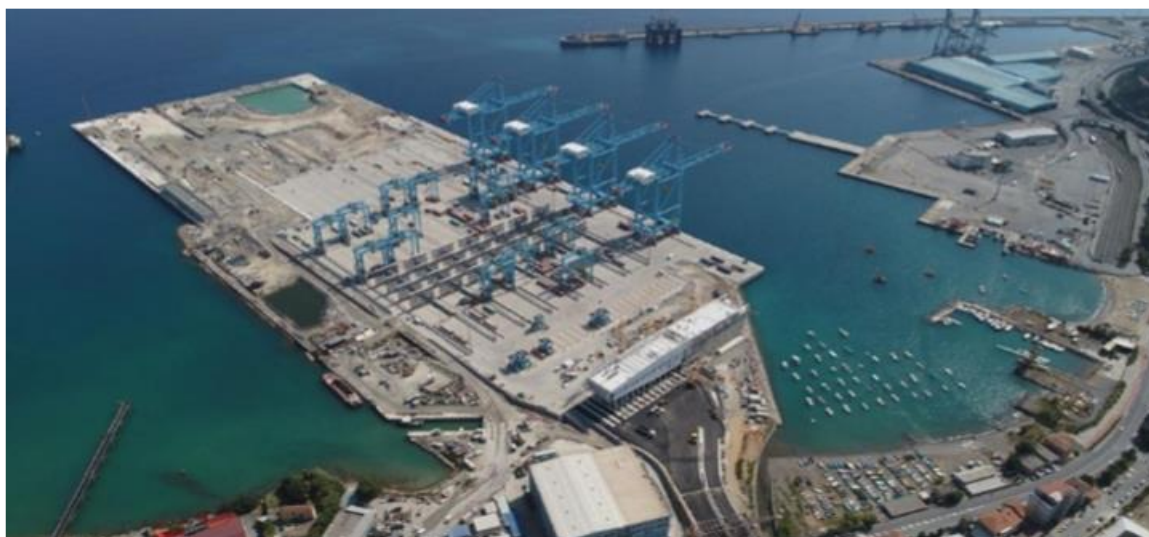
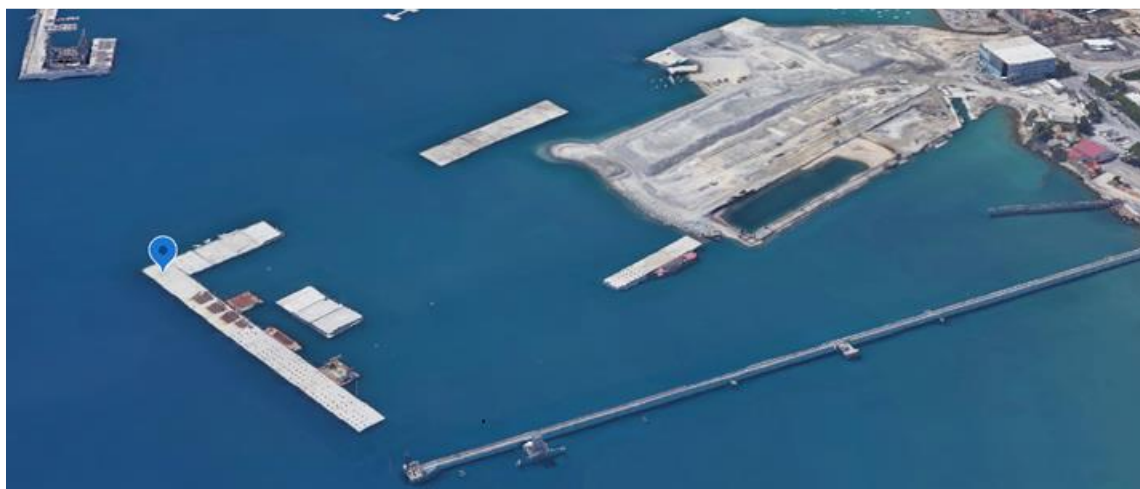


UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

TDI RETE-GNL



Évaluation de la méthode/technologie de soutage la plus appropriée.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Les hypothèses préliminaires présentées dans le rapport "Deposito Small Scale LNG - Preliminary Assumptions" (2018) par A. Vienne, en mettant l'accent sur le port de Vado Ligure (SV) et proposée par Eni Spa, Gruppo Autogas, Fratelli Cosulich Spa et Ottavio Novella Spa, c'est-à-dire l'hypothèse Vado Ligure - Dépôt sur la jetée sud modifiée, Vado Ligure - Cas de l'extension du quai principal et, en particulier, l'hypothèse spécifiquement analysée Vado Ligure - Dépôt sur la tête de plate-forme, prévoient l'avitaillement en GNL par l'utilisation du dépôt analysé. La solution technologique la plus appropriée pour le soutage est donc le Port-to-Ship o Terminal-to-Ship o Pipeline-to-Ship. La configuration port to port représente la solution technologique dans laquelle, à partir d'une station de ravitaillement à terre, située sur un quai ou un quai spécialisé, les navires sont ravitaillés par des pipelines, c'est-à-dire des conduites rigides visant à accélérer le transfert du carburant qui se terminent par des tuyaux flexibles permettant la connexion avec différents navires, offrant un large degré d'adaptabilité et de flexibilité de l'installation de ravitaillement.

Détermination de la capacité de stockage.

L'hypothèse préliminaire analysée, relative à la construction d'une installation de stockage de GNL au sol, en particulier au niveau du collecteur de la plate-forme, prévoit la présence de deux réservoirs de 200 m³ et de dix réservoirs de 1 000 m³ auxquels s'ajoutent deux pontons d'une capacité de 5 000 m.

Définition des opérations de soutage.

L'hypothèse de Vado Ligure envisage l'utilisation de la solution technologiquement productive de Port-to-Ship (PTS) pour l'avitaillement en GNL, en particulier par le biais de l'installation couverte par ce rapport. Le rapport fournit des informations sur l'équipement du dépôt, tant en termes de distances que de longueurs. En termes de distances, le rapport fournit les données suivantes :

- bras de chargement – manifold réservoirs 1.000 m³: 90 m ;
- bras de chargement – manifold réservoirs 200 m³: 90 m ;
- bras de chargement – manifold pontons : 50/120 m ;
- bras de chargement – pensilina: 110 m;
- manifold réservoirs 200 m³ – pensilina: 60 m.

En termes de longueur de ligne, le rapport fournit les données suivantes :

- bras de chargement - réservoirs 1.000 m³: 120/160 m (min/max) ;
- bras de chargement – réservoirs 200 m³: 100 m;
- bras de chargement – pontons : 50/120 m;
- réservoirs 1.000 m³ – réservoirs 200 m³: 120/170 m;
- réservoirs 200 m³ – pensilina : 60 m.

Détermination des autorisations pour les composants du système (réservoirs, station de soutage, manutention des vannes, etc.).

Il n'y a pas d'informations sur la détermination des permis pour les composants de l'installation.

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Il n'y a aucune information sur le projet concernant la détermination des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Plans de formation du personnel.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Il n'y a aucune information sur le projet concernant les plans de formation.

Surveillance du système et des installations de GNL.

Il n'y a aucune information sur le projet concernant la surveillance du système et des installations de GNL.

4.7. Business Case Ports de la Corse

SeeUp a réalisé une étude ad hoc pour le partenaire P4 OTC sur les bonnes pratiques en matière de soutage et de stockage de GNL, en particulier dans les ports corses, dont il est rendu compte dans l'ANNEXE II. L'étude a été livrée par le partenaire OTC avant juillet 2020, selon le calendrier décidé dans le V CdP du 06.02.2020 à Toulon.

Introduction

L'étude réalisée par le Partenaire OTC comprend 6 chapitres (1. introduction ; 2. objectifs de l'étude ; 3. réglementation et procédures administratives pour le soutage et le stockage du GNL ; 4. meilleures pratiques de soutage du GNL ; 5. meilleures pratiques de stockage du GNL ; 6. procédures administratives et opérationnelles pour la mise en œuvre de la journée de démonstration) relatifs à la fourniture, au stockage et au soutage du GNL dans les ports corses.

Objectifs de l'étude

Outre la description des procédures de soutage et de stockage du GNL, cette étude illustre le cadre réglementaire actuel, les principales méthodes de soutage, l'exécution pas à pas d'une opération de soutage, les technologies des réservoirs de stockage et leur gestion. Enfin, une démonstration de soutage en Corse «demo-day» est explorée.

Réglementations et procédures administratives pour le soutage et le stockage du GNL.

Le cadre réglementaire français relatif au GNL régit les installations et les équipements de stockage de GNL, d'une part, et les opérations de soutage, d'autre part.

Les installations de stockage et de distribution de GNL peuvent être incluses :

- dans le code de l'environnement et la législation ICPE pour les installations classées pour la protection de l'environnement : en raison des risques encourus, ils suivent un régime administratif différent. Par exemple, la construction d'une station terrienne fixe de GNL d'une capacité de stockage supérieure à 50 tonnes avec la classification Seveso "Seuil Bas" et d'une station terrienne fixe d'une capacité supérieure à 200 tonnes avec la classification Seveso "Seuil Haut" seront soumises à des procédures d'examen différentes ;
- dans le code de l'environnement et la législation IOTA pour les installations, travaux et activités : selon la Loi sur L'Eau.

Les opérations de ravitaillement en GNL dans les ports sont régies par la réglementation sur le transport et la manutention des marchandises dangereuses dans les ports, à savoir :

- RPM (Réglementation Portuaire Maritime): au niveau national, découlant du code des transports, selon lequel les opérations de ravitaillement en carburant sont autorisées par navire, barge et pétrolier, sauf dispositions particulières prévues par la réglementation locale;
- RLMD (Réglementation locale pour le transport et la manutention des Marchandises Dangereuses): Ce règlement définit les zones et les conditions des opérations de soutage;
- Toutes les contraintes de sécurité locales.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

La réglementation du transport de GNL ne concerne pas directement les projets d'installations de stockage et de distribution de GNL ; cependant, en l'absence d'une installation de liquéfaction, le transport se fait en amont et en aval. Chaque mode de transport suit une réglementation différente :

- Transport maritime : Les transporteurs de GNL sont régis par le code IGC et les navires alimentés au GNL par le code IGF créé par l'Organisation Maritime Internationale.;
- Transport routier : Les camions-citernes suivent l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par terre (ADR) et la TMD pour le stationnement et la circulation ;
- Transport ferroviaire : suit le règlement RID.

Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif du cadre réglementaire applicable aux installations de stockage et de soutage de GNL.

Tableau 9. Cadre réglementaire par type d'activité

Activités	Caractéristiques	Cadre réglementaire associé
Camions-citernes de GNL ou iso-containers de GNL en stationnement	Aire de stationnement sans stockage fixe de GNL	ADR; TMD; RPM; RLMD
Présence de réservoirs de GNL à bord des navires/barges	Transport GNL	Code IGC
	Propulsion GNL	Code IGF
Transport terrestre des réservoirs de GNL	Camion, trains	ADR; TMD
Stockage de GNL dans une station fixe	-	ICPE 4718
Chargement/déchargement	D'un méthanier ou d'un wagon-citerne	1414-2b o 2c
	à destination/en provenance d'un dépôt de stockage fixe (terminal GNL)	ICPE 1414-2°
	Entre un train et un camion	ICPE 1414-4
	Autres cas en dehors du règlement ICPE	RPM; police portuaire; RLMD
Remplissage	Remplissage d'iso-container GNL	ICPE 1414-1
	D'un navire alimenté au GNL	1414-3
Électrification du navire à quai	Groupe électrogènes alimentés au gaz naturel	ICPE 2910-A

Best practices relatif au bunkering du GNL

Solutions de soutage du GNL

Les principales solutions technologiques-productives pour le soutage du GNL sont : Truck-to-Ship; Ship-to-Ship ; terminal GNL ; station au sol ; conteneur ISO ; autres solutions (présentées dans le diagramme ci-dessous à la Figure 19).

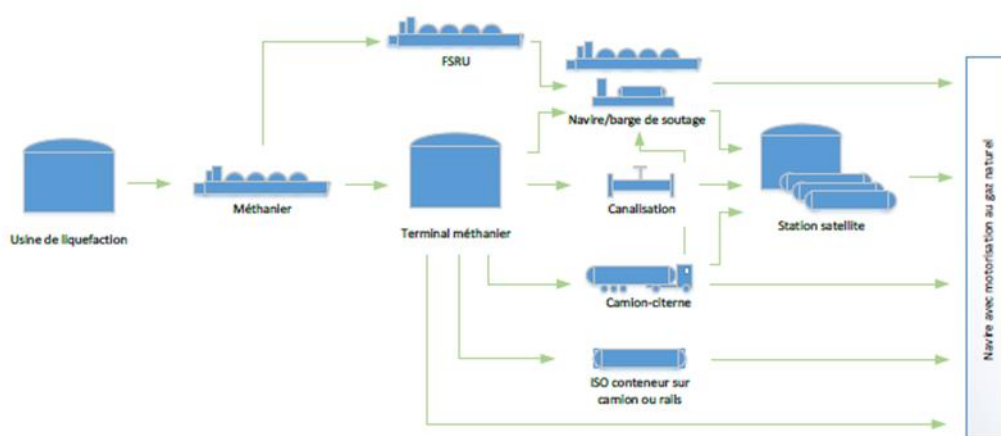
- Truck-to-Ship: le ravitaillement en carburant par un camion-citerne. Ex : -terminal Fos Cavaou station de chargement des camions-citernes d'Elengy.
- Ship-to-Ship: le ravitaillement par un navire-citerne préalablement chargé par un terminal GNL ou plus rarement par des pétroliers. Par exemple : - une péniche Seages ; - une péniche Engie Zeebrugge ; - péniche fluviale LNG London.
- Terminal méthanier : le transfert de GNL directement du terminal au navire. Par exemple : - Terminal GNL à Pori, Finlande.
- Station terrestre : le ravitaillement en carburant à partir d'une station terrestre, qui est à son tour approvisionnée par un terminal GNL par l'intermédiaire de pipelines, de camions-citernes ou de méthaniers. Par exemple : - station de ravitaillement en carburant à Klaipeda, Lituanie ; - station de ravitaillement en carburant à Nieler, Cologne.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

- ISO container : Conteneur ISO préalablement rempli de GNL provenant d'un terminal GNL et transporté par camion ou par train sur un navire alimenté en GNL. Par exemple : -projet dans le terminal GNL de Swinoujscie en Pologne ; -futur ferry de Brittany Ferries fourni par le conteneur ISO dans le terminal de Dunkerque.
- Autres solutions : Multi Truck-to-Ship (ravitaillement à partir de plusieurs camions-citernes) ; soutage à partir d'un porte-conteneurs ISO ; Shore-to-Ship (Liquiline a développé une solution de soutage à partir d'installations terrestres "plug & play", prêtes à l'emploi).

Figure 19. Aperçu des différentes méthodes de soutage d'un navire



Procédures d'exploitation du soutage

Afin de valider la faisabilité d'une opération de soutage, une évaluation des risques potentiels doit être effectuée par une équipe qualifiée selon la norme ISO 20519 par une analyse de risque préliminaire, une analyse de risque détaillée, une analyse de risque des opérations simultanées (SIMOP). La norme ISO 18683 recommande également de définir une zone de sécurité autour des installations de soutage afin de délimiter une zone où seuls les opérateurs expérimentés sont autorisés à entrer. Une personne responsable (PR) doit être désignée pour superviser l'opération de soutage et contrôler la zone de sécurité.

Il est important de définir et de partager les rôles et les responsabilités des différents acteurs impliqués dans les opérations de soutage. La formation est également l'une des principales conditions préalables au soutage du GNL ; il est essentiel que le personnel concerné soit qualifié et possède les compétences et les connaissances nécessaires pour effectuer l'opération dans des conditions de sécurité optimales. Les rôles, les responsabilités et le parcours de formation changent en fonction des acteurs (personnes directement impliquées dans le projet de soutage, personnes qui autorisent ou supervisent l'opération, personnes qui ne sont pas directement impliquées dans la zone de soutage comme le personnel du port, les passagers, les visiteurs).

La Figure 20 montre le schéma des principales étapes qui constituent la phase d'exploitation d'une opération de soutage de GNL telles que : phase amont, connexion, transfert, fin du soutage, expliquées en détail dans le rapport OTC.

Figure 20. Étape de la phase d'exploitation d'une opération de soutage



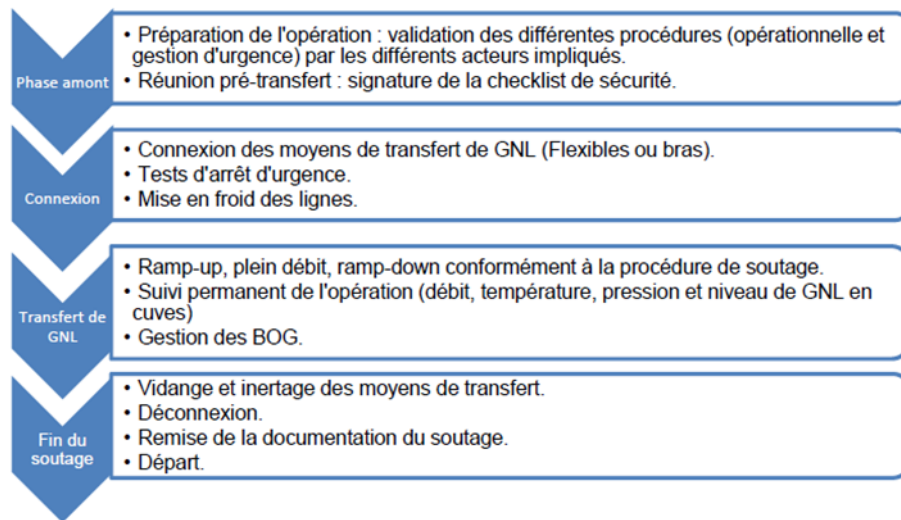
Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Best practices relatives au stockage du GNL

Recommandations sur les sites d'installation de stockage de GNL

L'emplacement des réservoirs de stockage de GNL doit répondre à 3 exigences principales :

- limiter les effets domino entre les différentes installations de GNL ;
- limiter les impacts sur le personnel et les bureaux administratifs ;
- limiter les impacts en dehors du site.

Des estimations des risques doivent également être faites afin de valider l'emplacement choisi.

Technologies de stockage

Les réservoirs de GNL ont pour fonction de contenir le GNL et de l'isoler thermiquement à une température de -160°C afin de réduire l'augmentation de la température, de la pression et de l'évaporation du GNL dans les réservoirs eux-mêmes.

Les réservoirs de GNL à bord du navire doivent respecter des limites telles que la durée de vie du navire ; être conçus de manière à ce qu'une fuite ne mette pas en danger la structure, le personnel à bord et l'environnement ; permettre une ventilation naturelle afin d'éviter l'accumulation de gaz ; le GNL peut être stocké à la pression maximale de la soupape de sécurité de 10 bars.

Le code ICF définit deux catégories de réservoirs de GNL :

- réservoir indépendant : autoportant, ne fait pas partie de la coque du navire, divisé en trois types : A, B et C ;
- réservoir intégré : fait partie du navire et est soumis aux mêmes contraintes que celui-ci ; la plupart des méthaniers sont équipés de réservoirs de type membrane..

Fonctionnement des réservoirs de stockage de GNL

Ce sous-paragraphe présente les meilleures pratiques d'exploitation des réservoirs de stockage terrestres à considérer en fonction des spécificités du GNL et des risques associés. Il est essentiel à tout moment de maîtriser la pression du ciel gazeux et le niveau de GNL dans le réservoir grâce à des technologies, des outils et des alarmes (débits d'aspiration des compresseurs BOG permettant de gérer les

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



évaporations pour la pression ; niveau d'alerte élevé et très élevé à éviter les risques de sur-remplissage et de débordement de GNL pour surveiller le niveau de GNL). Dans le cas de réservoirs non pressurisés, un système de mesure à distance doit être installé pour calculer la température et la densité du GNL sur toute la hauteur du réservoir.

Les principaux modes de fonctionnement des réservoirs de stockage sont :

- remplissage du réservoir : deux systèmes : “en pluie” qui consiste à pulvériser le GNL dans la partie supérieure du réservoir ; “En source” à la source avec introduction de GNL en fond de cuve ; dans le cas de réservoirs non pressurisés, une étape de préparation visant à abaisser la pression du ciel gazeux est recommandée.
- retrait de GNL : le réservoir est vidé par des pompes cryogéniques, directement immergé à l'intérieur du réservoir ou dans un baril séparé relié à la phase liquide.
- modalité stand-by : phase d'attente pendant laquelle aucune opération au niveau du réservoir n'est effectuée ; il est nécessaire de surveiller la pression du réservoir qui aura tendance à augmenter, le niveau du GNL à diminuer et la densité du GNL à augmenter de manière significative.

La gestion du Boil-off-Gas représente l'un des défis majeurs dans l'exploitation du stockage de GNL ; des dispositifs de sécurité tels que des soupapes de surpression ou des prises d'air sont installés afin d'éviter le risque de surpression et les dommages consécutifs au réservoir, mais une bonne gestion des évaporations empêche l'arrivée de ce phénomène.

Procédures administratives et opérationnelles pour la réalisation de la journée de démonstration

Le chapitre présente les étapes et les démarches administratives pour la mise en place d'une journée de démonstration en Corse, prévue au 2ème trimestre 2021, relative à la démonstration d'une opération de soutage:

1. Préparation du projet : TRACTEBEL recommande de contacter les ports partenaires (Ile Rousse et Bastia) et la société qui exploite la station mobile afin de préparer la journée de démonstration.
2. Identification préalable des zones disponibles et favorables : étude - à petite échelle - territoriale et réglementaire visant à identifier la disponibilité des concessions, les contraintes réglementaires, les contraintes et réglementations portuaires, les contraintes d'urbanisme, les contraintes de sécurité.
3. Choix de l'opérateur : qui effectuera l'opération de soutage pendant la journée de démonstration en tenant compte des compétences techniques, des qualifications et des certifications requises à des fins de sécurité.
4. Identification des étapes nécessaires : TRACTEBEL recommande de prendre contact avec les autorités locales afin de définir les attentes de chacun dans les plus brefs délais, en tenant compte du temps nécessaire pour compléter la documentation et obtenir les autorisations.
5. Documentation et études à préparer : préparation de la documentation administrative et réglementaire nécessaire (telle que le document de soumission du projet, l'analyse de risque de la modélisation des phénomènes dangereux, le protocole de sécurité, le plan d'urgence).
6. Analyse des risques : analyse préliminaire et détaillée afin d'identifier les risques potentiels liés à la réalisation des opérations de la journée de démonstration afin de valider la zone choisie pour le projet, de définir les zones de sécurité et les mesures de prévention ou de protection pour la journée de démonstration.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 “Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme”

7. Mise en œuvre des ressources techniques et des procédures opérationnelles : Phase de préparation (contacter l'autorité portuaire de Livourne et l'opérateur de la station mobile pour la documentation technique, puis l'opérateur du camion ou du cargo à fournir ; effectuer une analyse commune des risques et une liste de contrôle ; former les opérateurs ; définir les responsabilités et la logistique pour le transfert de la station mobile du port de Livourne à Bastia) ; journées de démonstration (pré-réunion ; vérification des mesures de sécurité préalablement identifiées ; contrôle visuel de la station mobile et du camion/station de ravitaillement ; vérification de l'équipement ; ravitaillement du camion/pétrolier; déconnexion du camion/pétrolier).

4.8. Business Case Port de Toulon

Zone d'intérêt: Région PACA

Auteur: Camera di Commercio e Industria del Var

Port/Business case: Port de Toulon

Photo / Rendu des zones de soutage et de stockage du Port GNL de Toulon



Évaluation de la méthode / solution technologique la plus appropriée pour l'avitaillement.

Au début, la solution la plus appropriée est le ravitaillement des camions pour deux types d'utilisation : le ravitaillement d'un générateur alimenté au GNL pour le raccordement d'un navire à la jetée et le ravitaillement de petits navires (par exemple les ferries). Ensuite, lorsque la demande devient plus importante (plusieurs ferries, bateaux de croisière), la solution envisagée est une barge flottante de ravitaillement sur laquelle seraient placés les conteneurs de GNL arrivant par train du terminal GNL de Fos sur Mer.

Détermination de la capacité de stockage.

À Toulon, étant un port militaire, on ne peut pas encore dire si un dépôt sera possible. C'est pourquoi le port de Toulon réfléchit à une solution à partir du terminal de Fos sur Mer qui est géographiquement assez proche pour éviter un site de stockage.

TDI RETE-GNL

Output T1.1.1 "Lignes directrices pour la mise en œuvre des options technologiques et des procédures opérationnelles pour le réapprovisionnement et le stockage du GNL dans les ports de la zone de programme"

Définition des opérations de soutage.

Le GNL est considéré comme une marchandise dangereuse. L'opération de soutage doit être déclarée à la capitainerie (classification des marchandises dangereuses, volume, emballage, etc.) Un accord est alors donné à l'opérateur (CCIV) établissant l'opération sur le quai. La réalisation de l'opération est assurée par le personnel du navire et le personnel de la compagnie qui vend et livre le carburant.

Détermination des autorisations pour les composants du système (réservoirs, station de soutage, manutention des vannes, etc.).

- Autorisation de la Marine française.
- Déclaration / Enregistrement / Autorisation en fonction de la quantité de gaz présente dans l'installation (ICPE: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité.

Les procédures ci-dessous sont celles actuellement en vigueur, avec un combustible marin traditionnel :

- Signaux codés (par exemple, feux rouges pour les autres navires, feux de nuit...)
- Interdiction de travailler à proximité pendant le transbordement
- Interdiction de fumer
- Adaptation de l'itinéraire des véhicules embarquant ou débarquant sur le quai lors d'un ravitaillement en carburant par camion
- Obligation pour le conducteur de surveiller son réservoir pendant l'opération
- Obligation pour le conducteur d'avoir suivi une formation, de porter un casque, des lunettes et des gants de sécurité et de maîtriser les procédures d'urgence
- Notification d'informations et d'instructions
- Actions de sensibilisation des capitaines/du personnel tous les 6 mois pour augmenter la sensibilisation.

Attention, ces mesures sont souvent difficiles à respecter pour les prestataires qui ont des contraintes commerciales / horaires. Une inspection régulière est requise pour assurer la sécurité.

Plans de formation du personnel.

Pas encore défini pour le GNL.

Surveillance du système et des installations de GNL.

Pas encore défini.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABS - American Bureau Of Shipping (2014). Bunkering of liquefied Natural Gas fuelled Marin Vessel in North America.
- Arnet, N. M. L. (2014). LNG Bunkering Operations: Establish probabilistic safety distances for LNG bunkering operations(Master's thesis, Institutt for energi-og prosessteknikk).
- Cassar, M. P. (2017). LNG as a marine fuel in Malta: case study: regulatory analysis and potential scenarios for LNG bunkering infrastructure.
- Clean Baltic Sea Shipping – European Project (2013). Bunkering of ships that use liquefied natural gas
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of management studies*, 47(6), 1154-1191.
- DNV GL (2016). LNG fuelled vessels, Ship list – Vessels in operation and vessels on order.
- DNV-GL (2015). Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities.
- DNV-GL (2015). LNG as ship fuel.
- DNV-GL (2017). LNG safety.
- DNV-GL (2018 a). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.
- DNV-GL (2018 b). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.
- DNV-GL Maritime (2018). Alternative Fuels and Technologies for Greener Shipping – Summary of an assessment of selected alternative fuels and technologies.
- EMSA (2018). Guidelines of LNG bunkering system.
- Grea, S. (2000). Dentro la crescita dell'impresa. Le analisi SWOT e PAR (Vol. 81). FrancoAngeli.
- International Maritime Organisation (2014). Third IMO Greenhouse Gas Study. Kunreuther, H. C., Linnerooth, J., Lathrop, J., Atz, H., Macgill, S., Mandl, C., ... &
- Thompson, M. (2012). Risk analysis and decision processes: the siting of liquefied energy gas facilities in four countries. Springer Science & Business Media.
- Kyvik, O., & Gjosaeter, A. S. (2017). Environmentally sustainable innovations in offshore shipping: A comparative case study. *Journal of Innovation Management*, 5(1), 105-131.
- Leigh, D., & Pershing, A. J. (2006). SWOT analysis. *The handbook of human performance technology*, 1089-1108.
- MarTech LNG - Marine Competence, Technology and Knowledge Transfer for LNG (Liquid Natural Gas) in the South Baltic Sea Region, European Project (2014).
- McGuire, G., & White, B. (2016). Liquefied gas handling principles on ships and in terminals, 4th Edition.
- Mokhatab, S., Mak, J. Y., Valappil, J. V., & Wood, D. A. (2013). Handbook of liquefied natural gas. Gulf Professional Publishing.
- Pickton, D. W., & Wright, S. (1998). What's swot in strategic analysis?. *Strategic change*, 7(2), 101-109.

Piercy, N., & Giles, W. (1989). Making SWOT analysis work. *Marketing Intelligence & Planning*, 7(5/6), 5-7.

Stavros N. (2015). Technological Guidance on LNG Bunker Vessels & Barges. ABS - American Bureau Of Shipping.

Sutton, J. (1991). Sunk costs and market structure: Price competition, advertising, and the evolution of concentration. MIT press.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.