



**Interreg**



UNION EUROPEENNE  
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



**GNL FACILE**

Quaderni del GNL  
Cahiers du GNL

**3**

**Tecnologie e  
impianti**

—

**Technologies et  
installations**



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sardegna

**PORTS of  
GENOA**  
VADEGLIORE • SAVONA • PRA • GENOVA



La coopération al cuore del Mediterraneo  
La coopération au cœur de la Méditerranée



### **Quaderni del GNL N°3 Tecnologie e impianti**

Prodotto C3.1 del progetto GNL-FACILE: GNL Fonte Accessibile Integrata per la Logistica Efficiente

I Quaderni del GNL sono realizzati dall'Ufficio dei Trasporti della Corsica (OTC) a partire dai prodotti sviluppati congiuntamente dai partner del progetto GNL-FACILE e degli altri progetti del CLUSTER-GNL.

Redazione, editing e impaginazione fatto dalla Cooperativa Sud Concept (2021)

### **Cahiers du GNL N°3 Technologies et installations**

Produit C3.1 du projet GNL-FACILE : GNL Fonds Accessible Intégré pour la Logistique Efficiente

Les Cahiers du GNL sont réalisés par l'Office des Transports de la Corse (OTC) à partir des produits développés conjointement par les partenaires du projet GNL-FACILE et des autres projets de CLUSTER-GNL.

Rédaction et mise en page fait par la Coopérative Sud Concept (2021)

---

# Indice

<b>Introduzione - I Quaderni del GNL</b>	<b>6</b>
Il Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020 e il GNL	8
I progetti del CLUSTER GNL	10
Il Progetto GNL-FACILE	12
<b>Tecnologie e impianti per il GNL come combustibile in ambito marittimo</b>	<b>14</b>
Petit glossaire / Glossario minimo	16
Le tecnologie per il GNL nella logica del Cluster GNL	18
Tipologie delle strutture e impianti di approvvigionamento	24
<b>La filiera tecnologico-produttiva del GNL</b>	<b>26</b>
La filiera SSLNG	28
Criteri per la scelta tecnologica	28
Configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale	30
Configurazione Truck to Ship (TTS)	34
Configurazione Ship to Ship (STS)	38
Configurazione Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)	42
Configurazione Mobile Fuel Tanks	46
Benchmarking e confronto tra configurazioni alternative	50
<b>Business case e best practice dal Cluster GNL</b>	<b>52</b>
Business Case di Livorno	54
Business Case Porto di Cagliari	56
Business Case Porto di Oristano	62
Business Case Porto di Genova	70
Business Case Porto di Vado	72
Business Case Porto di Tolone	76
Il caso della Corsica	78
<b>Quadro sinottico dei business case</b>	<b>80</b>

# Sommaire

<b>Introduction - Les Cahiers du GNL</b>	<b>7</b>
Le Programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020 et le GNL	9
Les projets du CLUSTER GNL	11
Le Projet GNL-FACILE	13
<b>Technologies et installations pour le GNL comme carburant pour le secteur maritime</b>	<b>15</b>
Petit glossaire	17
Les technologies du GNL dans la logique du Cluster GNL	19
Types de structures et d'installations d'approvisionnement	25
<b>La chaîne technologique et de production du GNL</b>	<b>27</b>
La chaîne du SSLNG	29
Critères de sélection des technologies	29
Configurations technologiques pour le ravitaillement en GNL dans l'environnement maritime portuaire	31
Configuration Truck to Ship (TTS)	35
Configuration Ship to Ship (STS)	39
Configuration Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)	43
Configuration Mobile Fuel Tanks	45
Benchmarking et comparaison de configurations alternatives	51
<b>Business cases et best practices du Cluster GNL</b>	<b>53</b>
Analyse du cas du Port de Livourne	55
Analyse du cas du Port de Cagliari	57
Business Case Porto di Oristano	63
Analyse du cas du Port de Gênes	71
Analyse du cas du port de Vado	73
Analyse du cas du port de Toulon	77
Le cas de la Corse	79
<b>Aperçu synoptique des cas analysés</b>	<b>81</b>

## Introduzione - I Quaderni del GNL

I Quaderni del GNL sintetizzano gli aspetti più importanti e i messaggi più significativi dei documenti di riferimento per ciascuno dei temi trattati: l'analisi di mercato del GNL per usi marittimi e terrestri, le tecnologie ed impianti di rifornimento e stoccaggio GNL, le barriere amministrative e normative per le strutture di rifornimento GNL in Italia e in Francia.

Questi temi portano con sé domande importanti che alimentano il dibattito e il lavoro dei principali attori coinvolti e degli stakeholder:

- Il mercato si svilupperà in maniera compatibile con lo sviluppo delle infrastrutture?
- Le tecnologie sono adeguate e mature? Sono a un livello di disponibilità industriale adeguato?
- Qual è il rischio di fare scelte tecnologiche che potrebbero essere presto superate, ma quando sarà troppo costoso sostituirle?
- Ci sono tecnologie flessibili e a basso rischio di lock-in?
- Il sistema autorizzativo è adeguato?
- Quali sono le barriere burocratiche e normative e in che modo interferiscono con la pianificazione e realizzazione delle infrastrutture indispensabili?
- Qual è l'impatto sul mercato?

I Quaderni del GNL sono a cura dell'Ufficio dei Trasporti della Corsica (OTC) e sono stati sviluppati a partire dai prodotti realizzati nelle diverse componenti.

Sono destinati a raggiungere un pubblico ampio e per questo si è cercato un equilibrio tra un linguaggio abbastanza tecnico da soddisfare l'interesse degli operatori del settore, pur rimanendo comprensibili a tutti.

## Introduction - Les Cahiers du GNL

Les Cahiers du GNL résument les aspects les plus importants et les messages les plus significatifs des documents de référence pour chacun des thèmes abordés : l'analyse du marché du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à usage maritime et terrestre, les technologies et les installations de ravitaillement et de stockage du GNL, les obstacles administratifs et réglementaires aux installations de ravitaillement en GNL en Italie et en France.

Ces enjeux amènent des questions importantes qui alimentent le débat et le travail des principaux acteurs impliqués et parties prenantes:

- Le marché va-t-il se développer de manière compatible avec le développement des infrastructures ?
- Les technologies sont-elles adéquates et matures? Sont-elles à un niveau adéquat de disponibilité industrielle ?
- Quel est le risque de faire des choix technologiques qui seront peut-être bientôt dépassés, mais alors qu'il sera trop coûteux de les remplacer ?
- Existe-t-il des technologies flexibles présentant un faible risque de verrouillage ?
- Le système d'autorisation est-il adéquat ?
- Quels sont les obstacles bureaucratiques et réglementaires et comment interfèrent-ils avec la planification et la mise en œuvre des infrastructures essentielles ?
- Quel est l'impact sur le marché ?

Les Cahiers du GNL sont édités par l'Office des Transports de la Corse (OTC) et ont été élaborés à partir des produits réalisés dans les différentes composantes.

Ils sont destinés à toucher un large public et c'est pourquoi un équilibre a été recherché entre un langage suffisamment technique pour satisfaire l'intérêt des opérateurs du secteur, tout en restant compréhensible pour tous.

## Il Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020 e il GNL

Gli orientamenti generali dell'Unione Europea per il periodo sono stati elaborati nel contesto della strategia Europea 2020 che mira a una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva con alti livelli di occupazione, produttività e coesione sociale.

Il Programma Interreg Marittimo Italia-Francia 2014-2020, come tutti gli altri strumenti della politica di coesione, risponde quindi a queste esigenze sviluppando un approccio "marittimo" che tiene conto dei problemi di insularità ma anche di quelli delle aree interne.

Il Programma continua a sostenere la cooperazione tra le regioni del Tirreno settentrionale, coinvolgendo cinque regioni di due Stati membri (Francia e Italia): Corsica, Sardegna, Liguria e le cinque province della costa toscana, più due dipartimenti francesi della regione Sud, Alpes-Maritimes e Var.

Il Programma è cofinanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) con una dotazione complessiva di 199.649.898,00 €, di cui € 169.702.411,00 di FESR

L'Asse 3 del Programma Interreg Marittimo Italia-Francia 2014-2020 mira a migliorare la connessione dei territori e la sostenibilità delle attività portuali e intende contribuire al miglioramento delle connessioni dei nodi transfrontalieri secondari e terziari - infrastrutture di rete meno connesse - alle infrastrutture della rete transeuropea dei trasporti (TEN-T), aumentando l'offerta di trasporto e sviluppando la multimodalità, a beneficio della popolazione della zona, in particolare dei cittadini situati in aree isolate - isole e aree interne.

Lo stesso asse mira a migliorare la sostenibilità delle attività portuali contribuendo alla riduzione dell'inquinamento acustico e delle emissioni di carbonio.

Per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, il programma favorisce la sperimentazione di forme alternative di mobilità sostenibile e la promozione dello stoccaggio di GNL nei porti commerciali nell'ambito della promozione dell'uso di combustibili marittimi a basso contenuto di carbonio e di zolfo. Ed è proprio la problematica della sostenibilità ambientale dei sistemi di trasporto uno dei driver fondamentali della crescente attenzione alle tematiche della propulsione navale mediante GNL e del relativo bunkeraggio presso apposite aree portuali dedicate.



## Le Programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020 et le GNL

Les orientations générales de l'Union Européenne pour la période ont été élaborées dans le cadre de la stratégie Européenne 2020 visant à une croissance intelligente, durable et inclusive avec des niveaux d'emploi, de productivité et de cohésion sociale élevés.

Le Programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020, comme l'ensemble des autres instruments de la politique de cohésion, répond donc à ces exigences en les déclinant au sein d'une approche maritime prenant en compte les problématiques de l'insularité mais aussi des zones internes.

Le Programme poursuit ses efforts pour soutenir la coopération entre les régions du Nord de la Mer Tyrrhénienne, en impliquant cinq régions de deux États membres (France et Italie) : la Corse, la Sardaigne, la Ligurie et les cinq provinces de la côte de la Toscane auxquelles s'ajoutent deux départements français de la région Sud, les Alpes-Maritimes et le Var.

Le Programme est cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) avec une dotation financière de 199.649.898,00 €, dont 169.702.411,00 € de FEDER.

L'Axe 3 du Programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020 vise à l'amélioration de la connexion des territoires et de la durabilité des activités portuaires et prévoit de contribuer à l'amélioration des connexions de nœuds secondaires et tertiaires transfrontaliers – infrastructures de réseau moins connectées - aux infrastructures du réseau de transport transeuropéen (RTE-T), en augmentant l'offre de transport et en développant la multi-modalité, en faveur de la population de la zone, en particulier les citoyens situés dans les zones isolées- îles et zones internes.

Le même axe vise à améliorer la durabilité des activités portuaires en contribuant à la réduction de la pollution sonore et des émissions de carbone.

En ce qui concerne la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, le programme favorise l'expérimentation de formes alternatives de mobilité durable et la promotion du stockage du GNL dans les ports commerciaux dans le cadre de la promotion de l'usage des fuels maritimes à faible émission de carbone et soufre. Et c'est précisément la question de la durabilité environnementale des systèmes de transport qui est l'un des moteurs fondamentaux de l'attention croissante portée aux thèmes de la propulsion navale utilisant le GNL et de son avitaillement dans des zones portuaires dédiées.

## I progetti del CLUSTER GNL

Il Cluster GNL è composto dai quattro progetti GNL-FACILE, PROMO-GNL, TDI RETE-GNL e SIGNAL e coinvolge un partenariato esteso e rappresentativo:

- L'Ufficio dei Trasporti della Corsica - Collectivité de Corse
- L'Assessorato dell'Industria della Regione Autonoma della Sardegna
- La Regione Liguria
- L'Autorità Sistema Portuale del Mare Tirreno Settentrionale
- L'Autorità Sistema Portuale Del Mare Ligure Occidentale
- L'Autorità Sistema Portuale del Mare di Sardegna
- La Camera di Commercio e Industria del Var
- L'Università degli Studi di Cagliari
- L'Università di Pisa
- L'Università di Genova

Le varie attività e gli studi del Cluster GNL sono realizzati in un quadro coerente di cronologia e complementarità.

Il Cluster GNL vede un lato « tecnico » implementato da TDI RETE-GNL e SIGNAL, e un lato « pratico » implementato da GNL-FACILE e PROMO GNL :

- TDI RETE-GNL identifica standard e procedure interdisciplinari che combinano la dimensione tecnica ed economica e che sono comuni a tutti i porti della zona. Questo studio include uno stato dell'arte e le ipotesi più praticabili per la fornitura, lo stoccaggio e la consegna del GNL nei porti della zona. Potrebbe essere condiviso dalle cinque regioni e permetterebbe una mutualizzazione dei mezzi e una riduzione dei costi.
- Sulla base degli studi di TDI RETE-GNL, SIGNAL prevede un sistema integrato di distribuzione di GNL nei cinque territori Interreg per le navi ed eventualmente per altri mezzi di trasporto o altre attività. Costituisce una base per lo sviluppo strategico del sistema di distribuzione del GNL attraverso modelli:
  - per l'ottimizzazione della rete marittima per l'approvvigionamento,
  - per l'ubicazione dei siti di stoccaggio nei porti di destinazione,
  - per la distribuzione interna in territori o porti con poca o nessuna attrezzatura.
- GNL-FACILE realizza un'azione pilota per costruire stazioni mobili di stoccaggio e approvvigionamento nei porti commerciali. Queste stazioni mobili, di tipo container, dimostrano agli operatori la fattibilità immediata della fornitura di GNL e mostrano come funziona la catena del GNL.
- PROMO-GNL è basato sulle tre azioni precedenti e promuove e accelera l'adozione del GNL per le operazioni portuali e marittime, direttamente o indirettamente legate al trasporto marittimo e alle attività che si svolgono nell'area portuale.

È in tal contesto che sono stati sviluppati i Quaderni del GNL.

## Les projets du CLUSTER GNL

Le Cluster GNL est composé par quatre projets, notamment GNL-FACILE, PROMO-GNL, TDI RETE-GNL et SIGNAL et regroupe un partenariat élargi et représentatif :

- L'Office des Transports de la Corse - Collectivité de Corse
- L'Assessorato dell'Industria - Regione Autonoma della Sardegna
- La Regione Liguria
- L'Autorità di Sistema Portuale del Mare Tirreno Settentrionale
- L'Autorità di Sistema Portuale Del Mare Ligure Occidentale
- L'Autorità Sistema Portuale del Mare di Sardegna
- La Chambre de Commerce et d'Industrie du Var
- L'Università degli Studi di Cagliari
- L'Università di Pisa
- L'Università di Genova

Les diverses activités et études du Cluster GNL se déroulent dans un cadre cohérent de chronologie et complémentarité.

Le Cluster GNL voit une volet « technique » mise en place par le projet TDI RETE-GNL et SIGNAL, et une volet « pratique » déployé par FACILE GNL et PROMO GNL :

- TDI RETE-GNL identifie les normes et les procédures interdisciplinaires qui combinent les dimensions technique et économique et qui sont communes à tous les ports de la zone. Cette étude comprend un état des lieux et les hypothèses les plus viables pour l'approvisionnement, le stockage et la fourniture du GNL dans les ports de la zone. Elle pourrait être partagée par les cinq régions et permettrait une mutualisation des moyens et une réduction des coûts

- Sur la base de l'étude de TDI-RETE GNL, SIGNAL envisage un système intégré de distribution du GNL dans les cinq territoires pour les navires et éventuellement pour d'autres moyens de transport ou d'autres activités. Ça constitue une base de développement stratégique du système de distribution du GNL par :

- un modèle d'optimisation du réseau maritime pour l'approvisionnement,
- un modèle de localisation des sites de stockage dans les ports de destination,
- un modèle de distribution interne dans les territoires ou les ports peu ou pas équipés.

- GNL-FACILE met en œuvre une action pilote de réalisation de stations mobiles de stockage et d'approvisionnement dans les ports commerciaux. Ces stations mobiles, de type container prouvent aux opérateurs la faisabilité immédiate de la fourniture du GNL et montrent le fonctionnement de la chaîne GNL.

- Sur la base des trois projets du Cluster GNL, PROMO-GNL a pour mission de promouvoir et d'accélérer l'adoption du GNL pour les opérations portuaires et maritimes, directement ou indirectement liées au transport maritime et aux activités se déroulant dans la zone portuaire.

Donc, c'est dans ce cadre d'ensemble que les Cahiers du GNL ont été développés.

## Il Progetto GNL-FACILE

Ridurre l'uso di combustibili inquinanti e la dipendenza dal petrolio è una priorità della politica europea dei trasporti ed è una questione di fondamentale importanza per la competitività e l'efficienza della catena logistica.

In questo senso, i porti - nel quadro delle reti di trasporto transeuropee (TEN-T) e come nodi di scambio della catena di trasporto marittimo e terrestre, giocano un ruolo decisivo per lo sviluppo e il radicamento di combustibili più puliti, in particolare per il gas naturale liquefatto (GNL).

La direttiva 2014/94/UE (direttiva DAFI), in conformità con il regolamento europeo 1315/2013 che ha riformato la TEN-T, sottolinea come sia necessaria l'installazione di punti di rifornimento, in mare o a terra, fissi o mobili per la fornitura di GNL nei porti marittimi, e come ciò possa essere fatto solo creando un'adeguata cooperazione tra gli Stati membri.

I porti devono prevedere, a partire dal 2025, la costruzione di una vera e propria filiera del GNL, garantendo la continuità di approvvigionamento per navi, veicoli e attrezzature portuali, verificando la sostenibilità ambientale ed economica delle soluzioni adottate e l'adeguato dimensionamento degli impianti.

GNL-FACILE assiste i porti nell'area di cooperazione, sia i porti della rete centrale TEN-T che i porti secondari, nel dare priorità e monitorare le soluzioni di fornitura di GNL su piccola scala, in linea con gli obblighi dell'acquis comunitario e gli obiettivi di efficienza energetica.

Il progetto realizza 7 azioni pilota nei principali porti della zona attraverso dimostrazioni con stazioni mobili che dimostrano l'immediata agli operatori l'immediata disponibilità di fornitura di GNL e allo stesso tempo dimostrano il funzionamento della tecnologia e della filiera del GNL.

Inserito nella cooperazione transfrontaliera, GNL-FACILE permette lo scambio di esperienze, massimizzando il loro impatto e la diffusione di conoscenze.

## Le Projet GNL-FACILE

La réduction de l'utilisation de carburants polluants et de la dépendance au pétrole est une priorité de la politique européenne des transports et constitue une question essentielle pour la compétitivité et l'efficacité de la chaîne logistique.

Dans ce sens, les ports - dans le cadre des réseaux transeuropéens de transport (RTE-T) et en tant qu'échangeurs dans la chaîne de transport maritime et terrestre - jouent un rôle décisif pour le développement et l'intégration de carburants plus propres, en particulier pour le Gaz Naturel Liquéfié (GNL).

La directive 2014/94/UE (directive DAFI), conformément au règlement européen 1315/2013 qui a réformé le RTE-T, souligne combien l'installation de points de ravitaillement fixes ou mobiles, en mer ou à terre, pour l'approvisionnement en GNL dans les ports maritimes est nécessaire, et combien cela ne peut se faire qu'en créant une coopération appropriée entre les États membres.

Les ports doivent envisager, à partir de 2025, la construction d'une véritable chaîne d'approvisionnement en GNL, garantissant la continuité de l'approvisionnement des navires, des véhicules et des équipements portuaires, vérifiant la durabilité environnementale et économique des solutions adoptées et le dimensionnement adéquat des installations.

GNL-FACILE aide les ports de la zone de coopération, qu'il s'agisse de ports du réseau central du RTE-T ou de ports secondaires, à hiérarchiser et à suivre les solutions d'approvisionnement en GNL à petite échelle, conformément aux obligations de l'acquis communautaire et aux objectifs d'efficacité énergétique.

Le projet met en œuvre 7 actions pilotes dans les principaux ports de la zone par le biais de démonstrations avec des stations mobiles démontrant la disponibilité immédiate de l'approvisionnement en GNL pour les opérateurs et démontrant en même temps le fonctionnement de la technologie et de la chaîne d'approvisionnement en GNL.

Dans le cadre de la coopération transfrontalière, GNL-FACILE permet l'échange d'expériences, la maximisation de leur impact et la diffusion des connaissances.

## Tecnologie e impianti per il GNL come combustibile in ambito marittimo

Le questioni tecnologiche, di processo e di sistema sono indissolubilmente legate quando si tratta di vettori energetici che sono ad un tempo strategici, potenzialmente abilitanti ma anche potenzialmente impattanti.

In più, nel caso del GNL, anche se le scelte di sistema sono vincolate dalla disponibilità di tecnologie accettate ed efficaci, ogni impianto si caratterizza in modo pressoché unico per il tipo di insediamento, per la domanda che soddisfa, per gli interessi degli operatori che lo propongono.

L'esperienza maturata attraverso il confronto dei progetti del Cluster GNL e raccolta in parte qui è stata preziosa soprattutto perché ha permesso una costante, vivace e fruttuosa discussione tra le componenti accademiche, tecniche e scientifiche con i responsabili della programmazione, con gli operatori e promotori delle tecnologie, e con gli utilizzatori finali.

L'analisi delle tecnologie e il confronto sui casi progettuali concreti è risultato in avanzamenti, nuove conoscenze e scambi che sono stati messi a frutto.

Qui non potendo entrare nel dettaglio degli elementi tecnici che sono ampiamente descritti negli elaborati e prodotti dei progetti, intendiamo trasferire il senso delle possibilità tecnologiche e delle soluzioni impiantistiche, insieme alla complessità che comunque portano con sé.

**Questo Quaderno del GNL n. 3 ha l'obiettivo di aiutare a comprendere come possono maturare le scelte più appropriate nel contesto tecnologico e industriale dato.**

# Technologies et installations pour le GNL comme carburant pour le secteur maritime

Les solutions technologiques, de processus et de systèmes sont inextricablement liées lorsqu'il s'agit de vecteurs énergétiques qui sont à la fois stratégiques, potentiellement habilitants mais aussi potentiellement impactants.

En outre, même si les choix de systèmes sont limités par la disponibilité de technologies acceptées et efficaces, chaque installation est presque unique en termes de type de règlement, de la demande qu'elle satisfait et des intérêts des opérateurs qui la proposent.

L'expérience acquise par la comparaison des projets du Cluster GNL et partiellement rassemblée ici a été précieuse surtout parce qu'elle a permis une discussion constante, vivante et fructueuse entre les composantes académiques, techniques et scientifiques avec les responsables de la planification, avec les opérateurs et les promoteurs des technologies, et avec les utilisateurs finaux.

L'analyse des technologies et la comparaison sur des cas concrets de projets ont permis des avancées, de nouvelles connaissances et des échanges qui ont été mis à profit.

Sans pouvoir entrer dans le détail des éléments techniques qui sont largement décrits dans les élaborations et les produits des projets, nous entendons transmettre ici le sens des possibilités technologiques et des solutions des installations, ainsi que la complexité qui en découle.

**Ce Cahier GNL n. 3 a pour but d'aider à comprendre comment faire les choix les plus appropriés dans le contexte technologique et industriel considéré.**

## Glossario minimo

FSU – Floating Storage Unit	Unità di stoccaggio galleggiante, una nave, o chiatta, adibita al solo trasporto e contenimento del GNL.
FRU – Floating Regassification Unit	Unità di rigassificazione galleggiante, una nave, o chiatta, provvista di un impianto di trattamento GNL. L'impianto svolge la funzione di trasformazione del GNL in GNC.
FSRU – Floating Storage & Regassification Unit	Unità di stoccaggio e rigassificazione galleggiante, una nave, o chiatta, provvista di serbatoi di stoccaggio GNL e impianti di rigassificazione (unità che unisce funzioni FSU + FRU)
GSU, GBS, GBU – Gravity Storage Unit	Unità di stoccaggio su piattaforma vincolata al fondale
GNC	Gas naturale compresso ad una pressione di 200-250 bar.
BOG	Gas di Boil-Off. È il gas formatosi dalla evaporazione del GNL.
Indice Wobbe	È il principale indice dell'intercambiabilità del gas naturale a parità di pressione. È definito come il rapporto fra il potere calorifico superiore di un gas (PCS) e la radice quadrata della sua densità relativa rispetto alla densità dell'aria in condizioni standard ( $\rho$ ).
L-GNC	Gas compresso ottenuto per rigassificazione da GNL.
Serbatoio a fondo piatto di tipo single containment	Serbatoio costituito da una parete di materiale metallico, rivestita da uno strato di materiale atto all'isolamento termico. Il metallo impiegato è specifico per fluidi criogenici. Il serbatoio si appoggia su uno strato di mattoni isolanti, un materiale poroso a bassissima densità in grado di sostenere il peso della struttura (e del GNL) limitando lo scambio termico con il suolo.
Serbatoio a fondo piatto di tipo double containment	In questi serbatoi, il bacino presenta dei muri di contenimento molto più elevati, rispetto alla tipologia single containment, per limitare il più possibile l'area di evaporazione offerta al GNL.
Serbatoio a fondo piatto di tipo full containment	In questa tipologia di serbatoi sono presenti due pareti costituite da metallo per liquidi criogenici distanziate dal materiale isolante. La copertura del serbatoio non ha solamente la funzione di proteggere il materiale isolante dalle intemperie climatiche; infatti, essendo fatto del medesimo materiale delle pareti, esso garantisce la tenuta in caso di presenza di vapori tra le due pareti.
Serbatoio a membrana	Serbatoi di contenimento del gas liquido mediante una membrana di lamiera (semplice o doppia) che assicura la tenuta al liquido, supportata da una retrostante struttura multistrato di materiali isolanti (legno leggero e materiali sintetici), che trasmette i carichi direttamente allo scafo. Il particolare materiale usato, e le corrugazioni con cui la membrana è realizzata, permettono di ridurre i problemi di resistenza e di fatica dei materiali delle pareti dei serbatoi, dovuti ai grandi sbalzi di temperatura cui esse sono sottoposte; questa tecnologia ha perciò avuto un grande successo e le navi con serbatoi a membrana costituiscono oggi circa l'85% della flotta metaniera).



## Petit glossaire

FSU – Floating Storage Unit	Unité de stockage flottante, un navire, ou une barge, utilisé uniquement pour le transport et le confinement du GNL.
FRU – Floating Regassification Unit	Unité flottante de regazéification, un navire, ou une barge, équipé d'une usine de traitement du GNL. L'usine a pour fonction de transformer le GNL en GNC.
FSRU – Floating Storage & Regassification Unit	Unité flottante de stockage et de regazéification, un navire, ou une barge, équipé de réservoirs de stockage de GNL et d'installations de regazéification (unité combinant les fonctions FSU + FRU).
GSU, GBS, GBU – Gravity Storage Unit	Unité de stockage sur une plate-forme fixée au fond de la mer
GNC	Gaz naturel comprimé à une pression de 200-250 bars.
BOG	Gaz d'ébullition. Il s'agit du gaz formé par l'évaporation du GNL
Indice Wobbe	C'est le principal indice de l'interchangeabilité du gaz naturel à la même pression. Il est défini comme le rapport entre le pouvoir calorifique supérieur (PCS) d'un gaz et la racine carrée de sa densité relative par rapport à la densité de l'air dans des conditions normales (p).
L-GNC	Gaz comprimé obtenu par regazéification à partir de GNL.
Réservoir à fond plat de type à confinement unique	Réservoir constitué d'une paroi en matériau métallique, recouverte d'une couche de matériau adapté à l'isolation thermique. Le métal utilisé est spécifique aux fluides cryogéniques. Le réservoir repose sur une couche de briques isolantes, un matériau poreux de très faible densité capable de supporter le poids de la structure (et du GNL). limitant l'échange thermique avec le sol.
Réservoir à fond plat de type double confinement	Dans ces réservoirs, le bassin a des parois de confinement beaucoup plus hautes, par rapport au type de confinement simple, afin de limiter au maximum la zone d'évaporation offerte au GNL.
Réservoir à fond plat à confinement total	Dans ce type de réservoirs, il y a deux parois en métal pour les liquides cryogéniques, espacées par le matériau isolant. Le couvercle de la cuve n'a pas seulement pour fonction de protéger le matériau isolant des intempéries ; en effet, étant réalisé dans le même matériau que les parois, il garantit l'étanchéité en cas de présence de vapeurs entre les deux parois.
Réservoir à membrane	Réservoirs destinés à contenir du gaz liquéfié au moyen d'une membrane en tôle (simple ou double) qui assure l'étanchéité au liquide, soutenue par un support structure multicouche en matériaux isolants (bois léger et matériaux synthétiques), qui transmet les charges directement à la coque. Le matériau particulier utilisé, et les ondulations avec lesquelles la membrane est réalisée, permettent de réduire les problèmes de résistance et de fatigue des matériaux des parois du réservoir, dus aux grands changements de température auxquels ils sont soumis ; cette technologie a connu un grand succès et les navires avec des réservoirs à membrane représentent aujourd'hui environ 85% de la flotte de méthaniers).

## Le tecnologie per il GNL nella logica del Cluster GNL

Anzitutto è utile collocare la riflessione sulle tecnologie del GNL nel contesto più ampio dello stato evolutivo del GNL in quanto settore.

L'uso del GNL come fonte di energia non ha attualmente un effettivo mercato di riferimento ben definito, a differenza di altre forme di energia (per esempio la benzina ha come mercato di riferimento l'autotrazione).

Con la sola esclusione dei rigassificatori, il settore del GNL in Europa è ancora in uno stadio iniziale di sviluppo. Questa è una delle ragioni, se non la principale, per cui non si è ancora assistito ad una standardizzazione delle tecnologie e delle soluzioni impiantistiche.

In Italia, per esempio, il GNL ricevuto e rigassificato (Impianti di Livorno, Panigaglia e Adriatic LNG), per poi essere immesso nella rete nazionale primaria ad alta pressione, contribuisce per circa il 18% alle importazioni complessive. Questi impianti potrebbero complementare, pur senza sostituirlo completamente, l'utilizzo dello stoccaggio in giacimento esaurito (impianti gestiti da Stogit, Edison e Ital Gas Storage) per il peak shaving, cioè il processo di riduzione della quantità di energia acquistata durante le ore di punta della domanda.

Questa utenza è l'unica al momento ove il ruolo del GNL è già consolidato a fronte di investimenti importanti.

La ripartizione dei consumi tra i vari settori in Italia (fonte SNAM) indica che oggi il GNL immesso nella rete GNC viene così ripartito tra le varie utenze:

- 42% alle utenze civili e terziarie
- 36% alle utenze termoelettriche
- 22% alle utenze industriali

I dati dei progetti del Cluster GNL mostrano una sostanziale similitudine tra il contesto generale italiano e francese, pur con differenze regionali importanti, come nel caso delle isole Corsica e Sardegna.

Anche se lo sviluppo degli impieghi diversi dalla rigassificazione è agli inizi, sono invece presenti numerose norme tecniche a supporto, a testimonianza di un contesto politico e tecnico-regolatore impegnato a tracciare un percorso.

Per rilevare tendenze generali con cui gli attori principali calano nella realtà gli indirizzi politici e le norme tecniche, un approccio utile è quello di analizzare le installazioni esistenti.

Attualmente il consumo di GNL in Italia, e nel bacino del mediterraneo, è quasi esclusivamente per il rifornimento dei rigassificatori.

La distribuzione del GNL ai vari utenti (marittimi, terrestri, civili o industriali) è anch'essa in una fase iniziale, di nuovo con l'eccezione dei rigassificatori che sono collegati alle reti primarie.

L'assenza di progetti inerenti alla distribuzione mediante condotta o virtual pipeline ferroviaria è in gran parte giustificata dalle complessità tecniche ed operative, ma per alcuni settori (autotrazione pesante, consumi civili ed industriali in aree non servite dal GNC, bunkeraggio marittimo) la costruzione di una infrastruttura di distribuzione "al minuto" è una condizione essenziale per lo sviluppo del GNL come vettore energetico. La scelta modale di questa infrastruttura e la sua realizzazione indirizzeranno il mercato futuro.

## Les technologies du GNL dans la logique du Cluster GNL

Il est utile de placer la réflexion sur les technologies du GNL dans le contexte plus large de l'évolution du GNL en tant que secteur.

L'utilisation du GNL comme source d'énergie ne dispose pas actuellement d'un marché de référence efficace et bien défini, contrairement à d'autres formes d'énergie (par exemple, l'essence a pour marché de référence la voiture).

À la seule exception des regazéificateurs, le secteur du GNL en Europe est encore à un stade précoce de développement. C'est l'une des raisons - sinon la principale - pour laquelle il n'y a pas encore eu de normalisation des technologies et des solutions d'installations.

En Italie, par exemple, le GNL reçu et regazéifié (installations de Livorno, Panigaglia et Adriatic LNG), qui est ensuite injecté dans le réseau national primaire à haute pression, représente environ 18% des importations totales. Ces installations pourraient compléter, mais pas remplacer complètement, l'utilisation du stockage dans des réservoirs épuisés (installations exploitées par Stogit, Edison et Ital Gas Storage) pour l'écrêtement des pointes (peak shaving), c'est-à-dire le processus de réduction de la quantité d'énergie achetée pendant les heures de pointe.

Cet utilisateur est le seul actuellement où le rôle du GNL est déjà consolidé moyennant des investissements importants.

La répartition de la consommation entre les différents secteurs en Italie (source : SNAM) montre qu'aujourd'hui le GNL injecté dans le réseau GNC est réparti comme suit entre les différents utilisateurs :

- 42% aux utilisateurs civils et tertiaires
- 36% aux utilisateurs de thermoélectricité
- 22% aux utilisateurs industriels

Les données relatives aux projets du Cluster GNL montrent une grande similitude entre les contextes généraux italien et français, bien qu'il existe d'importantes différences régionales, comme dans le cas des îles de Corse et de Sardaigne. Si le développement des usages autres que la regazéification n'en est qu'à ses débuts, de nombreuses normes techniques l'accompagnent, témoignant d'un contexte politique et technico-réglementaire déterminé à tracer la voie.

Afin de détecter les tendances générales avec lesquelles les principaux acteurs mettent en pratique les orientations politiques et les normes techniques, une approche utile consiste à analyser les installations existantes.

Actuellement, la consommation de GNL en Italie, et dans le bassin méditerranéen, est presque exclusivement destinée à l'approvisionnement des regazéificateurs.

La distribution du GNL aux différents utilisateurs (maritimes, terrestres, civils ou industriels) n'en est également qu'à ses débuts, à l'exception des regazéificateurs qui sont reliés aux réseaux primaires.

L'absence de projets de distribution ferroviaire par gazoduc ou par gazoduc virtuel se justifie en grande partie par des complexités techniques et opérationnelles, mais pour certains secteurs (auto-traction lourde, consommation civile et industrielle dans des zones non desservies par le GNC, bunkering maritime), la construction d'une infrastructure de distribution "de détail" est une condition essentielle au développement du GNL en tant que vecteur énergétique. Le choix modal de cette infrastructure et sa mise en oeuvre détermineront le marché futur.

Per esempio le proiezioni di crescita del GNL per autotrazione pesante (oggi insignificante anche per la mancanza di una infrastruttura di rifornimento) indicano che in Europa il parco circolante pesante alimentato a GNL potrebbe passare da 1.700 veicoli del 2019 a 28.000 nel 2035 con un incremento di oltre una volta mezzo nei consumi di GNL (Più ambizioso ancora il piano italiano che ne prevede invece 30.000 - 35.000 già nel 2030 solamente in Italia).

Al momento una soluzione logistico-tecnica che sembra emergere è quella di una rete di autobotti nelle aree non costiere.

Per lo sviluppo del mercato saranno poi necessari terminali di importazione di taglia piccola e meno onerosi economicamente (SSLNG – Small Scale LNG).

Questo segmento, molto attivo in tempi recenti, è stato oggetto sia a livello internazionale che nazionale di vari tentativi di normazione. Sono previsti e in fase di costruzione numerosi stoccaggi di questo tipo che avranno come settori di riferimento il bunkeraggio marittimo e la distribuzione a corto raggio tramite autobotte.

Le stazioni di servizio nei pressi degli SSLNG costituiranno con ogni probabilità la prima fase della costruzione di una rete di distribuzione per autotrazione (si tenga presente che tutti gli studi ritengono che il GNL possa interessare solo i mezzi pesanti che sono naturalmente attratti dai porti in quanto nodi commerciali primari).

In base a considerazioni varie sulle tecnologie necessarie all'utilizzo del GNL si ritiene che il settore delle utenze industriali principali e delle utenze civili attualmente rifornite da GNC sia difficilmente penetrabile dal GNL se non con investimenti importanti.

Diverso è il discorso delle utenze industriali non energivore e delle utenze civili attualmente servite con GPL (che per esempio in Italia consumano circa 1.65 milioni di tonnellate all'anno, corrispondenti a circa il 15% del GNL importato in Italia) e che sono già allo stato attuale rifornite via terra.

Il GNL utilizzato in ambito portuale/marittimo per il bunkeraggio è un settore particolarmente effervescente, infatti numerosi impianti SSLNG (che sono senza capacità di liquefazione) sono in progetto, ma per ora allo stato iniziale. Non sono pertanto presenti dati sui consumi attuali (inesistenti) ma si può ragionevolmente pensare che possano divenire importanti in pochi anni. Per esempio, secondo il Ministero dello Sviluppo Economico, in Italia nel 2018 il consumo di prodotti petroliferi per bunkeraggio è stato pari 3.2 Mton (il 5% dei consumi petroliferi complessivi), di cui 2.7 Mton di oli combustibili, che sono il settore più permeabile al GNL. Tale consumo risulterebbe pari a 3.4 miliardi di Sm<sup>3</sup> di gas naturale (pari al 25% della capacità di importazione di GNL attuale).

In Italia il D. Lgs. 257/2016 (che recepisce la direttiva comunitaria sulle fonti energetiche alternative) prevede una penetrazione in questo mercato specifico del GNL del 30-35% (consumo previsto nel 2030 pari a 1 milione di tonnellate) in Italia mentre le attese a livello Europea prevedono un consumo complessivo che si possa avvicinare ai 35 milioni di tonnellate.

Infine non si può trascurare il fatto che alcuni tipi di consumi sono pesantemente influenzati dalle politiche energetiche e fiscali europee e dei singoli stati (per esempio sostituzione dello sconto fiscale per il gasolio con sistemi premianti per il passaggio a metano).

Par exemple, les projections de croissance du GNL pour les véhicules lourds (aujourd'hui insignifiantes, notamment en raison de l'absence d'infrastructure de ravitaillement) indiquent qu'en Europe, la flotte de véhicules lourds alimentés au GNL pourrait passer de 1 700 véhicules en 2019 à 28 000 en 2035, avec une augmentation de plus de la moitié de la consommation de GNL (le plan italien, qui prévoit 30.000 à 35.000 véhicules en 2030 pour la seule Italie, est encore plus ambitieux).

Actuellement, une solution logistico-technique qui semble se dessiner est celle d'un réseau de camions citernes dans les zones non côtières.

Le développement du marché nécessitera des terminaux d'importation de petite taille et moins lourds économiquement (SSLNG - Small Scale LNG).

Ce segment, très actif ces derniers temps, a fait l'objet de diverses tentatives de normalisation tant au niveau international que national. Plusieurs installations de stockage de ce type sont prévues et en cours de construction, et leurs secteurs de référence seront le bunkering maritime et la distribution à courte distance par camion-citerne.

Les stations-service à proximité de SSLNG seront très probablement la première étape de la construction d'un réseau de distribution pour les véhicules à moteur (il convient de noter que toutes les études considèrent que le GNL ne peut intéresser que les véhicules lourds qui sont naturellement attirés par les ports en tant que pôles commerciaux primaires).

Sur la base de diverses considérations sur les technologies nécessaires à l'utilisation du GNL, on considère que le secteur des principaux utilisateurs industriels et civils actuellement approvisionnés par le GNC est difficile à pénétrer par le GNL, sinon avec des investissements importants.

Il en va autrement pour les utilisateurs industriels qui ne consomment pas d'énergie et pour les utilisateurs civils actuellement desservis par le GPL (qui, par exemple, consomment en Italie environ 1,65 million de tonnes par an, ce qui correspond à environ 15% du GNL importé en Italie) et qui sont déjà approvisionnés par voie terrestre.

Le GNL utilisé dans la zone portuaire/maritime pour le ravitaillement est un secteur particulièrement effervescent. En fait, plusieurs installations SSLNG (qui n'ont pas de capacité de liquéfaction) sont en planification, mais pour l'instant à un stade précoce. Il n'y a donc pas de données sur la consommation actuelle (inexistante) mais il est raisonnable de penser qu'elles pourraient devenir importantes dans quelques années. Par exemple, selon le Ministère du développement économique, en Italie, en 2018, la consommation de produits pétroliers pour le bunkering s'est élevée à 3,2 Mton (5% de la consommation totale de pétrole), dont 2,7 Mton de fioul, qui est le secteur le plus perméable au GNL. Cette consommation serait égale à 3,4 milliards de Sm<sup>3</sup> de gaz naturel (soit 25 % de la capacité actuelle d'importation de GNL).

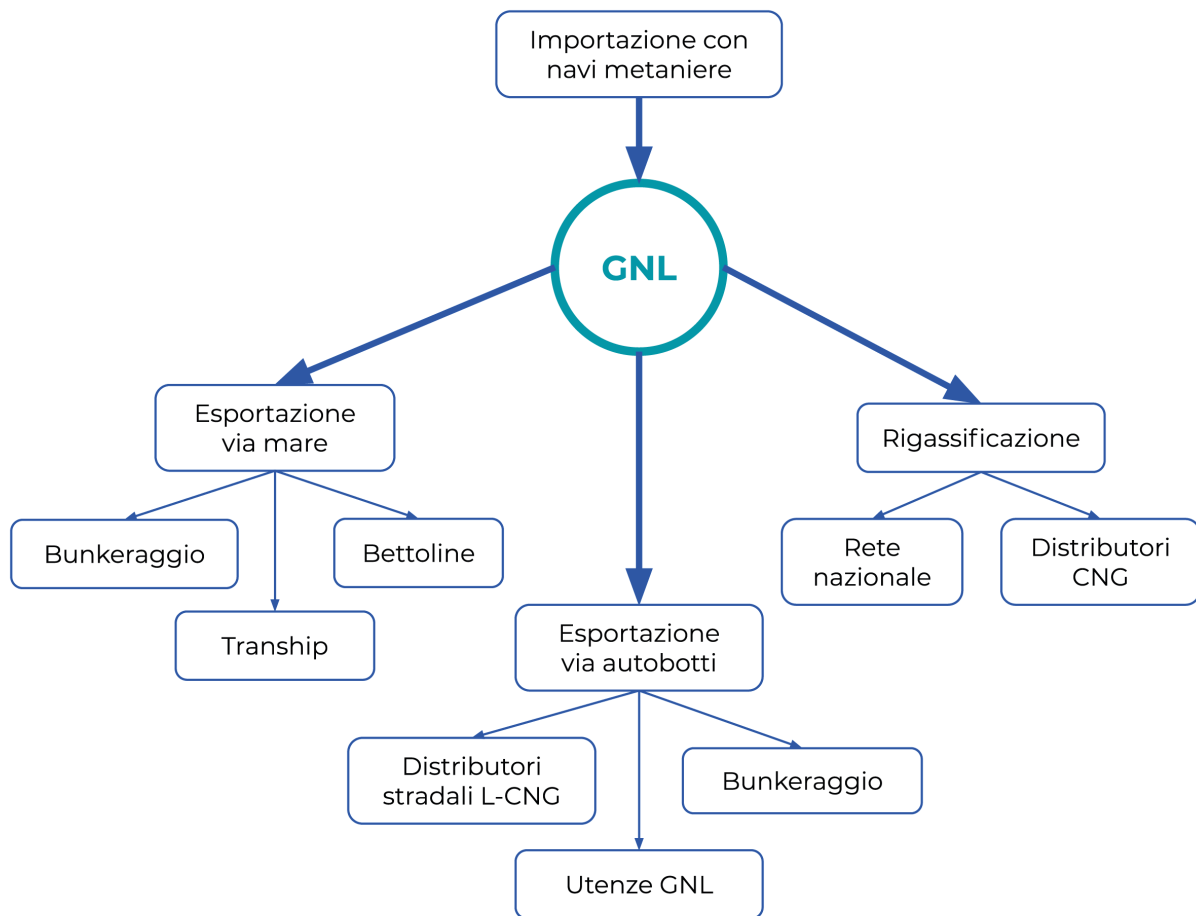
En Italie, le décret législatif 257/2016 (qui met en oeuvre la directive de l'UE sur les sources d'énergie alternatives) prévoit une pénétration sur ce marché spécifique du GNL de 30-35% (consommation prévue en 2030 égale à 1 million de tonnes) en Italie alors que les attentes au niveau européen prévoient une consommation globale qui pourrait approcher les 35 millions de tonnes.

En conclusion, nous ne pouvons pas négliger le fait que certains types de consommation sont fortement influencés par les politiques énergétiques et fiscales européennes et nationales (par exemple, le remplacement de la remise fiscale pour le diesel par des systèmes de bonus pour le passage au méthane).

In questo contesto si può prevedere un mercato in crescita del GNL trainato in una prima fase del settore dei trasporti su gomma e bunkeraggio portuale (ove sono ragionevoli incrementi dei consumi a doppia cifra negli anni a venire).

Più difficile da stimare è per quanto riguarda la conversione a GNL di impianti terrestri non costieri attualmente a GPL (di cui non esistono per il momento standard costruttivi ma solo la sigla nanoscale) e che potrebbe valere fino al 25% di incremento alle attuali importazioni di GPL.

La partita tecnologica in questo quadro è fondamentale in termini di efficienza e tempo di ritorno degli investimenti, per l'accettabilità e sicurezza ambientale e rispetto al rischio di incidenti maggiori, per evitare rischi di ingessatura tecnologica (lock-in), per gestire la potenziale trasformazione di utilizzo o coesistenza con vettori energetici futuri come l'idrogeno.



*Immagine 1: Flusso della filiera del GNL*

Dans ce contexte, il est possible de prévoir un marché croissant pour le GNL, stimulé dans un premier temps par les secteurs du transport routier et du bunkering portuaire (où des augmentations de consommation à deux chiffres sont raisonnables dans les années à venir).

Plus difficile à estimer est la conversion au GNL des installations terrestres non côtières utilisant actuellement du GPL (pour lesquelles il n'existe pas de normes de construction pour le moment, seulement l'acronyme nano-scale) et qui pourraient valoir jusqu'à 25% d'augmentation des importations actuelles de GPL.

Le jeu technologique dans ce contexte est fondamental en termes d'efficacité et de temps de retour sur investissement, pour l'acceptabilité et la sécurité environnementale et par rapport au risque d'accidents majeurs, pour éviter le risque de verrouillage technologique (lock-in), pour gérer la transformation potentielle de l'utilisation ou la coexistence avec les futurs vecteurs énergétiques tels que l'hydrogène.

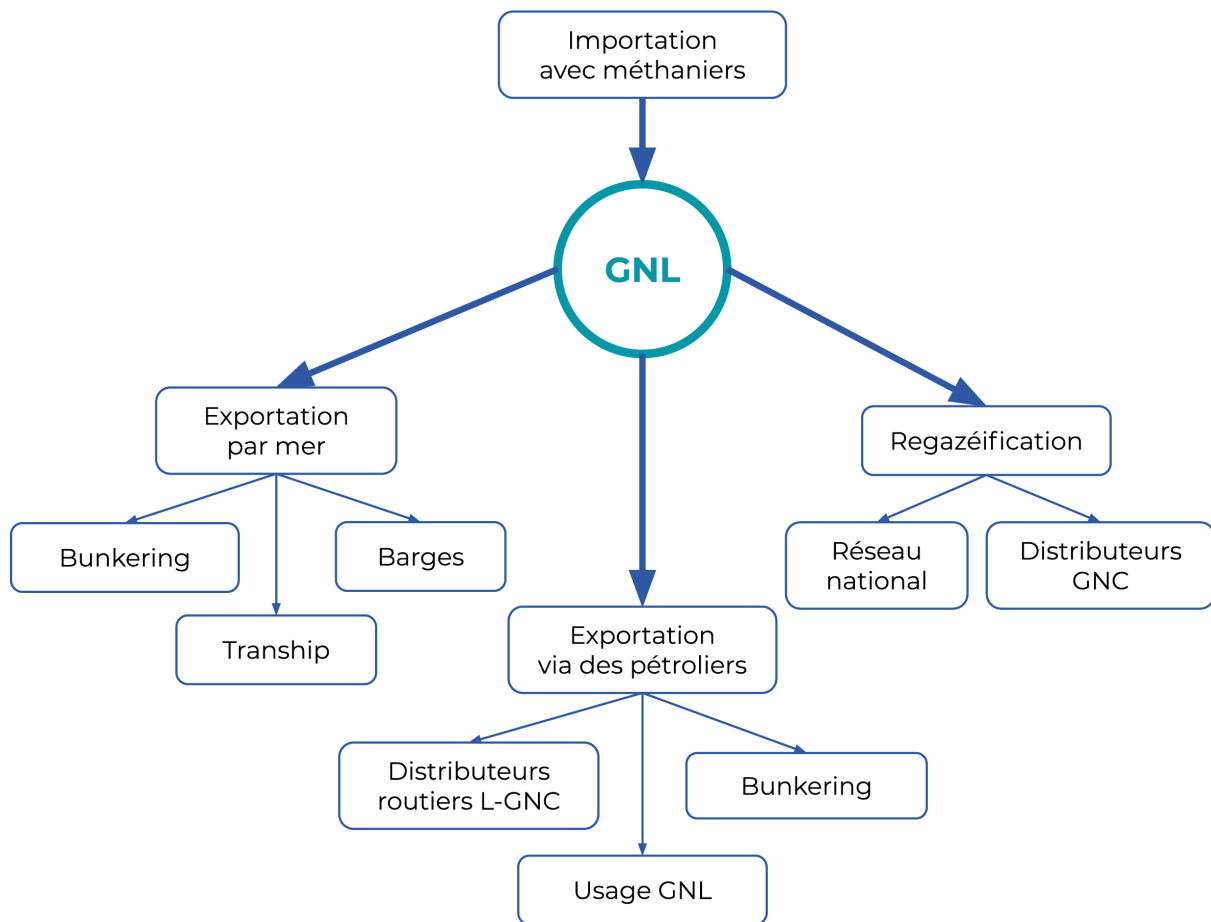


Image 1 : Flux de la chaîne d'approvisionnement du GNL

## Tipologie delle strutture e impianti di approvvigionamento

In generale, le tipologie possibili variano tra loro per la collocazione onshore (terrestri) o offshore (marini) e per la tipologia di serbatoi presenti e relativa capacità di contenimento delle perdite.

Lo schema mira ad agevolare la comprensione delle possibili configurazioni impiantistiche e relative tecnologie.

	Serbatoio	Installazione	Contenimento perdite
TERRESTRI	Fondo piatto	Emerso	Single containment
		Seminterrato	Double containment
		Interrato	Full containment
	Pressurizzato	Verticale	Single containment
		Orizzontale	Double containment
			Full containment
MARINI	Tipologia struttura	Rigassificazione	Rifornimento navi
	FSRU	Si	Si
		No	No
	GBU	Si	Si
		No	No

Tab. 1: Configurazioni impiantistiche e relative tipologie

Osservando gli impianti installati si può notare che, per gli impianti di recente costruzione, la tipologia impiantistica più utilizzata prevede la presenza di serbatoi a fondo piatto di tipo full containment, di medie dimensioni.

Un vantaggio è la versatilità di questa soluzione che ne permette l'installazione all'interno di strutture in grado di fornire più servizi:

- rifornimento a navi metaniere mediante bunkeraggio
- rifornimento a navi metaniere mediante navi bettoline
- rifornimento autobotti GNL
- rigassificazione
- fornitura di GNC a distributore stradale



## Types de structures et d'installations d'approvisionnement

En général, les types possibles varient en fonction de leur localisation sur terre (onshore/terrestre) ou en mer (offshore/marine), du type de réservoirs présents et de leur capacité à contenir les pertes.

Le schéma vise à faciliter la compréhension des configurations possibles de l'installation et des technologies associées.

	Réservoir	Installation	Limitation des pertes
TERRESTRES	Fond plat	Émergé	Confinement simple
		Basement	Confinement double
		Souterrain	Confinement total
	Pressurisé	Vertical	Confinement simple
		Horizontal	Confinement double
			Confinement total
MARINES	Type de structure	Regazéification	Approvisionnement des navires
	FSRU	Oui	Oui
		No	No
	GBU	Oui	Oui
		No	No

Tab. 1 : Configurations des installations et types relatifs

En observant les installations installées, on constate que, pour les installations de construction récente, le type d'installation le plus utilisé implique la présence de réservoirs à fond plat et à confinement total de taille moyenne.

L'un des avantages est la polyvalence de cette solution, qui lui permet d'être installée à l'intérieur de structures capables de fournir plusieurs services :

- ravitaillement des méthaniers par bunkering
- ravitaillement des méthaniers par des briquets
- ravitaillement des méthaniers
- regazéification
- approvisionnement de GNC aux distributeurs routiers

## La filiera tecnologico-produttiva del GNL

Parliamo di filiera tecnologico-produttiva perché stadi e processi e tecnologie sono strettamente connesse.

Gli stadi e le fasi fondamentali della catena del valore, nonché le relative caratteristiche fondamentali sono qui riassunti e riportati iconicamente:

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 convogliato in una tubazione, indirizzato verso destinazioni finali o in siti di stoccaggio. Nuove tecniche di estrazione: shale gas e coal bed methane.
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 (LNG carriers); il trasporto navale permette l'accesso al GNL anche ad aree geografiche, irraggiungibili da pipeline.
4. Rigassificazione	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 effettuare il trasporto terrestre e permetterne il consumo finale. Impianti onshore o offshore su navi Floating Storage and Rigasification Unit. Il GNL proveniente dalla nave metaniera viene trasferito all'impianto di rigassificazione, 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 rigassificazione, viene trasportato mediante condotte nel mercato interno per soddisfare la domanda ad usi civili o industriali in vasti network distributivi.

Tab. 2: Fasi della filiera tecnologico-produttiva del GNL

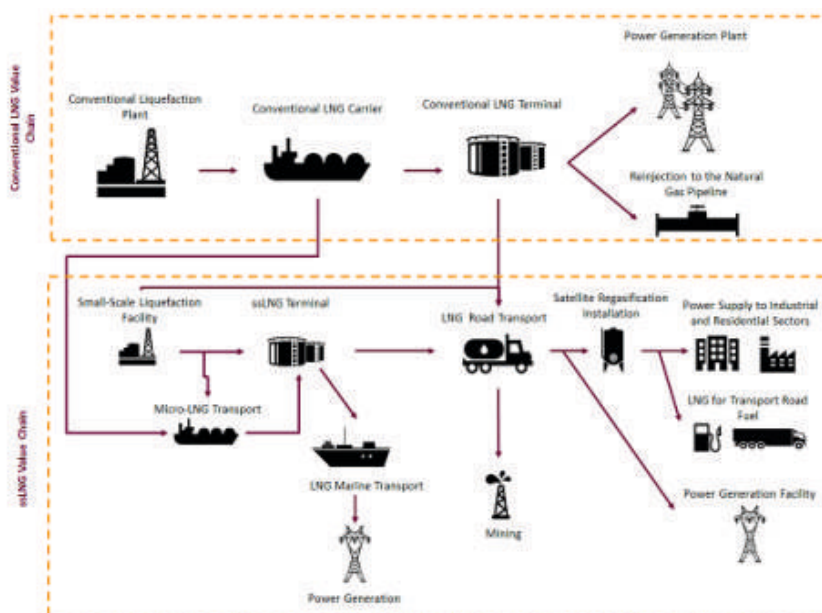


Immagine 2: La filiera del gas naturale

## La chaîne technologique et de production du GNL

On parle de chaîne technologique-productive parce que les étapes, les processus et les technologies sont étroitement liés.

Les étapes et les phases fondamentales de la chaîne de valeur, ainsi que les caractéristiques fondamentales qui s'y rapportent, sont ici résumées et illustrées par des icônes :

Étapes de la chaîne du GNL	Caractéristiques principales
1. Production de gaz	La production de gaz consiste en l'extraction classique du gaz du sous-sol, piégé dans la plupart des cas avec le pétrole sous une couche de roche ; le gaz s'échappe spontanément en aval du forage, puis est acheminé par gazoduc vers des destinations finales ou des sites de stockage. Nouvelles techniques d'extraction : gaz de schiste et méthane de houille.
2. Liquéfaction	Procédé par lequel de grands volumes de gaz naturel peuvent être transportés des pays producteurs vers les pays importateurs, permettant de réduire le volume de gaz d'environ 600 fois par rapport à son état gazeux ; le changement de phase est obtenu en portant le gaz naturel à la température critique de -162°C à la pression atmosphérique. Installations onshore ou offshore. Le GNL est ensuite injecté dans des réservoirs cryogéniques pour être stocké et déposé, 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 ; le transport par bateau permet d'accéder au GNL même dans des zones géographiques inaccessibles par gazoduc.
4. Regazéification	Processus pour amener le gaz naturel à l'état liquide (GNL), utile pendant la phase de transport, à l'état gazeux et comprimé (GNC), afin d'effectuer le transport terrestre et de permettre sa consommation finale. Installations onshore ou offshore sur des navires Unité flottante de stockage et de rigasification. Le GNL provenant du méthanier est transféré dans la station de regazéification. Il est d'abord envoyé dans un vaporisateur composé 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 envoyé dans le réseau de distribution.
5. Logistique de distribution	Le gaz, après le processus de regazéification, est transporté par gazoducs sur le marché intérieur pour répondre à la demande d'usages civils ou industriels dans de vastes réseaux de distribution.

Tab. 2 : Étapes de la chaîne technologique et de production du GNL

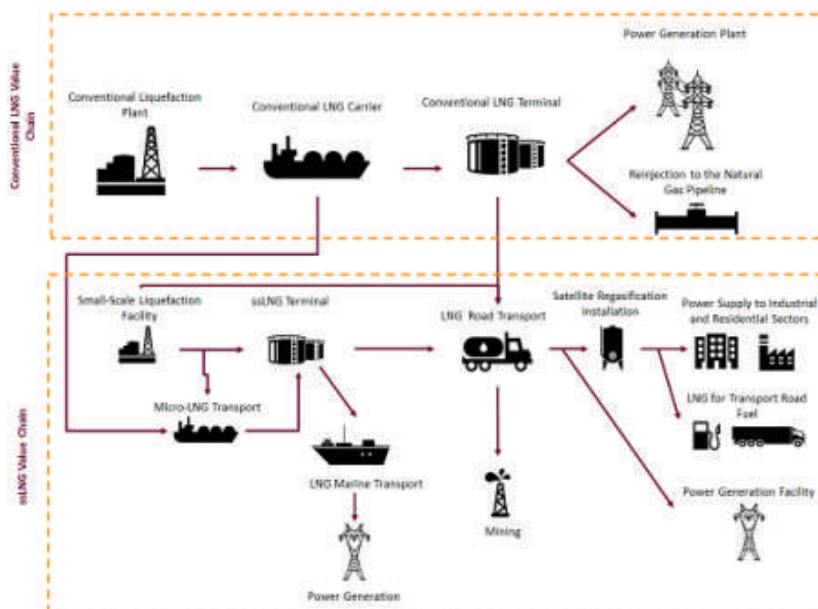


Image 2 : Le secteur du gaz naturel

## La filiera SSLNG

La filiera dello Small Scale LNG è 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.

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.

Riferendosi all'impiego diretto del GNL nella sua forma liquida, in contrapposizione al modello tradizionale di rigassificazione 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.

## Criteri per la scelta tecnologica

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.

Dal punto di vista metodologico sarebbe quindi opportuno:

- 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.

## La chaîne du SSLNG

La chaîne du "Small Scale LNG" est la gestion à petite échelle du gaz naturel liquéfié dans laquelle le GNL est transformé à l'état gazeux puis injecté dans le réseau de distribution national.

Les petites installations de liquéfaction ont une capacité de production inférieure à 500 000 tpa (tonnes par an) et permettent en outre d'approvisionner aussi bien les utilisateurs finaux situés dans des lieux et des zones difficilement accessibles par les infrastructures traditionnelles que les consommateurs qui ont besoin de carburant sous forme liquide. Les principales utilisations du GNL à petite échelle sont essentiellement au nombre de trois, à savoir le carburant marin (bunkering), le ravitaillement en carburant dans le secteur du transport routier lourd et la production d'électricité dans les lieux hors réseau (power generation in off-grid locations).

Faisant référence 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 des navires ou à l'auto-transport et représente une opportunité de réduire l'impact environnemental dans le secteur des transports. Le SSLNG crée également de nouvelles opportunités commerciales pour les opérateurs du secteur, car il s'agit d'un marché relativement jeune et pas encore suffisamment couvert.

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

## Critères de sélection des technologies

Le choix d'une solution technologique spécifique dépend non seulement de ses avantages intrinsèques en termes d'opérations (par exemple, les volumes de GNL manipulés, la rapidité des opérations de soutage, la flexibilité opérationnelle, etc.), de ses avantages économique-financiers (c'est-à-dire à la fois les investissements initiaux et les dépenses d'investissement - CAPEX - et les dépenses d'exploitation - OPEX), et de ses avantages socio-environnementaux, mais il est également fonction d'un certain nombre de facteurs externes et de dimensions situationnelles liés aux spécificités du contexte empirique dans lequel la solution technologique est appliquée.

Dans le cas d'espèce, de ce point de vue, le choix de la solution technologique à adopter pour le soutage du GNL dans un contexte portuaire maritime ne peut a priori faire abstraction de variables externes à la technologie elle-même, telles que, par exemple, la localisation et la taille du port étudié, le volume de la demande de GNL, le degré d'acceptation par les communautés locales, la spécificité de la réglementation applicable.

D'un point de vue méthodologique, il conviendrait donc de :

- évaluez conjointement les variables endogènes et exogènes par rapport à la technologie qui sont pertinentes pour le choix ;
- identifiez les leviers à considérer en priorité ;
- sélectionnez les critères de sélection ;
- identifier, construire et suivre les indicateurs de performance (KPI) fonctionnels à la collecte et à la diffusion de l'information.

## Configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale

Le potenziali configurazioni di rifornimento di GNL di riferimento sono:

- Configurazione Truck to Ship (TTS);
- Configurazione Ship to Ship (STS);
- Configurazione Terminal/Port/Pipeline To Ship (PTS);
- Configurazione Mobile Fuel Tanks.

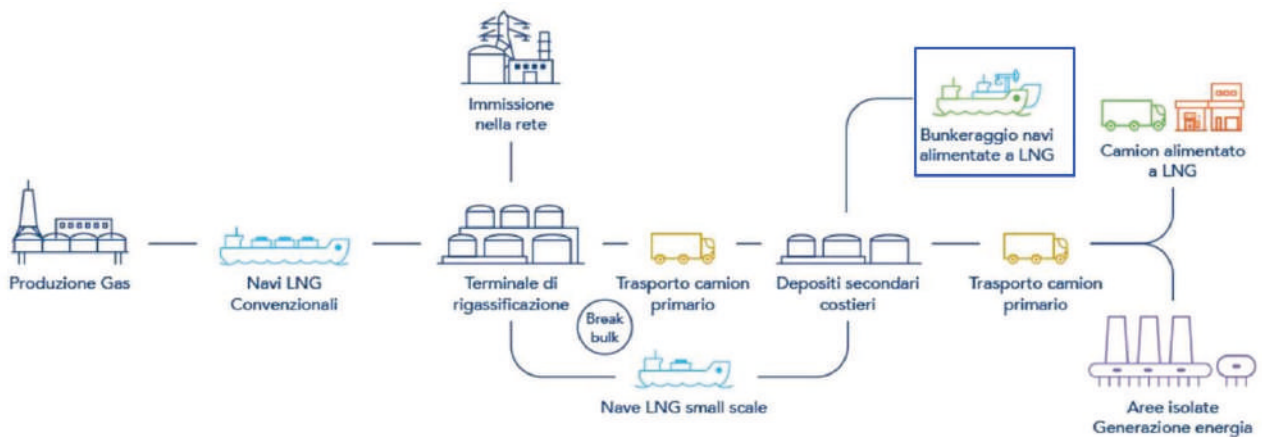


Immagine 3: LNG supply chain – bunkering  
 (Fonte: <https://www.snam.it/en/Natural-gas/green-energy/liquefied-natural-gasxLNGx/>)

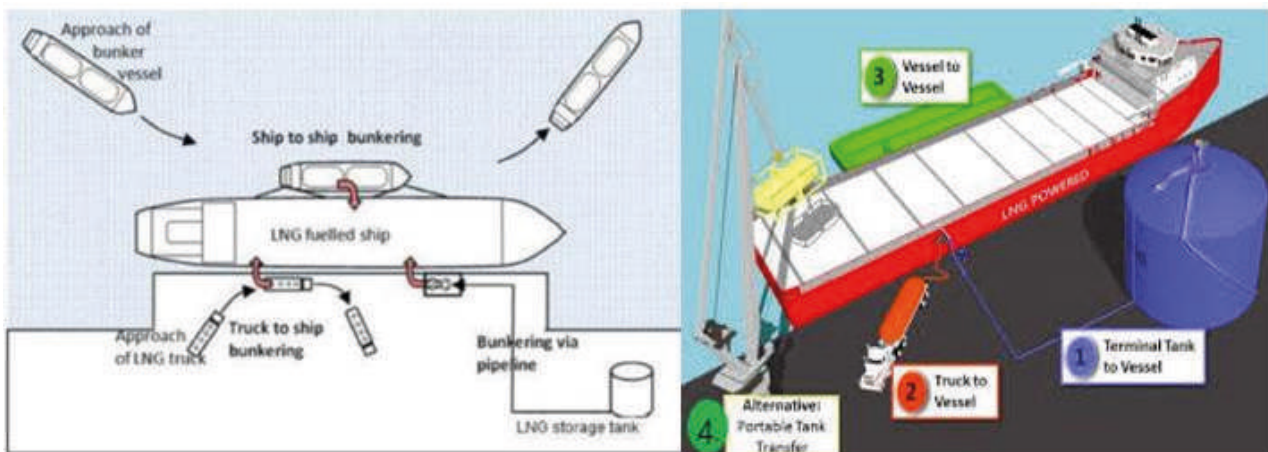


Immagine 4: Potenziali configurazioni di bunkering di GNL  
 (Fonte: DNV, "LNG Bunkering. Regulatory Framework and LNG bunker procedures" - 2015)

## Configurations technologiques pour le ravitaillement en GNL dans l'environnement maritime portuaire

Les configurations potentielles de référence pour le ravitaillement en GNL sont :

- Configuration Truck to Ship (TTS) ;
- Configuration de type Ship to Ship (STS) ;
- Configuration du terminal/port/pipeline to ship (PTS) ;
- Configuration des réservoirs de carburant mobiles.

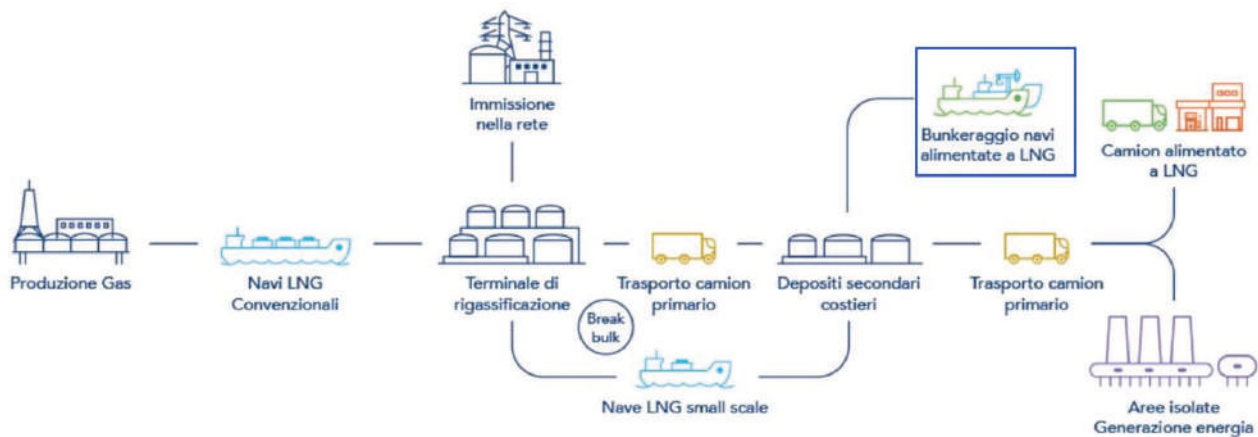


Image 3 : Chaîne d'approvisionnement en GNL - bunkering

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

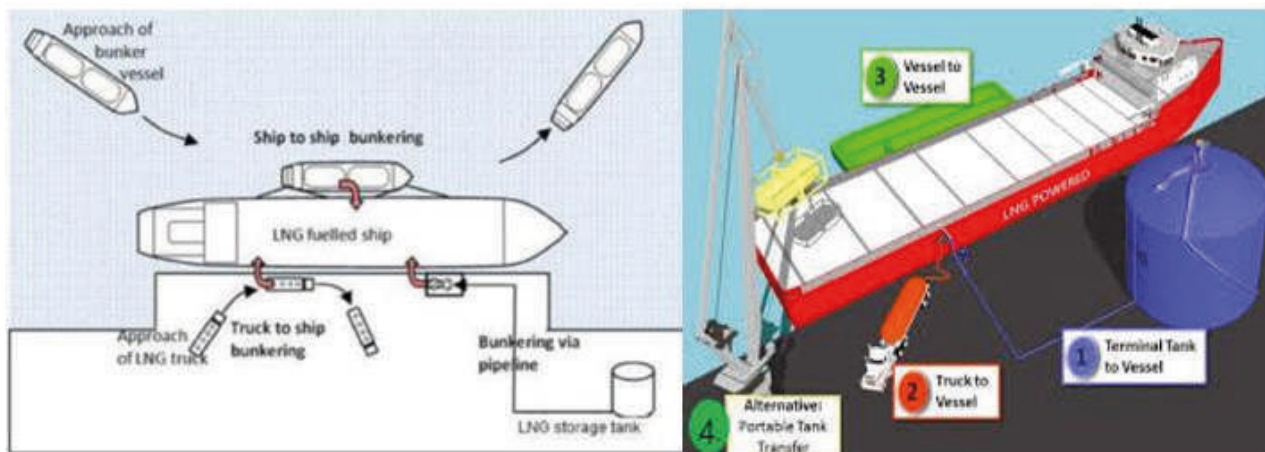


Image 4 : Configurations potentielles de bunkering GNL

(Source : 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 esternalità, 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.



Les quatre options technologiques pour le ravitaillement en GNL diffèrent sur les points suivants profils :

- la capacité de stockage/transport, c'est-à-dire le volume de GNL stocké à l'intérieur du véhicule utilisé pour le ravitaillement ou à l'intérieur du dépôt de stockage ;
- l'efficacité des opérations de ravitaillement, qui se traduit par la possibilité d'opérer dans des situations différentes (par exemple dans des conditions météorologiques défavorables) ou la possibilité d'effectuer des opérations simultanées (SIMOP) ;
- l'évolutivité de l'installation, c'est-à-dire la possibilité d'adapter la capacité de cette installation aux conditions changeantes de l'environnement concurrentiel (par exemple, l'augmentation du niveau 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 nécessaires et les profils économique-financiers qui découlent de la preuve que chaque configuration nécessite, pour être mise en oeuvre, des investissements CAPEX, OPEX et également des dépenses de maintenance ;
- les besoins techniques et les exigences spécifiques de l'installation, c'est-à-dire tous les profils de gestion et techniques pertinents tels que, par exemple, la quantité de surfaces occupées ou l'existence de problèmes spécifiques liés à l'accessibilité nautique ou routière ;
- la sécurité et les risques/criticités 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 dans le cadre de l'activité en question, surtout si l'on considère le type de produit énergétique que ces installations de stockage et de bunkering sont destinées à traiter.

## 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. 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.



*Immagine 5: 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 la 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 stakeholder 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 (40-80 m<sup>3</sup>), da cui deriva che tale tecnologia può essere implementata esclusivamente per il rifornimento di navi LNG-propelled che richiedono volumi fino a 200-400 m<sup>3</sup> 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 40-60 m<sup>3</sup>/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 capacità.

## Configuration Truck to Ship (TTS)

La configuration "Truck to Ship" (TTS) prévoit que le ravitaillement du navire est effectué au moyen d'un camion-citerne ou d'un camion-citerne utilisé pour le stockage et le transport de GNL. 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 la jetée et que le camion-citerne atteigne le quai après avoir été ravitaillé dans les grands terminaux de stockage de GNL ou dans les terminaux intermédiaires de la chaîne d'approvisionnement, ou encore à proximité des installations de liquéfaction, afin d'être positionné près du navire à ravitailler.



*Image 5 : 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 flexibilité d'utilisation de la solution technologique Truck To Ship découle non seulement de l'absence d'énormes investissements idiosyncratiques pour sa réalisation 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 sécurité prévues dans la zone portuaire spécifique l'exigent.

Cette caractéristique implique également la possibilité d'utiliser la même unité (camion-citerne) sur différents terminaux et ports, d'où la possibilité de partager les coûts liés à la configuration du TTS entre différentes parties prenantes. Compte tenu des investissements infrastructurels réduits qui caractérisent la préparation des opérations pour cette configuration, la solution TTS est considérée comme une option de bunkering "test", c'est-à-dire qu'elle peut être mise en oeuvre afin de vérifier si le terminal (ou d'autres acteurs désireux de développer le bunkering GNL dans le port) est économiquement viable, avant de procéder à des investissements infrastructurels plus importants et moins réversibles, tels que ceux concernant la mise en oeuvre d'une configuration PTS ou STS.

En ce qui concerne, en revanche, les faiblesses de la configuration de type TTS, nous identifions tout d'abord la capacité réduite des réservoirs des camions et des camion-citernes (40-80 m<sup>3</sup>), d'où il résulte que cette technologie peut être mise en oeuvre exclusivement pour le ravitaillement des navires propulsés au GNL qui nécessitent des volumes allant jusqu'à 200-400 m<sup>3</sup> de GNL. En plus de la capacité réduite des camion-citernes, un autre point critique de la configuration technologique de type TTS consiste dans le taux de transfert limité du GNL, qui est d'environ 40-60 m<sup>3</sup>/h. Cela entraîne de longs délais pour le ravitaillement en GNL et, par conséquent, une compétitivité réduite de cette configuration par rapport aux autres types, notamment en présence de navires à propulsion GNL à ravitailler équipés de réservoirs de grande capacité.

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 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 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 m<sup>3</sup> 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/autobotte 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.

Punti di forza	Punti deboli
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flessibilità operativa e di gestione</li> <li>- Bassi costi di investimento e ridotti costi irrecuperabili</li> <li>- Rifornimento delle navi anche in condizioni meteorologiche avverse</li> <li>- L'offerta di bunkeraggio è rivolta principalmente alla domanda occasionale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità ridotta del serbatoio</li> <li>- Riduzione della velocità delle operazioni di bunkeraggio</li> <li>- Regole di sicurezza specifiche</li> <li>- Necessità di utilizzare diverse unità per il bunkeraggio</li> </ul>
Opportunità	Minacce
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzo di unità individuali in diversi terminali/porti: condivisione dei costi tra diversi stakeholders.</li> <li>- Una soluzione adatta per testare il mercato del bunkeraggio del GNL</li> <li>- Configurazione utilizzata per facilitare la transizione al GNL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distanza dagli impianti di stoccaggio e rifornimento di GNL</li> <li>- Costi di carburante e pedaggi</li> <li>- La congestione del traffico nelle aree di accesso al porto e nelle sue vicinanze</li> <li>- Ritardi nel carico/scarico di merci e persone</li> </ul>

Tab. 3: Analisi SWOT della Configurazione TTS

Au contraire, en présence de navires qui nécessitent un ravitaillement en GNL limité (soit parce qu'ils sont équipés de petits réservoirs, soit parce qu'ils sont caractérisés par une consommation de carburant limitée par voyage, par exemple parce qu'il s'agit d'unités ro-pax utilisées sur des trajets courts), les opérations de soutage sont efficaces même en utilisant un nombre limité de camions ou de lorries. Dans ces conditions, la gestion des opérations est simple car elle permet non seulement de réduire les temps de ravitaillement mais aussi les problèmes liés à la sécurité sur le quai (puisqu'un seul camion/citerne y aurait accès).

Le type de soutage du GNL par TTS peut comporter de nombreux risques liés à la manutention des marchandises/personnes effectuée simultanément aux activités de ravitaillement.

Cela est particulièrement pertinent lorsque le conducteur du camion-citerne ne fait pas partie du personnel chargé d'effectuer les opérations dans les zones portuaires prévues à cet effet, de sorte qu'il ne fait pas partie de la catégorie de personnel dédié et n'est donc pas familiarisé avec les procédures, les aptitudes et les compétences relatives à l'exécution des tâches liées à le ravitaillement du navire. Par conséquent, en ce qui concerne ce type de configuration technologique pour le bunkering du GNL, l'ensemble des aspects procéduraux liés à l'existence de niveaux appropriés de sûreté et de sécurité pour toutes les activités réalisées revêt une importance considérable, surtout en présence de personnel non spécialisé.

Une autre faiblesse des solutions technologiques TTS est représentée par le coût unitaire variable par m<sup>3</sup> de GNL transféré, car il est fortement influencé par le coût du transport (qui comprend également les péages éventuels), qui peut souvent dépasser, à moyen et long terme et en cas de volumes élevés, les avantages liés u faible investissement initial requis. Afin de compenser ou de résoudre ce problème, la capacité de chargement des camions individuels est souvent augmentée en ajoutant des remorques (en utilisant des solutions similaires aux multi-remorques) ou en utilisant plusieurs camions-citernes reliés entre eux en même temps (ravitaillement multi-camions "Multi Truck-To-Ship bunkering").

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

- rupture du réservoir cryogénique
- l'allumage d'incendies ou d'explosions de GNL déversé accidentellement,
- un possible effet domino,
- l'augmentation de la congestion et du trafic routier (et les accidents et/ou interférences avec les autres activités portuaires qui en résultent), etc.

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibilité opérationnelle et de gestion</li> <li>- Faibles coûts d'investissement et coûts irrécupérables réduits</li> <li>- Réapprovisionnement des navires même dans des conditions météorologiques défavorables</li> <li>- L'offre d'avitaillement s'adresse principalement à la demande occasionnelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité réduite du réservoir</li> <li>- Réduction de la vitesse des opérations de soutage</li> <li>- Règles de sécurité spécifiques</li> <li>- Nécessité d'utiliser plusieurs unités pour le ravitaillement</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'unités individuelles sur différents terminaux/ports : partage des coûts entre les différents stakeholders.</li> <li>- Une solution adaptée pour tester le marché du soutage du GNL</li> <li>- Configuration utilisée pour faciliter la transition vers le GNL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distance des installations de stockage et de ravitaillement en GNL</li> <li>- Frais de carburant et péages</li> <li>- Congestion routière dans les zones d'accès au port et autour du port</li> <li>- Retards dans le chargement/déchargement des marchandises et des personnes</li> </ul>

Tab. 3 : Analyse SWOT de la configuration TTS

## 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.



*Immagine 6: Rifornimento di GNL secondo configurazione STS*

*(Fonte: [https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/news-and-events/news/may2016\\_2](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 m<sup>3</sup>, la configurazione tecnologica di tipo Ship To Ship permette di rispondere all'esigenza di rifornimento di volumi di GNL anche fino a 10.000 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>/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.

## Configuration “Ship to Ship” (STS)

La configuration “Ship to Ship” (STS) implique l’utilisation de barges ou de petits navires de ravitaillement (également appelés “bunkers/bunkerines” ou “Small Scale LNG Carriers”) pour les opérations de soutage effectuées à la fois en mer et dans les eaux portuaires. Les navires de soutage, également appelés navires SSLNG, se tiennent à côté des navires à ravitailler et transfèrent le GNL à l’aide de pipelines flexibles et de systèmes de pompage.



Image 6 : Approvisionnement en GNL selon la configuration STS

(Source : [https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/news--and--events/news/may2016\\_2](https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/news--and--events/news/may2016_2))

Compte tenu notamment de la capacité des réservoirs des barges d’approvisionnement, qui varie de 1 000 à 20 000 m<sup>3</sup>, la configuration technologique du type Ship To Ship permet de répondre au besoin de ravitailler des volumes de GNL allant jusqu’à 10 000 m<sup>3</sup>, ce qui est considérablement plus élevé que la capacité moyenne des réservoirs des camions et des camions-citernes utilisés dans la configuration Truck To Ship. En outre, ce type de configuration technologique permet d’assurer non seulement le ravitaillement des navires qui ne peuvent pas accoster dans certains ports équipés d’un dépôt sur place (par exemple parce que ces dépôts sont dotés de caractéristiques éloignées en raison de l’absence d’installations spécifiques pour le ravitaillement en GNL), mais aussi l’activité de ravitaillement dans un dépôt côtier ou un terminal pour la livraison du GNL au navire à ravitailler.

La configuration de soutage STS permet une grande vitesse de transfert du GNL entre les deux navires, jusqu’à 1 000 m<sup>3</sup>/h, d’où l’avantage économique et de gestion de la configuration Ship To Ship, surtout dans le cas du soutage de navires qui opèrent sur de courtes distances et qui doivent donc minimiser le temps passé dans les infrastructures portuaires par rapport aux activités de soutage, de chargement/déchargement des marchandises, des passagers, etc.

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 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.

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'innescò di incendi/esplosioni del GNL fuoriuscito accidentalmente,
- difficoltà ad accedere al luogo dell'incidente da parte delle squadre di emergenza eventualmente coinvolte.

Punti di forza	Punti deboli
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande capacità di stoccaggio delle unità navali utilizzate per il rifornimento.</li> <li>- Velocità di fornitura</li> <li>- Flessibilità operativa di IMOPS</li> <li>- Nessun uso dello spazio del porto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto investimento iniziale</li> <li>- Alti costi di manutenzione</li> </ul>
Opportunità	Minacce
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riduzione delle esternalità negative per le zone costiere e le comunità locali (approvvigionamento del mare)</li> <li>- Migliore accessibilità dei servizi</li> <li>- Riduzione degli investimenti in impianti e attrezzature portuali</li> <li>- Riduzione delle inefficienze legate alle attività portuali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distanza dagli impianti di stoccaggio costieri</li> <li>- Rischio meteorologico e di collisione (bunkeraggio in mare aperto)</li> <li>- Estensione del bacino portuale: rischio di danni a terzi (per il bunkeraggio in porto)</li> </ul>

Tab. 4: Analisi SWOT della Configurazione STS



Un autre avantage lié à la configuration en question consiste en la possibilité d'effectuer des opérations de bunkering sans utiliser et occuper les zones et espaces portuaires, puisque l'activité de ravitaillement de la soute/barge (ou du navire SSLNG) ou de la barge de ravitaillement a normalement lieu dans un terminal ou une installation de stockage de GNL à l'intérieur du port ou à proximité du port lui-même. En ce qui concerne les différents types d'unités de ravitaillement, la présence de différents outils destinés à soutenir l'activité de ravitaillement du méthanier utilisant la configuration technologique STS peut être nécessaire : en présence de barges, il est souvent essentiel de disposer de remorqueurs spéciaux pour remorquer ou pousser l'unité sur le côté du méthanier à ravitailler ; en cas d'utilisation de grands navires de ravitaillement en GNL, ceux-ci peuvent être équipés de grues et/ou d'autres structures adaptées au levage des tuyaux de ravitaillement en GNL.

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

La configuration "Ship to Ship" présente également certaines critiques, parmi lesquelles le besoin d'investissements initiaux importants liés à la nécessité de navires/unités/barges de soutage pour mener à bien les activités de soutage joue un rôle significatif. Aux coûts d'acquisition de ces unités (10 à 15 millions d'euros pour les plus petites barges, jusqu'à 80 millions d'euros pour les plus gros microméthaniers) s'ajoutent des coûts d'exploitation élevés liés à la logistique de l'approvisionnement et à la gestion technique du bien (par exemple, un personnel hautement spécialisé et des situations dans lesquelles le navire à approvisionner n'est pas situé à proximité du terminal portuaire ou de l'installation de stockage de GNL où la "bunkerina" est fournie).

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 dans la zone, en présence de conditions météorologiques et maritimes défavorables et en relation avec le fait que l'équipage impliqué doit s'occuper en même temps de la navigation et des opérations de ravitaillement.

Pendant la phase de bunkering, dans la configuration Ship To Ship, il existe d'autres risques de nature technico-opérationnelle, tels que :

- la tension exercée sur le tuyau de ravitaillement et la possibilité de rupture du tuyau lui-même en raison des mouvements soudains du navire.
- la perte de GNL pendant les phases de chargement/déchargement,
- l'augmentation du trafic maritime (et le mélange des flux de différents navires),
- la rupture d'un réservoir cryogénique,
- le déclenchement d'incendies/explosions de GNL déversé accidentellement,
- les difficultés d'accès au lieu de l'accident par les équipes de secours qui peuvent être impliquées.

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande capacité de stockage des unités navales utilisées pour le ravitaillement en carburant.</li> <li>- Vitesse d'alimentation</li> <li>- Flexibilité opérationnelle de SIMOPS</li> <li>- Aucune utilisation de l'espace portuaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investissement initial élevé</li> <li>- Coûts d'entretien élevés</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des externalités négatives pour les zones côtières et les communautés locales (approvisionnement en mer)</li> <li>- Amélioration de l'accessibilité des services</li> <li>- Réduction des investissements dans les installations et équipements portuaires</li> <li>- Réduction des inefficacités liées aux activités portuaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distance des installations de stockage côtières</li> <li>- Risque lié aux conditions météorologiques et aux collisions (ravitaillement en mer)</li> <li>- Étendue du bassin portuaire : risque de dommages à des tiers (pour l'avitaillement au port)</li> </ul>

Tab. 4 : Analyse SWOT de la configuration du STS

## 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.



*Immagine 7: Rifornimento di GNL secondo configurazione PTS  
(Fonte: <https://www.unitest.pl/?p=3131>; <https://www.manntek.se/Ing/applications/ship-to-shore>)*

La configurazione PTS prevede che le operazioni di bunkering di navi a propulsione GNL 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 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, le unità navali a propulsione GNL 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.

## Configuration de port à navire (Port to Ship), de terminal à navire (Terminal to Ship ) ou de pipeline (PTS)

La configuration "Port to Ship" ou "Terminal to Ship" ou "Pipeline to Ship" (PTS) prévoit le ravitaillement des navires propulsés au GNL par des gazoducs à partir d'une station de ravitaillement en GNL à terre (sur un quai ou un appontement dédié), où les navires, une fois à quai, se ravitaillent.



*Image 7 : Approvisionnement en GNL selon la configuration PTS*  
 (Source : <https://www.unitest.pl/?p=3131>; <https://www.manntek.se/lng/applications/ship-to-shore>)

La configuration du PTS prévoit que les opérations de ravitaillement des navires à GNL sont effectuées à l'aide de tuyaux spéciaux caractérisés par leur rigidité dans la partie initiale et leur flexibilité dans la partie finale (le tuyau du système de ravitaillement) afin de garantir un plus grand niveau d'adaptabilité et de conformité non seulement de la disposition mais aussi des systèmes et des instruments par rapport aux exigences opérationnelles du navire à ravitailler. La configuration du PTS requiert la présence d'un réservoir de stockage de GNL à terre, qui est normalement approvisionné par des camions-citernes, ou des méthaniers ou des gazoducs (utilisant une installation de liquéfaction) lorsqu'il est situé dans la zone portuaire maritime et à proximité d'installations de stockage secondaires côtières. Cette citerne a des caractéristiques différentes selon l'appareil qui l'alimente, les besoins de bunkering, l'espace disponible sur le quai, les différentes possibilités d'approvisionnement, etc. Il peut être petit et pressurisé, s'il est fourni par des trains, des camions-citernes, des allèges ou des installations de liquéfaction, ou grand et à la pression atmosphérique, si le GNL provient d'une installation de regazéification. Une fois la capacité du réservoir décidée et sélectionnée, le choix du nombre de réservoirs dépend également d'autres paramètres tels que les contraintes techniques, les coûts, la flexibilité opérationnelle, la surface disponible, l'impact visuel, les extensions prévisibles, etc.

Comme l'indiquent de nombreuses études, les navires à propulsion GNL à ravitailler peuvent s'amarrer directement à la jetée où se trouve la station ou l'installation de ravitaillement, ou ils peuvent être reliés 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'une infrastructure appropriée pour minimiser les mouvements de la plate-forme flottante, causés par exemple par le mouvement des vagues, une cause fréquente d'endommagement de l'équipement de ravitaillement en 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 m<sup>3</sup>), 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 m<sup>3</sup>/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 di questa attività economica. 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.

Punti di forza	Punti deboli
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta capacità di stoccaggio</li> <li>- Velocità di rifornimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto investimento iniziale</li> <li>- Alti costi di manutenzione</li> <li>- Rigidità operativa</li> <li>- Occupazione di aree portuali</li> </ul>
Opportunità	Minacce
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornitura costante e regolare per navi di linea</li> <li>- Connessione diretta del gasdotto agli impianti interni (fornitura rapida)</li> <li>- Flessibilità nei volumi gestiti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esternalità negative sull'area circostante</li> <li>- Norme di sicurezza molto restrittive</li> <li>- Accessibilità al porto e al terminal.</li> </ul>

Tab. 5: Analisi SWOT della Configurazione PTS

La configuration technologique du type Port To Ship assure un haut niveau de flexibilité par rapport aux autres solutions de bunkering, car elle n'est pas affectée par les variations du niveau de la mer : la différence de hauteur entre le navire à propulsion GNL en cours de bunkering et l'installation est continuellement ajustée et reste donc presque inchangée. Cette solution de soutage se caractérise par la possibilité de ravitailler de grands volumes de GNL (jusqu'à 20.000 m<sup>3</sup>), grâce à la grande capacité de stockage de la station ou de l'installation de ravitaillement.

Grâce à son débit de carburant compris entre 1 000 et 2 000 m<sup>3</sup>/h, la technologie PTS est très avantageuse par rapport aux autres technologies, car elle permet de réduire considérablement les temps de ravitaillement. En outre, la station de ravitaillement en GNL à terre peut également être utilisée comme station-service pour d'autres véhicules fonctionnant au GNL (de tiers ou dans le port), faisant ainsi du terminal une plaque tournante pour l'approvisionnement en GNL à usage maritime et terrestre.

Malgré les avantages mentionnés, la configuration par gazoduc présente aussi des points de faiblesse notables parmi lesquels la moindre flexibilité opérationnelle par rapport à la solution STS puisque l'unité propulsée au GNL, pour être approvisionnée, doit nécessairement atteindre le quai (prolongeant ainsi la durée des opérations nautiques au port d'escale et des manoeuvres au port). En outre, pendant la phase de bunkering, les opérations de chargement/déchargement de marchandises, de conteneurs ou de personnes ne peuvent pas être effectuées, même si, en réalité, dans certains ports européens et mondiaux, la possibilité d'effectuer des SIMOP est prévue.

En plus des criticités typiquement associées à tout système de configuration de bunkering (comme la rupture du réservoir cryogénique et/ou des pipelines, le déclenchement d'incendies ou d'explosions de GNL accidentellement déversé et l'éventuel effet domino, etc.), le système de bunkering PTS présente certains inconvénients spécifiques d'un point de vue technicoopérationnel et économique-managérial.

Parmi ces derniers la nécessité d'énormes investissements pour le développement de toutes les infrastructures, équipements et matériels fondamentaux pour le développement correct des opérations : de tels investissements sont configurés comme des coûts irrécupérables car impossibles à reconvertir en cas d'abandon de cette activité économique.

L'investissement nécessaire à la mise en oeuvre de la configuration actuelle est très variable en raison de la capacité installée de stockage et des superstructures préparées à proximité du quai, mais il nécessite généralement quelques dizaines de millions d'euros. Il existe également des règles très strictes en matière de certification des équipements liés aux installations et de formation/gestion du personnel employé dans les différentes opérations de manutention du GNL.

En raison de l'infrastructure requise pour la mise en oeuvre de la configuration PTS, cette dernière est une option appropriée dans le cas des ports caractérisés par une demande élevée et stable à long terme d'approvisionnement en GNL.

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de stockage élevée</li> <li>- Vitesse de ravitaillement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investissement initial élevé</li> <li>- Coûts d'entretien élevés</li> <li>- Rigidité opérationnelle</li> <li>- Occupation des zones portuaires</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un approvisionnement constant et régulier pour les navires réguliers</li> <li>- Connexion directe par pipelines aux installations intérieures (approvisionnement rapide)</li> <li>- Flexibilité des volumes traités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Externalités négatives sur la zone proche</li> <li>- Des règles de sécurité très restrictives</li> <li>- Accessibilité aux port et au terminal.</li> </ul>

Tab. 5 : Analyse SWOT de la configuration du PTS

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

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 questa 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.



*Immagine. 8: ISO-container criogenici  
(Fonte: <https://it.made-in-china.com/>)*

## Configuration des réservoirs mobiles de carburant (Mobile Fuel Tanks)

La configuration technologique "Réservoir mobile de carburant" prévoit l'utilisation de réservoirs mobiles pour le ravitaillement en GNL qui peuvent être utilisés aussi bien à partir de la terre, pour être reliés au navire à ravitailler, qu'à bord, en les chargeant directement sur l'unité propulsée au GNL, pour être ensuite utilisés pendant la navigation comme de véritables réservoirs de GNL pour cette dernière. Il s'agit de réservoirs ou de conteneurs ISO cryogéniques avec une isolation à double paroi ou à simple paroi en polyuréthane, utilisés pour le stockage temporaire de carburant : lorsque la demande se fait sentir, ces réservoirs sont transportés vers les quais du port pour ravitailler les navires.

La configuration des réservoirs mobiles de carburant représente une solution polyvalente car elle présente l'avantage d'être une installation de stockage mobile qui peut être déplacée partout où il y a une demande et un besoin, malgré le risque de chute accidentelle des réservoirs eux-mêmes. Alors que les ISO-containers de 20 et 40 pieds sont dits "standard" et, par conséquent, parmi les plus populaires sur le marché car ils sont intermodaux puisqu'ils peuvent être transportés par des camions, faisant fonction de citernes, ou placés sur des porte-conteneurs ou des wagons plats, les ISO-containers de 53 pieds, n'ayant pas de taille standard, perdent l'avantage lié à la gestion de leur logistique selon une logique intermodale par rapport au transport maritime, mais peuvent toujours être transportés par des camions ou des wagons plats spécifiques.

Il existe également des ISO-containers cryogéniques de plus de 53 pieds, qui ne peuvent voyager par la route que dans des convois exceptionnels.

Après le transfert de ces conteneurs cryogéniques ISO à quai (par cargo ou par transport terrestre, c'est-à-dire par camion, ou par transport ferroviaire, c'est-à-dire par convois spécialisés), ils sont chargés à bord du navire normalement au moyen d'un système typique de manutention des marchandises dangereuses, pour lequel il existe des procédures et des règles spécifiques, ou au moyen de grues ou d'autres systèmes de levage. Ces réservoirs sont ensuite placés à bord des navires à approvisionner, en particulier sur le pont ou dans des zones de stockage, ce qui rend cette solution extrêmement avantageuse, surtout lorsque l'espace est limité dans la zone des moteurs du navire, même si, en même temps, sa présence réduit l'espace disponible sur le pont.



*Image 8 : ISO-containers cryogéniques  
(Source : <https://it.made-in-china.com/>)*

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

Punti di forza	Punti deboli
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flessibilità operativa</li> <li>- Possibilità di spostare la petroliera nella zona del porto</li> <li>- Possibilità di collocare il contenitore ISO direttamente a bordo della nave</li> <li>- Investimento iniziale modesto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità limitata del serbatoio</li> <li>- Velocità di trasferimento del carburante limitata</li> <li>- Necessità di essere collegato alla rete elettrica</li> </ul>
Opportunità	Minacce
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scalabilità del sistema</li> <li>- Capacità di soddisfare i bisogni immediati di carburante</li> <li>- Capacità di eseguire SIMOPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rischi associati alla manovra del serbatoio nel porto</li> <li>- Definizione delle aree di parcheggio per i mezzi di trasporto</li> </ul>

Tab. 6: Analisi SWOT della Configurazione Mobile Fuel Tanks



La solution technologique du type Réservoirs mobiles de carburant est extrêmement avantageuse, surtout en raison des faibles investissements initiaux requis et de la réduction significative des temps de ravitaillement, sans oublier l'extrême flexibilité du point de vue opérationnel, puisqu'elle favorise une plus grande capillarité du système de distribution et permet d'effectuer d'autres opérations simultanément aux opérations de ravitaillement (SIMOP). L'attrait de cette configuration découle surtout de la présence de navires porteconteneurs ou de navires opérant avec des grues : de cette façon, il est possible d'effectuer, dans le contexte des opérations de bunkering, également la manutention des marchandises.

Parmi les inconvénients et les critiques opérationnelles, la capacité réduite des réservoirs mobiles de carburant par rapport aux authentiques réservoirs de GNL se retrouve surtout lors du soutage des navires qui doivent stocker une grande quantité de réservoirs cryogéniques, soit en raison de leur grande taille, soit parce qu'ils sont utilisés sur de très longs trajets. Il en résulte la nécessité de disposer de grands espaces à bord du navire, ce qui réduit la capacité de stockage des marchandises à des fins commerciales. En outre, du point de vue de l'armateur/de la compagnie maritime, la solution des réservoirs mobiles de carburant entraîne une augmentation significative du risque de fuite de liquide à température cryogénique et est donc extrêmement dangereuse puisqu'elle nécessite la connexion et la déconnexion répétées des réservoirs du réseau d'alimentation du navire.

Malgré les avantages de la configuration des réservoirs mobiles de carburant, cette dernière solution n'est pas très courante dans la pratique en raison des critiques décrites ci-dessus.

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibilité opérationnelle</li> <li>- Possibilité de déplacer la citerne dans la zone portuaire</li> <li>- Possibilité de placer le ISOconteneur directement à bord du navire</li> <li>- Investissement initial modeste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité du réservoir limitée</li> <li>- Vitesse de transfert du carburant limitée</li> <li>- Nécessité d'une connexion au réseau électrique</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Extensibilité du système</li> <li>- Capacité à répondre aux besoins immédiats en carburant</li> <li>- Possibilité d'effectuer des SIMOPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risques liés à la manoeuvre de la citerne dans le port</li> <li>- Définition des aires de stationnement pour les moyens de transport</li> </ul>

Tab. 6 : Analyse SWOT de la configuration des citernes mobiles de carburant Mobile Fuel Tanks

## 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 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 m<sup>3</sup>), come imbarcazioni di servizio e unità Ro-Ro di piccola taglia.

Il benchmarking può essere utile per gli attori e decisori 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.

Per esempio la 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 nell'autunno 2020 è stato effettuato il primo rifornimento di GNL sulla nave Costa Smeralda (Costa Crociere) nel porto di La Spezia con rifornimento "Ship to Ship".

Questa opzione tecnologica era stata infatti individuata 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 Cluster GNL, ovvero gli organismi pubblici (Regioni, Comuni, Città Metropolitana, VVFF, Capitanerie) e gli organismi di diritto pubblico (AdSP e Port Authority).

## Benchmarking et comparaison de configurations alternatives

Suite aux analyses effectuées pour chaque configuration, il est possible de fournir un cadre comparatif synoptique par rapport aux différentes solutions technologiques pour le bunkering du GNL dans le contexte maritime-portuaire, visant à identifier les principaux avantages et les éventuelles criticités qui caractérisent chacune des options susmentionnées d'un point de vue opérationnel, gestionnaire, économique-financier et environnemental.

A la lumière de l'analyse, il est évident que le choix de la configuration technologique la plus appropriée pour satisfaire les 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 relatifs au contexte dans lequel se trouve le port. En effet, en confirmation des considérations faites précédemment, il est possible de constater comment, au fur et à mesure que la capacité des réservoirs des navires individuels augmente, les solutions technologiques de bunkering du type Ship To Ship et Port To Ship sont nécessairement privilégiées, au détriment de la configuration Truck To Ship, qui est préférée, en raison de la capacité réduite de stockage de GNL des camions-citernes et des camions-ravitailleurs utilisés pour les activités de bunkering, pour le ravitaillement des petits navires dont la capacité de la citerne est limitée (moins de 500 m<sup>3</sup>), tels que les navires de service et les petites unités Ro-Ro.

L'analyse comparative peut être utile aux acteurs publics et aux décideurs impliqués dans les processus de planification et de programmation des investissements liés aux installations de bunkering et de stockage du GNL dans les ports de la zone du programme dans les phases d'évaluation préliminaire des options technologiques concrètes potentiellement applicables au contexte portuaire spécifique évalué. Par exemple, le ports de Gênes et Savone, l'AdSP de la mer Ligure occidentale, a commencé à évaluer la faisabilité de certaines solutions technologiques pour assurer l'installation de systèmes de ravitaillement naval dans l'un de ses ports d'escale.

En conséquence, deux solutions semblent aujourd'hui envisageables :

- "Ship to Ship" et
- Installation de GNL sur une barge flottante amarrée dans le port ;

Des considérations similaires peuvent être faites par rapport au contexte de l'AdSP de la mer Ligure orientale où, à l'automne 2020, le premier ravitaillement en GNL a été effectué sur le navire Costa Smeralda (Costa Crociere) dans le port de La Spezia avec un ravitaillement " Ship to Ship ". En effet, cette option technologique avait été identifiée par l'équipe de l'UNIGE-CIELI dans le cadre du projet TDI RETE-GNL comme étant la plus adaptée aux zones du port de La Spezia considérées (il faut en effet noter les importantes restrictions que le trafic portuaire devra respecter afin de respecter la sécurité, ainsi que les conditions météorologiques marines nécessaires).

En conclusion, l'application et la diffusion de cette approche méthodologique à l'évaluation préliminaire des options qui peuvent être concrètement adoptées dans chaque réalité portuaire spécifique de la Zone d'Objectif, représente un support valide au processus de décision qui caractérise deux types de groupes cibles du Cluster GNL, à savoir les organismes publics (Régions, Municipalités, Ville Métropolitaine, Pompiers, Offices portuaires) et les organismes de droit public (AdSP et Autorité Portuaire).

## Business case e best practice dal Cluster GNL

Questi casi sono stati raccolti nell'ambito del progetto TDI-RETE GNL con i contributi dei partner come segue:

- Business case relativo al porto di Livorno realizzato dal DESTEC-UNIFI (include gli aspetti di tipo autorizzativo non trattati in questo Quaderno che si limita a riprenderne gli aspetti di scelta tecnologica e di sistema.
- 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 Petrolifera nel Porto di Oristano – Santa Giusta) realizzato da UNICA-CIREM.
- Business cases relativi al porto di Genova (Sampierdarena Port basin – Calata Oli Mineralquay) e al porto di Vado Ligure (Deposito in testata piattaforma) realizzato da UNIGE-CIELI su 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; realizzato da OTC che, 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.
- Business case relativo al porto di Tolone realizzato dalla CCI-Var, con uno studio volto a considerare le best practices procedurali con particolare attenzione all'analisi e alla gestione del rischio.

## Business case e best practice du Cluster GNL

Ces cas ont été collectés dans le cadre du projet TDI-RETE GNL avec les contributions des partenaires suivants :

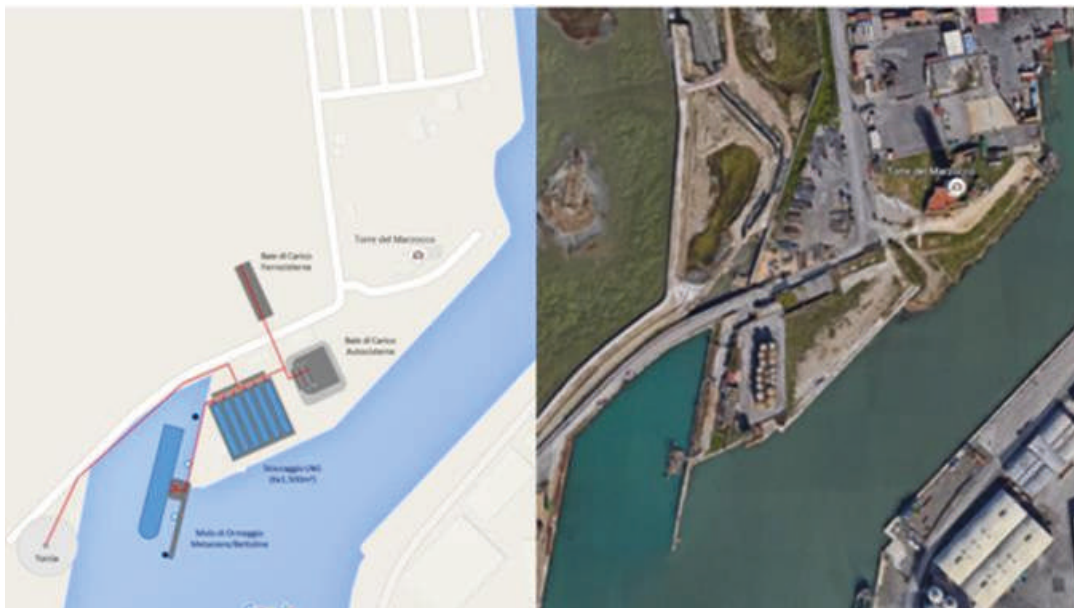
- Business case relatif au port de Livourne réalisé par DESTEC-UNUPI (comprend les aspects de type autorisation qui ne sont pas traités dans ce cahier, qui reprend uniquement les aspects technologiques et de choix du système.
- Business case relatif au port de Cagliari (projet de terminal GNL d'ISGAS dans le port-canal de Cagliari) et cas d'entreprise relatif au port d'Oristano (usine de stockage, de regazéification et de distribution de GNL proposée par IVI Petrolifera dans le port d'Oristano - Santa Giusta) réalisé par UNICA-CIREM.
- Business case relatifs au port de Gênes (bassin portuaire de Sampierdarena - Calata Oli Mineralquay) et au port de Vado Ligure (Stockage en tête de plate-forme) réalisés par l'UNIGE-CIELI sur quelques-unes des principales hypothèses pour la préparation d'installations de stockage et de soutage de GNL par rapport aux ports de l'AdSP de la Mer Ligure occidentale.
- Business cases liés aux ports de la Corse ; réalisé par l'OTC qui, étant donné l'essence à ce jour des projets axés sur une éventuelle réalisation d'une installation pour le soutage et le stockage de GNL dans les ports de la Corse, a confié au consultant externe SeeUp le développement d'une étude ad hoc sur les meilleures pratiques liées au soutage et au stockage en général et avec une référence particulière aux ports de la Corse.
- Business case srelatif au port de Toulon réalisé par la CCI-Var, avec une étude visant à considérer les meilleures pratiques procédurales avec une attention particulière à l'analyse et à la gestion du risque.

## Business Cases di Livorno

### *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.



*Immagine 9: Foto/Rendering delle aree per il bunkeraggio e lo stoccaggio del GNL*

#### ***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.

#### ***Definizione delle operazioni di emergenza e delle procedure di sicurezza.***

La documentazione attualmente esistente non è di dominio pubblico.

#### ***Piani di formazione del personale***

Alcune attività dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (tra cui GNL-FACILE) prevedono anche l'addestramento di personale di banchina.

#### ***Monitoraggio del sistema e degli impianti per il GNL***

Informazione non disponibile.

## Business Cases de Livourne

### *Évaluation de la méthode de bunkering/solution technologique la plus appropriée*

La société "Livorno LNG Terminal Spa" (LLT), créée le 21 février 2018 en tant que joint venture à parts égales entre Costiero Gas Livorno SpA (CGL) et NVI (spécifiquement formée entre Neri Depositi Costieri SpA et Società Italiana Gas Liquidi S.p.A. ), a entre autres pour objet la conception, la construction, l'entretien et la gestion d'un terminal pour le stockage et l'entrepasage (tant côtier qu'interne) et pour la circulation de gaz naturel liquéfié et dérivés et de produits similaires toujours de nature gazeuse, tant par voie terrestre que maritime, à travers la gestion de quais dédiés qui permettent l'amarrage, le déchargement et le chargement de navires capables de transporter du GNL.

L'Autorité portuaire présente publiquement au MIT son "Projet stratégique GNL dans le port et le cluster industriel de Livourne" 26/02/2015 évaluant différents sites pour allouer un GNL à petite échelle. La zone qui satisfait à toutes les exigences est celle qui est en concession à Neri Depositi Costieri.

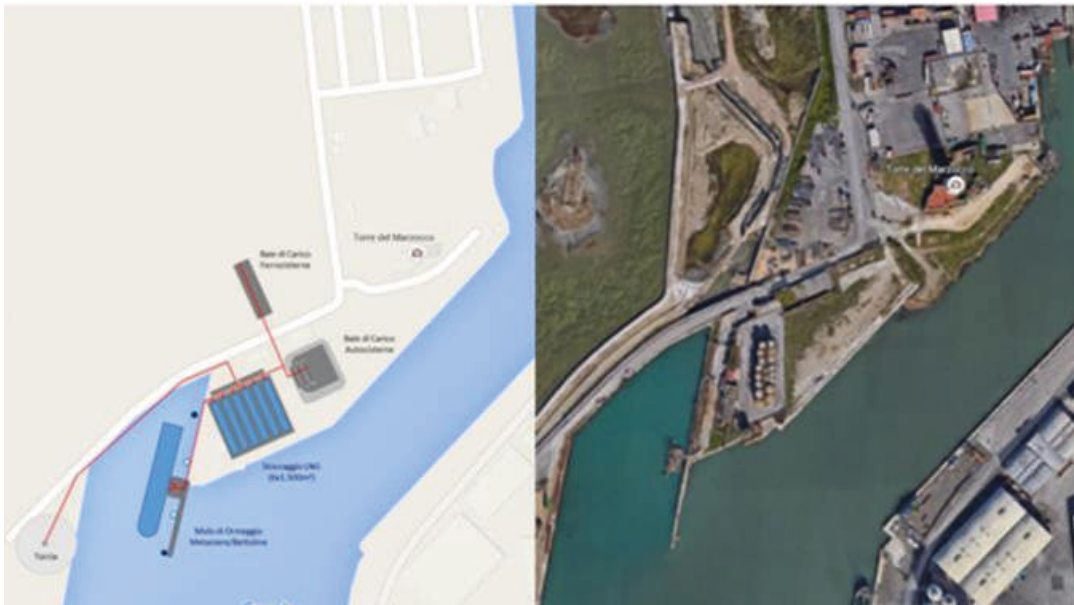


Image 9 : Photos/Rendering des zones de bunkering et de stockage du GNL/

#### **Détermination de la capacité de stockage**

Cette installation aura une capacité de stockage de GNL de 5 000 mètres cubes (initialement prévue pour 9.000 mètres cubes) et sera composée de quatre réservoirs horizontaux de 1 250 mètres cubes pour un débit annuel de 150 000 tonnes ; l'installation sera équipée de quatre abris de chargement capables d'approvisionner 20 à 25 pétroliers par jour.

#### **Définition des opérations de bunkering**

L'installation sera bunkérisée par des navires de taille variable entre 3 000 et 7 500 mètres cubes.

#### **Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité**

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

#### **Plans de formation du personnel**

Certaines activités de l'autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord (y compris GNL-FACILE) comprennent également la formation du personnel des quais.

#### **Surveillance du système et des installations de GNL**

Information non disponible.

## Business Case Porto di Cagliari

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



*Immagine 10: Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL*

### ***Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio 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 bunkeraggio 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 bunkeraggio sopra richiamate.

Occorre però sottolineare come i servizi più efficienti e maggiormente richiesti saranno quelli che adotteranno il trasferimento del GNL con modalità:

- TTS: sistema ritenuto più adatto per rifornire le navi con serbatoi piccoli (ad esempio, rimorchiatori) e come soluzione temporanea per garantire il bunkeraggio 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 bunkeraggio navale.

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, profondità;
- Rotte di accesso e canali di manovra, dimensioni dei canali lungo le rotte di accesso ed uscita;
- Aree di evoluzione: ampiezza, 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.



## Analyse du cas du Port de Cagliari

*Port/Cas d'analyse: Porto di Cagliari, Progetto ISGAS Terminal GNL nel Porto Canale di Cagliari*



*Image 10 : Photos/Rendering des zones de soutage et de stockage du GNL du Port de Cagliari*

### **Évaluation de la méthode / solution technologique de soutage la plus appropriée**

L'infrastructure du terminal GNL proposé dans le port-canal de Cagliari a été conçue pour créer un "point de ravitaillement" efficace (Ship to Ship STS, Truck to Ship TTS, ou Pipe to Ship PTS) en mer Méditerranée. Considérant qu'il n'existe pas un seul mode de soutage capable de satisfaire tous les besoins des acteurs portuaires, le projet du terminal du port-canal de Cagliari a été conçu pour pouvoir fournir les trois types de service 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 avec mode :

- TTS : système considéré comme le plus adapté au soutage des navires dotés de petites citernes (par exemple les remorqueurs) et comme solution temporaire pour assurer le soutage en l'absence d'infrastructures dédiées (par exemple le soutage des ferries).
- PTS : système considéré comme le plus adapté pour répondre aux besoins de soutage des grands réservoirs par le biais de partenariats avec les opérateurs de soutage des navires.

Afin de garantir des conditions adéquates pour le transit et les manoeuvres des gaziers dans le Porto Canale de Cagliari, un contrôle a été effectué sur les espaces et les profondeurs disponibles dans le port même, aussi bien le long de la voie d'accès que dans la zone d'évolution.

Les éléments suivants ont été examinés :

- Caractéristiques des fonds marins, profondeurs ;
- Voies d'accès et canaux de manoeuvre, taille des canaux le long des voies d'accès et de sortie ;
- Zones d'évolution : largeur, taille du cercle d'évolution ;
- Scénarios de passage de navires, faisant référence au passage de 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 du projet.

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 méthaniers ont un tirant d'eau maximal inférieur à 8,6 m, dans les conditions de chargement les plus défavorables et en tenant compte des conditions de marée les plus défavorables. Le chenal d'accès au port a des profondeurs supérieures à 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 SIGTTO, 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>. Il terminale è stato progettato e dimensionato in considerazione dei seguenti aspetti:

- attracco di navi metaniere fino ad una capacità massima di 15.000 m<sup>3</sup> (7.500 m<sup>3</sup> per il primo lotto funzionale);
- capacità utile di stoccaggio nei serbatoi fissi pari a circa 22.000 m<sup>3</sup> di GNL (1226 m<sup>3</sup> per serbatoio, 18 serbatoi totali);
- approvvigionamento minimo stimato pari a 360.000 m<sup>3</sup>/anno di GNL (2 carichi mensili da 15.000 m<sup>3</sup>);
- GNL trasferito via autobotti/bettoline pari a 120.000 m<sup>3</sup>/anno;
- GNL rigassificato e inviato a rete pari a 240.000 m<sup>3</sup>/anno;
- capacità di rigassificazione di 832 milioni di m<sup>3</sup>/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. 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.

### ***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.

Compte tenu de la différence entre la profondeur du chenal d'accès (>16 m) et le tirant d'eau des navires à pleine charge dans des conditions de marée, il n'y a pas de problème de tirant d'eau le long du chenal d'accès (même dans des conditions locales d'agitation interne des vagues). La largeur minimale requise pour le transit des transporteurs de gaz le long du chenal d'accès, selon les directives du SIGTTO, devrait être 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 m<sup>3</sup> et une largeur d'environ 25 m. La largeur minimale requise pour le transit est donc de 125 m. Le Coral Energy est le plus grand des navires de référence. La largeur minimale requise pour le transit est donc de 125 m. Le canal d'accès au port a une longueur d'environ 300 m et est donc compatible avec la largeur minimale susmentionnée. En ce qui concerne l'aire d'évolution, la vérification des espaces nécessaires pour permettre la manoeuvrabilité des transporteurs de gaz à l'intérieur du port a été effectuée en se référant aux directives du SIGTTO, qui définissent que le diamètre minimal du cercle d'évolution doit être égal à environ 2 à 3 fois la largeur du navire.

La vérification est positive car :

- la largeur maximale du navire du projet est de 22,7 m
- le diamètre minimal du cercle d'évolution est égal à environ 70 m (plus de 3 fois la largeur maximale des navires du projet), tandis que le diamètre de l'aire d'évolution du port-canal dépasse 500 m, une valeur donc compatible avec les caractéristiques du port.

### **Détermination des capacités de stockage**

Le volume total des 18 réservoirs est de 22 068 m<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup> (7500 m<sup>3</sup> pour le premier lot fonctionnel)
- capacité de stockage utile dans les réservoirs fixes d'environ 22 000 m<sup>3</sup> de GNL (1226 m<sup>3</sup> par réservoir, 18 réservoirs au total) ;
- fourniture minimale estimée de 360 000 m<sup>3</sup>/an de GNL (2 charges mensuelles de 15 000 m<sup>3</sup>) ;
- GNL transféré par camions-citernes/bulles égal à 120 000 m<sup>3</sup>/an ;
- GNL regazéifié et envoyé au réseau égal à 240.000 m<sup>3</sup>/an ;
- capacité de regazéification de 832 millions de m<sup>3</sup>/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 aspirent le GNL des réservoirs par des tuyaux de 6" pour le libérer à la pression appropriée dans le collecteur principal de 6" situé à la sortie des réservoirs et pendant le fonctionnement normal.

Les navires peuvent être chargés à l'aide du collecteur de 12 pouces au quai, qui est réduit à 10 pouces dans le bras de chargement ou, alternativement, par la ligne GNL de 8 pouces qui va de l'usine au quai et entre ensuite dans le collecteur et le bras. Cette ligne est mise en place pour les opérations de refroidissement du pipeline principal, en plus bien sûr de la ligne BOG pour l'équilibrage de la pression.

### **Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité**

La conception du terminal est destinée à minimiser la possibilité de déversements ou de fuites 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 tuyaux et des équipements. Le GNL étant un fluide cryogénique, cette caractéristique signifie qu'en cas de fuite, même importante, il se vaporise instantanément, formant principalement des nuages de gaz inflammables ou des jets. Toute flaque de GNL formée à la suite de rejets serait 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) dans des canaux qui se déverseront dans un réservoir de collecte.

Aucune source mobile de risque ne devrait normalement être présente dans l'entrepôt. Tout accès de moyens mobiles tels que des engins de levage pour les opérations de maintenance sera contrôlé par le personnel de l'usine. Afin d'éviter les dommages causés par la chute d'objets ou les collisions qui pourraient entraîner des fuites de GNL, des dispositions appropriées seront prises pour l'entretien et l'installation des équipements et des lignes. Le travail autour de l'équipement sera soumis à une évaluation des risques, mais en général, aucune opération de levage avec des équipements mobiles ne sera autorisée à proximité de l'équipement. Seules les personnes autorisées pourront accéder au terminal.

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 barche, 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 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 soprasuolo 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. 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 e con i controlli dedicati. Una seconda postazione sarà collocata 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.

La limite du dépôt sera délimitée par une clôture d'une hauteur et d'une résistance appropriées, et sera surveillée par des outils de sécurité tels que la vidéosurveillance, etc. conformément à la réglementation en vigueur. Au terminal, il y aura un service de garde 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. La zone des quais se trouve à l'intérieur d'une zone portuaire non publique, c'est-à-dire interdite aux personnes non autorisées. Toutes les opérations de chargement et de déchargement, etc. seront supervisées par le personnel désigné. Pendant les périodes où les opérations de chargement-déchargement des navires ou des allèges ne seront pas effectuées, les bras de chargement "au repos" et complètement vidés, seront délimités par une clôture avec un mur solide et un filet métallique. Cela garantira une protection contre les impacts accidentels et tout acte de sabotage. Avant la phase de construction, un plan de sécurité sera préparé, qui sera partagé avec les entités intéressées. Le terminal méthanier doit être protégé par un réseau d'eau d'extinction ou un réseau d'hydrants convenablement dimensionné et construit conformément aux normes et standards de référence (UNI 10779, UNI 12845 etc.). Le Terminal GNL sera équipé d'un système de prévention des incendies constitué d'un réseau d'eau développé en anneau et maintenu en permanence sous pression et en circulation par des pompes dédiées. Les bornes d'incendie en surface avec des sorties UNI 70 seront déconnectées du réseau. Les bornes d'incendie seront situées à une distance moyenne d'environ 45 m les unes des autres et seront disposées le long du périmètre des installations individuelles. Les routes internes qui longent les différentes installations du dépôt sont les principales "voies de fuite". Les voies d'évacuation seront marquées de manière appropriée, conformément au décret législatif 81/08 et au décret ministériel du 10 mars 1998. Au niveau technico-procédural, des modalités d'échange et de communication seront définies avec le personnel des zones adjacentes aux installations terminales, en se référant notamment aux activités exercées dans les zones voisines, comme par exemple la zone de quai gérée par la société Grendi, les zones adjacentes au quai concernées par les organismes d'État (par exemple la Guardia di Finanza), etc. Des méthodes de communication et d'alerte non ambiguës seront définies tant pour l'exécution de phases telles que le déchargement des méthaniers, que pour les scénarios accidentels hypothétiques qui pourraient se produire pendant ces phases opérationnelles (par exemple, scénario de libération du bras de chargement pendant le déchargement des méthaniers). En particulier, le contrôle des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent), la supervision constante des phases opérationnelles par du personnel spécialisé et l'installation de dispositifs permettant de signaler toute situation d'urgence soudaine permettront une alerte immédiate. En outre, le déchargement des méthaniers sera effectué, dans la mesure du possible, principalement la nuit, lorsque le fonctionnement des installations adjacentes est réduit.

### ***Plans de formation du personnel***

Des informations, une éducation et une formation appropriées concernant la sécurité et la prévention des accidents seront fournies à tous les employés, ainsi qu'un programme d'information pour les employés des entrepreneurs extérieurs qui travailleront dans le terminal et pour les visiteurs. Le personnel opérant dans le terminal sera correctement formé et instruit pour accomplir ses tâches en toute sécurité. Le personnel de direction et les travailleurs participeront périodiquement à des cours de formation. Le personnel d'encadrement suivra une formation pour développer ses compétences managériales dans les domaines de la gestion technique, de la sécurité et de la protection de l'environnement. Les travailleurs des installations et de la maintenance participeront à des activités de formation aussi bien au moment de l'embauche que pendant l'exercice des activités qui leur sont confiées, en participant à des cours de formation théorique et pratique, comme le prévoit la réglementation en vigueur, le décret législatif 81/2008 modifié et le décret législatif 105/15. Les cours viseront à approfondir les aspects opérationnels, les connaissances réglementaires et les bases théoriques d'application plus fréquente dans l'activité opérationnelle, avec une attention particulière aux aspects de Prévention, Sécurité et Hygiène de l'Environnement, gestion des risques majeurs et des situations d'urgence.

### ***Surveillance des systèmes et des installations de GNL***

L'usine sera équipée d'un système de contrôle distribué (DCS) qui permettra, par le biais du poste opérateur, la surveillance et le contrôle complet du processus, l'enregistrement des données, la gestion des alarmes, l'interface 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 oeuvre de logiques fonctionnelles telles que des calculs, des algorithmes et des séquences de fonctionnement. Le poste opérateur sera situé dans la salle de contrôle principale, qui sera équipée d'un poste opérateur DCS à partir duquel il sera possible d'avoir un contrôle complet du processus, d'effectuer l'enregistrement des données, de gérer les alarmes, de s'interfacier avec le système ESD et avec les contrôles dédiés. Une deuxième station sera placée près du quai afin de surveiller les opérations, telles que celles des bras de chargement, qui seront effectuées près des bras tendus. Bien que les opérations d'entrée et d'amarrage des méthaniers dans le port du canal seront définies et réglementées par des ordonnances spéciales qui établiront les conditions et les limites des conditions météorologiques maritimes, dans la zone du quai sera placée une unité spéciale de surveillance de la direction et de l'intensité du vent capable de signaler toute condition anormale soudaine (par exemple, un vent fort soudain) et d'alerter le personnel afin de procéder à l'arrêt, si nécessaire, des opérations de transfert de GNL.

## Business Case Porto di Oristano

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



*Immagine 11: Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Porto Oristano Santa Giusta*

### ***Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkeraggio più idoneo***

Le motivazioni che hanno spinto la società IVI Petrolifera e 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:

- 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, e agli obiettivi 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.

### ***Determinazione delle capacità di stoccaggio***

Il terminale sarà approvvigionato mediante l'arrivo di massimo 220 metaniere annue di capacità compresa tra 4.000 e 5.000m<sup>3</sup>. I volumi massimi annui stoccati saranno pari a 880.000 m<sup>3</sup> 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.

## Analyse du cas du Port de Oristano

*Port/cas d'analyse : Porto di Oristano, L'usine de stockage, de regazéification et de distribution de GNL proposée par IVI Petrolifera dans le port de Oristano – Santa Giusta*



Image 11 : Photos/Rendering des zones de soutage et de stockage du GNL du Porto Oristano Santa Giusta/Foto

### ***Évaluation de la méthode / solution technologique de soutage la plus appropriée***

La motivation d'IVI Petrolifera pour mettre en oeuvre le projet de terminal GNL dans le port d'Oristano-Santo Giusta est d'alimenter principalement les réseaux de gazoducs de la région de Sardaigne, qui sont en grande partie achevés et opérationnels. L'usine vise également à distribuer une partie du GNL fourni par voie maritime et terrestre à des utilisateurs régionaux.

En outre, l'idée du projet découle des considérations générales supplémentaires suivantes :

- les terminaux de regazéification, par rapport aux gazoducs, présentent une plus grande flexibilité d'approvisionnement, la facilité d'étendre 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 permettra de diversifier les pays d'où provient le gaz naturel, renforçant ainsi la sécurité d'approvisionnement ;
- L'utilisation accrue 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, soutiendront la substitution d'autres combustibles fossiles et les objectifs de substitution de carburant dans le transport maritime ;
- la mise en oeuvre du projet aura des retombées économiques et environnementales positives au niveau local, liées à l'utilisation du GNL dans le transport maritime et terrestre.

### ***Détermination des capacités 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 m<sup>3</sup>. Les volumes annuels maximums stockés seront de 880 000 m<sup>3</sup> de GNL. Le projet prévoit la préparation des zones et des points de connexion aux systèmes nécessaires au transfert du GNL sur les navires-citernes pour la distribution du produit dans le pays et sur les allèges pour le ravitaillement des navires fonctionnant au GNL.

Pour le chargement des allèges, la possibilité d'un flux inverse de la ligne de déchargement du GNL sera prévue.

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 60.000m<sup>3</sup>/h (equivalente a 100 m<sup>3</sup>/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.

### ***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 m<sup>3</sup>/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;
- Valvola di spurgo azoto;
- Rilevatori di incendi e gas;
- Pulsante di arresto ed emergenza;
- Luci di segnalazione.



Le projet prévoit la distribution par voie maritime d'environ 20 % du GNL fourni à l'installation de stockage, tandis que les 80 % restants seront distribués par route dans la région vers les centres de consommation.

Les délais suivants sont estimés pour la réalisation des activités par voie maritime :

- Manoeuvre d'entrée dans le port et d'accostage : 3 heures ;
- Temps de chargement/déchargement : 12 heures ;
- Démorçage et manoeuvre de sortie : 3 heures.

Un maximum de 100 camions-citernes seront utilisés par an pour la distribution terrestre. Les activités de hargement des camions-citernes dureront environ 1,5 heure. La centrale 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 une capacité de regazéification de 60.000m<sup>3</sup>/h (équivalent à 100 m<sup>3</sup>/h de GNL) ;

- Le camion-citerne peut être chargé pour deux camions-citernes en même temps ;
- Un retour de la vapeur du camion-citerne vers le réservoir de stockage du GNL est prévu ;
- Il n'y a pas de retour de vapeur des réservoirs de stockage de GNL vers le méthanier ;
- Le ravitaillement des briquets peut être effectué en même temps que le chargement du camionciterne.
- La regazéification peut être effectuée en même temps que les opérations de manutention de GNL cidessus.

### ***Définition des opérations de soutage***

Le ravitaillement en GNL est effectué par des pompes de transfert avec une ligne dédiée à la ligne liquide commune à la station de remplissage du navire. Le pipeline entre le collecteur de liquide et la station de remplissage du navire est le même que celui utilisé pour le déchargement du navire. Le débit de remplissage pour le ravitaillement des navires est conçu pour 250 m<sup>3</sup>/h. Il y a un tuyau de remplissage du navire (liquide). La procédure de ravitaillement en carburant est une opération dirigée par l'équipage, dans laquelle des opérateurs sont nécessaires du côté du navire et du terminal.

Le ravitaillement en carburant se fait via un tuyau d'alimentation du navire pour une durée totale de décharge d'environ 2 heures, sans compter la durée de l'amarrage, de l'ancrage et du désamarrage. Le remplissage du réservoir s'effectue depuis le collecteur de liquide jusqu'au refoulement de la pompe. Le remplissage en GNL et la pression du réservoir du navire de transport sont régulés par des valves appropriées. La pression augmente pour corriger le débit de la charge pendant le démarrage et retombe à zéro à la fin de la séquence de remplissage automatique. Les tuyaux sont flexibles et sont équipés de raccords à déconnexion rapide et de raccords à déconnexion manuelle qui permettent un fonctionnement sûr et fiable entre le terminal et la borne. Les tuyaux et les raccords doivent être correctement stockés dans des armoires spéciales après le déchargement du GNL. Le terminal est également équipé d'une connexion ESD pneumatique. Le GNL est ravitaillé en faisant fonctionner les 3 pompes de transfert dédiées qui pompent le GNL, via une ligne dédiée, vers le poste d'allumage. La tuyauterie entre le collecteur de liquide et la station de remplissage est la même que celle utilisée pour le déchargement des méthaniers. La station de remplissage est équipée de :

- Bras de chargement pour le transfert de GNL ;
- Raccordement du tuyau avec raccords à déconnexion rapide et à déconnexion manuelle ;
- Double blocage et valve d'évent pour l'isolation manuelle ;
- Valve automatique On/Off ;
- Vanne de régulation pour augmenter le débit ;
- Capteur de mesure de la température, correctement installé au quai pour détecter les grandes fuites de GNL ;
- Débitmètre et totalisateur pour la mesure fiscale ;
- Transmetteurs de température et de pression ;
- Soupape de purge à l'azote ;
- Détecteurs d'incendie et de gaz ;
- Bouton d'arrêt et d'urgence ;
- Feux de signalisation.

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.

### ***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 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.

En cas d'urgence et si le briquet doit évacuer sa cargaison, cela se fera à l'aide d'azote. Le briquet peut ensuite connecter le tuyau d'azote disponible sur le quai pour forcer le GNL vers les réservoirs à terre.

### ***Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité***

Le projet prévoit la mise en oeuvre d'une politique de prévention des accidents majeurs, PPIR, 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 oeuvre 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 les mesures prises pour sensibiliser à la nécessité d'une amélioration continue. Identification des besoins en formation du personnel et leur mise en oeuvre ; implication des employés et du personnel des sous-traitants qui travailleront dans l'établissement et qui peuvent être concernés par la sécurité ;

- identification et évaluation des risques majeurs - adoption et mise en oeuvre de procédures d'identification systématique des risques majeurs 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 oeuvre de procédures et d'instructions pour un fonctionnement sûr, y compris l'entretien des installations, des processus et des équipements, ainsi que 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'établissement et à la corrosion ; inventaire des équipements de l'établissement, stratégie et méthodologie de surveillance et de contrôle de l'état des équipements ; actions de suivi appropriées et contre-mesures nécessaires ;

- gestion du changement : adoption et mise en oeuvre de procédures pour la planification des modifications des usines, des processus ou des magasins ou pour la conception de nouvelles usines, de nouveaux processus ou de nouveaux magasins ;

- planification d'urgence : adoption et mise en oeuvre de procédures permettant d'identifier les urgences prévisibles par une analyse systématique et d'élaborer, de tester et de réviser les plans d'urgence pour faire face à ces urgences, et de fournir une formation ad hoc au personnel concerné.

Suivi des performances : adoption et mise en oeuvre de procédures d'évaluation continue de la conformité aux objectifs fixés dans le PPIR et au système de gestion de la sécurité adopté, ainsi que de mécanismes de suivi et de prise de mesures correctives en cas de non-conformité.

Les procédures comprendront le système de notification des accidents majeurs ou des quasi-accidents, en particulier ceux qui résultent d'une déficience des mesures de protection, leur analyse et les mesures de suivi prises sur la base de l'expérience. Les procédures peuvent inclure des indicateurs de performance, tels que la sécurité et d'autres indicateurs pertinents ;

- audit et révision : adoption et mise en oeuvre de procédures d'évaluation périodique et systématique du RIP et de l'efficacité et de l'adéquation du système de gestion de la sécurité. Examen documenté, et mise à jour, 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 de tout changement indiqué par l'audit et l'examen.

### ***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.

### ***Plans de formation du personnel***

La direction et les travailleurs participeront périodiquement à des cours de formation.

Le personnel d'encadrement suivra une formation pour développer ses compétences managériales dans les domaines de la gestion technique, de la sécurité et de la protection de l'environnement.

Les travailleurs des installations et de la maintenance participeront à des activités de formation aussi bien au moment de l'embauche que pendant l'exercice des activités qui leur sont confiées, en participant à des cours de formation théorique et pratique, comme le prévoit la réglementation en vigueur, le décret législatif 81/2008 modifié et le décret législatif 105/15.

Les cours viseront à approfondir les aspects opérationnels, les connaissances réglementaires et les bases théoriques d'application plus fréquente dans l'activité opérationnelle, avec une attention particulière aux aspects de Prévention, Sécurité et Hygiène de l'Environnement, gestion des risques majeurs et des situations d'urgence.

### ***Surveillance des systèmes et des installations de GNL***

Les activités de surveillance spécifiques qu'il est prévu de mener en relation avec les composantes environnementales sont les suivantes :

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

En particulier, un schéma de surveillance a été défini pour chacun des composants susmentionnés, divisé en :

- à des fins de contrôle
- 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 suivi.

Le choix et l'emplacement définitif des stations/points de surveillance ont été définis à l'avance et peuvent être confirmés avant le début des activités d'échantillonnage.

## Business Case Porto di Genova

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



*Immagine 12: 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 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 m<sup>3</sup> a cui si aggiunge un’ulteriore facility di stoccaggio da 100 m<sup>3</sup>.

#### ***Definizione delle operazioni di bunkering***

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 bunkering.

#### ***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.

## Analyse du cas du Port de Gênes

*Port/Cas d'analyse: Genova – Sampierdarena port basin – Calata Oli Mineralquay*



*Image 12 : Photos/Rendering des zones de soutage et de stockage du GNL Sampierdarena port basin-Calata Oli Mineralquay*

### Évaluation de la méthode / solution technologique de soutage la plus appropriée

L'une des hypothèses de localisation proposées par le document "Engineering studies, final version - Technical report" (2016), avec un focus 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 bunkering dans le port de Sampierdarena, en particulier dans le site de Calata Oli Minerali. Les solutions technologiques de soutage les plus adaptées à la configuration du site sont les suivantes : TTS (Truck-To-Ship) et PTS (Port-To-Ship).

La technologie Truck-to-Ship consiste à réaliser l'opération de soutage à l'aide d'un ou plusieurs camions-citernes qui, grâce à un système de tuyaux flexibles et à un système de pompage auquel ils peuvent être reliés, alimentent le navire en GNL à partir de leurs réservoirs. La technologie Port-To-Ship, quant à elle, implique la construction d'un système de pipelines fixes qui relie directement le navire au quai avec la zone de stockage sur le quai.

#### **Détermination des capacités de stockage**

L'hypothèse préliminaire analysée prévoit la construction d'une installation de stockage de GNL à terre composée de quatre réservoirs de stockage d'une capacité totale de 20 000 m<sup>3</sup>, plus une installation de stockage supplémentaire de 100 m<sup>3</sup>.

#### **Définition des opérations de soutage**

L'hypothèse de Calata Oli Minerali prévoit 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 d'avitaillement.

#### **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 des systèmes et des installations de GNL**

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

## Business Case Porto di Vado

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



*Immagine 13: Ligure/Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Vado Ligure*

### ***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.



## Analyse du cas du port de Toulon Porto di Vado

*Port/Cas d'analyse: Savona-Vado ligure – Stockage dans l'en-tête de la plate-forme.*



*Image 13 : Photos/Rendering des zones de soutage et de stockage du GNL du Port Vado Ligure*

### ***Évaluation de la méthode / solution technologique de soutage la plus appropriée***

Les hypothèses préliminaires présentées dans le rapport " Deposito Small Scale LNG - Ipotesi preliminari "(2018) édité par A. Vienne, en se concentrant sur le port de Vado Ligure (SV) et proposé par Eni Spa, Gruppo Autogas, Fratelli Cosulich Spa et Ottavio Novella Spa, à savoir les hypothèses Vado Ligure - Dépôt sur le quai sud modifié, Vado Ligure - Cas avec agrandissement du quai principal et, en particulier, l'hypothèse spécifiquement analysée Vado Ligure - Dépôt en tête de quai, prévoient le soutage de GNL grâce à l'utilisation du dépôt analysé.

La solution technologique la plus appropriée pour le soutage est donc le port-à-navire, le terminal-à-navire ou le pipeline-à-navire (Port-to-Ship ou Terminal-to-Ship ou Pipeline-to-Ship).

La configuration Port-à-Navire (Port-to-Ship) représente la solution technologique dans laquelle, à partir d'une station de ravitaillement à terre, située sur un quai ou un appontement dédié, les navires sont ravitaillés par des pipelines, c'est-à-dire des tuyaux rigides destinés à accélérer le transfert du carburant qui se terminent, dans la partie finale, par des tuyaux flexibles pour permettre la connexion avec différents navires, ce qui permet d'offrir un large degré d'adaptabilité et de flexibilité de l'installation de ravitaillement.

### ***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 m<sup>3</sup> e dieci serbatoi da 1.000 m<sup>3</sup> a cui si aggiungono due pontoni caratterizzati da una capacità di 5.000 m<sup>3</sup>.

### ***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 m<sup>3</sup>: 90 m;
- bracci di carico – manifold serbatoi 200 m<sup>3</sup>: 90 m;
- bracci di carico – manifold pontoni: 50/120 m;
- bracci di carico nave – pensilina: 110 m;
- manifold serbatoi 200 m<sup>3</sup> – pensilina: 60 m.

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

- bracci di carico - serbatoi 1.000 m<sup>3</sup>: 120/160 m (min/max);
- bracci di carico – serbatoi 200 m<sup>3</sup>: 100 m;
- bracci di carico – pontoni: 50/120 m;
- serbatoi 1.000 m<sup>3</sup> –serbatoi 200 m<sup>3</sup>: 120/170 m;
- serbatoi 200 m<sup>3</sup> – pensilina : 60 m.

### ***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.

### ***Détermination des capacités de stockage***

L'hypothèse préliminaire analysée, relative à la construction d'une installation de stockage de GNL à terre, notamment en tête de plate-forme, prévoit la présence de deux réservoirs de 200 m<sup>3</sup> et de dix réservoirs de 1.000 m<sup>3</sup> en plus de deux pontons d'une capacité de 5.000 m<sup>3</sup>.

### ***Définition des opérations de soutage***

L'hypothèse de Vado Ligure prévoit l'utilisation de la solution technologique productive Port-to-Ship (PTS) pour la réalisation de l'avitaillement en GNL, en particulier à travers l'installation qui fait l'objet de ce rapport.

Le rapport fournit des informations sur l'équipement du dépôt en termes de distances et de longueurs.

En termes de distances, le rapport fournit les données suivantes :

- bras de chargement - réservoirs collecteurs 1.000 m<sup>3</sup> : 90 m ;
- bras de chargement - réservoirs collecteurs 200 m<sup>3</sup>: 90 m;;
- bras de chargement - pontons collecteurs: 50/120 m;
- bras de chargement des navires - abri: 110 m;
- réservoirs collecteurs 200 m<sup>3</sup> – abri: 60 m.

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

- bras de chargement - tanks 1.000 m<sup>3</sup>: 120/160 m (min/max);
- bras de chargement - tanks 200 m<sup>3</sup>: 100 m;
- bras de chargement - tanks – pontons: 50/120 m;
- tanks 1.000 m<sup>3</sup> –tanks 200 m<sup>3</sup>: 120/170 m;
- tanks 200 m<sup>3</sup> – logement : 60 m.

### ***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 des systèmes et des installations de GNL***

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

## Business Case Porto di Tolone

*Porto/Business case: Porto di Tolone*



*Immagine 14: Foto/Rendering delle aree per il bunkering e lo stoccaggio del GNL Porto di Tolone*

### ***Valutazione del metodo/soluzione tecnologica per il bunkering 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 bunkering***

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.

### ***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 bunkering
- Segnali codificati (ad es. Luci rosse per le altre navi, luci notturne...)
- Divieto di eseguire lavori nelle vicinanze durante il trasbordo
- Divieto di fumare

## Analyse du cas du port de Toulon

### Port/Cas d'analyse: port de Toulon



Image 14 : Photos/Rendering des zones de soutage et de stockage du GNL du Port de Toulon

### **Évaluation de la méthode / solution technologique de soutage la plus appropriée**

Au départ, la solution la plus adaptée est le ravitaillement des camions pour deux types d'utilisation :

- l'avitaillement d'un générateur alimenté au GNL pour connecter un navire au quai
- le soutage des petits navires (par exemple, les ferries).

Ensuite, lorsque la demande devient plus importante (plusieurs ferries, bateaux de croisière), la solution envisagée est un ravitaillement par barge flottante sur laquelle seraient placés des conteneurs de GNL arrivant par train du terminal GNL de Fos sur Mer.

### **Détermination des capacités de stockage**

Étant Toulon un port militaire, nous ne pouvons pas encore dire si un site de stockage 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.

### **Définition des opérations de soutage**

Le GNL est considéré comme une marchandise dangereuse. L'opération d'avitaillement doit être déclarée à l'autorité portuaire (classification des marchandises dangereuses, volume, conditionnement, 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 société qui vend et livre le carburant.

### **Définition des opérations d'urgence et des procédures de sécurité**

Les procédures ci-dessous sont celles qui sont actuellement en place avec un carburant marin conventionnel :

- Accès interdit au côté de soutage du navire
- Signaux codés (par exemple, feux rouges pour les autres navires, feux de nuit...)
- Pas de travaux à proximité pendant le transbordement
- Non fumeur

- 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

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.

## **Il caso della Corsica**

La Società SeeUp ha realizzato per il partner CLuster GNL OTC - Office des Transports de la Corse uno studio ad hoc sulle buone pratiche relative al bunkering e allo stoccaggio di GNL con particolare riferimento ai porti della Corsica e alla realizzazione di un demo-day con Mobile Fuel Tank nell'ambito del progetto PROMO-GNL in raccordo con il progetto FACILE-GNL e con gli altri progetti del Cluster GNL.

Lo 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.

La successiva focalizzazione sull'utilizzo per l'alimentazione delle centrali elettriche sposta 'fuori porto' le soluzioni di dettaglio esaminate, che sarebbero spostate rispetto al tema di questo Quaderno GNL.

- Adaptation de l'itinéraire des véhicules embarquant ou débarquant à l'embarcadère lors d'un ravitaillement 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 capitaine / personnel tous les 6 mois pour sensibiliser le public

Ces mesures sont souvent difficiles à respecter pour les prestataires de services qui ont des contraintes commerciales/de temps. Une surveillance régulière est nécessaire pour garantir la sécurité.

### ***Plans de formation du personnel***

Pas encore défini pour le GNL.

### ***Surveillance des systèmes et des installations de GNL***

Pas encore défini.

## **Le cas de la Corse**

SeeUp a réalisé pour l'OTC - Office des Transports de la Corse (partenaire du Cluster GNL) une étude ad hoc sur les meilleures pratiques liées au soutage et au stockage du GNL avec une référence particulière aux ports de la Corse et la réalisation d'une journée de démonstration avec un réservoir mobile dans le cadre du projet PROMO-GNL en relation avec le projet FACILE-GNL et d'autres projets du Cluster GNL.

Outre la description des procédures de soutage et de stockage du GNL, l'étude illustre le cadre réglementaire actuel, les principales méthodes de soutage, l'exécution étape par étape d'une opération de soutage, les technologies des réservoirs de stockage et leur gestion. Enfin, une démonstration de l'avitaillement "démonstration" en Corse est étudiée en profondeur.

L'accent mis ensuite sur l'utilisation pour l'approvisionnement des centrales électriques serait éloigné du sujet de ce Cahier du GNL.

## Quadro sinottico dei business case

Per i casi progettuali analizzati sono state raccolte le soluzioni tecnologiche e le migliori pratiche attuative individuate in materia di procedure di sicurezza, piani di formazione e sistemi di monitoraggio.

Business cases	Area Obiettivo	Soluzione bunkering idonea	Capacità di stoccaggio	Procedure di sicurezza	Piani di formazione	Sistemi di monitoraggio
Porto di Livorno	Toscana	n.a.	5.000 m3	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	22.078 m3	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 Petroliera-Santa Giusta)	Sardegna	Ship-to-Ship	880.000 m3	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	20.000 m3 + ulteriore 100 m3	n.a.	n.a.	n.a.
Porto di Vado Ligure (Deposito in testata piattaforma)	Liguria	Port-to-Ship	10.400m + 35.000 m3	n.a.	n.a.	n.a.
Porti della Corsica	Corsica	Alimentazione centrali	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Porto di Tolone	Région Sud	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.

Tab. 7: Tavola sinottica delle soluzioni tecnologiche per i progetti esaminati



## Aperçu synoptique des cas analysés

Pour les cas de projets analysés, les solutions technologiques et les meilleures pratiques de mise en oeuvre identifiées concernant les procédures de sécurité, les plans de formation et les systèmes de surveillance ont été ici rassemblées.

Business cases	Zone cible	Solution bunkering approprié	Capacité de stockage	Procédures de sécurité	Plans de formation	Systèmes de surveillance
Port de Livourne	Toscane	n.a.	5 000 m <sup>3</sup>	Rapport préliminaire de sécurité et projet de prévention des incendies remis	Formation du personnel du quai	n.a.
Port de Cagliari (Progetto ISGAS Terminal GNL nel Porto Canale di Cagliari)	Sardaigne	Ship-to-Ship; Truck-to-Ship; Port-to-Ship	22 078 m <sup>3</sup>	Système de collecte pour les éventuels fuites de GNL ; zones permettant aux liquides de s'écouler ; aucune source de danger mobile dans le dépôt.	Information, éducation et formation adéquates 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 de Oristano (Installation de stockage, de regazéification et de distribution GNL IVI Petrolifera-Santa Giusta)	Sardaigne	Ship-to-Ship	880 000 m <sup>3</sup>	Politique de prévention des accidents majeurs (PPIR) ; organisation d'un système de gestion de la sécurité.	Cours pour le personnel d'encadrement (pour le développement des compétences managériales, des aspects technico-managériaux, de la sécurité et de la protection de l'environnement) et les ouvriers (théorique pratique)	Surveillance des composantes environnementales telles que l'atmosphère, le bruit, les eaux marines et souterraines.
Port de Genes (Sampierdarena Port basin - Calata Oli Mineral quay)"	Ligurie	Truck-to-Ship; Port-to-Ship	20 000 m <sup>3</sup> + ulteriore 100 m <sup>3</sup>	n.a.	n.a.	n.a.
Porto di Vado Ligure (Dépôt dans l'en-tête de la plateforme)	Ligurie	Port-to-Ship	10 400m <sup>3</sup> + 35 000 m <sup>3</sup>	n.a.	n.a.	n.a.
Ports de la Corse	Corse	Alimentation des centrales électriques	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Port de Toulon	Région Sud	Truck-to-Ship; chiatta galleggiante	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.

Tab. 7 : Tableau synoptique des solutions technologiques pour les projets examinés

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Cahiers du GNL Quaderni del GNL

