

Allegato C.1.2

Analisi storica esterna

Doc. No. P0023964-1-H1 Rev.0 – Novembre 2021





SNAM Rete Gas S.p.A.

Terminale di Portovesme

Allegato C.1.2 al Rapporto Preliminare di Sicurezza – Esperienza incidentale storica nella filiera del GNL

Doc. No. P0023964-1-H1 Rev. 0 - Novembre 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	F. Ovidi / M. Gattuso	M. Gattuso	G. Uguccioni	Novembre 2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	1
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	2
1 INTRODUZIONE	3
2 ANALISI STORICA INCIDENTI FILIERA GNL	4
REFERENZE	23

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Analisi storica degli incidenti GNL su terra ferma	5
Tabella 2.2: Analisi storica degli incidenti GNL su navi metaniere	15
Tabella 2.3: Analisi critica incidenti GNL su strada	20

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

BOG	Boil Off Gas
BV	Bunker Vessel – Nave per il trasporto di metano liquido di piccole dimensioni che viene rifornita dall'impianto
CV	Carrier Vessel – Nave metaniera che rifornisce l'impianto
ESD	Emergency Shut Down
GNL	Gas Naturale Liquefatto
GPL	Gas
PERC	Powered Emergency Release Coupling
VBT	Vapour Buffer Tank

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce l'Allegato C.1.2.1 al Rapporto Preliminare di Sicurezza del nuovo Terminale FSRU di Portovesme. (doc. No. P0023964-1-H1).

Scopo del presente documento è quello di presentare l'analisi storica relativa a incidenti verificatisi nel passato nella filiera del GNL.

2 ANALISI STORICA INCIDENTI FILIERA GNL

È importante sottolineare che il settore industriale del GNL presenta ottimi precedenti in tutto il mondo per quanto riguarda la sicurezza. Ciò è dimostrato dal fatto che, sin dai suoi inizi, risalenti a più di 40 anni fa, più di 55000 trasporti di GNL sono stati portati a destinazione con successo senza il verificarsi di un grave incidente che abbia provocato lo sversamento del carico ¹. Inoltre, non si sono verificati incidenti che abbiano provocato il cedimento di un serbatoio di GNL costruito con materiali adeguati o che siano originati da cedimenti strutturali dei serbatoi.

Le ricerche sono state svolte in accordo alla Metodologia riportata nell'Allegato C.4 al Rapporto Preliminare di Sicurezza.

Le risultanze dell'analisi storica sono presentate nelle seguenti tabelle:

- ✓ Tabella 2.1, relativa agli incidenti occorsi con il GNL e legati alla filiera industriale su terra ferma;
- ✓ Tabella 2.2, relativa al trasporto su navi metaniere;
- ✓ Tabella 2.3, relativa al trasporto su strada.

Per ciascun incidente è riportata una descrizione dettagliata e sono indicate le cause e le conseguenze in termini di morti/feriti e danni agli asset. Infine, è riportata un'analisi critica al fine di evidenziare, in relazione alle tecnologie e alle procedure connesse con l'impianto oggetto del presente studio, tutti gli accorgimenti implementati per la riduzione o l'eliminazione della probabilità di accadimento o, infine, la gestione delle conseguenze.

Tabella 2.1: Analisi storica degli incidenti GNL su terra ferma

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
1	1944	Cleveland, Ohio, USA	GNL peak-shaving facility	Cedimento strutturale di un serbatoio di stoccaggio	A causa della difficile reperibilità di leghe di acciaio inossidabile dovuta alla Seconda Guerra Mondiale, nell'impianto fu aggiunto un serbatoio di stoccaggio costruito con una lega a basso contenuto di Nickel (3.5% a fronte del 9% oggi prescritto). Tale serbatoio subì un cedimento per bassa temperatura e cedette improvvisamente rilasciando tutto il suo contenuto. La vasca di contenimento non era progettata per tali volumi (solo per piccole perdite), quindi tutto il GNL invase le strade adiacenti ed entrò nel sistema fognario. La nube trovò subito ignizione e il fuoco avvolse altri serbatoi GNL, attività commerciali e aree residenziali. Dopo circa 20 minuti, quando il primo evento si era quasi estinto, un secondo serbatoio sferico cedette rilasciando a sua volta tutto il contenuto in atmosfera. Anche questa nube trovò ignizione immediata.	128 morti 225 feriti	Sì, anche all'esterno della proprietà	Non applicabile. Serbatoi progettati con materiale idoneo per temperature criogeniche.
2	1965	Canvey Island, Essex, UK	Terminale di importazione	Spillamento di GNL da serbatoio durante la manutenzione	Una piccola quantità di GNL spillò da un serbatoio in fase di manutenzione. La perdita trovò ignizione.	1 ferito grave per ustioni	No	Tutte le manutenzioni, ove necessario, saranno gestite in sicurezza, mediante idonee procedure, attraverso emissione di permessi di lavoro, con impiego di idonee attrezzature (ATEX) e con particolare attenzione alla generazione di cariche elettrostatiche.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
3	1966	Raunheim, Germania	--	Venting accidentale	Il GNL veniva processato in un vaporizzatore dotato di controllo di livello per non operare al di sopra della sua massima capacità di 4.000 kg. A causa della rottura del controllo di livello, circa 500 kg di GNL vennero ventati dal vaporizzatore. La nube risultante fu trasportata dal vento verso la sala controllo, risultando in un'esplosione e incendio.	1 morto 75 feriti	Sì	Gli scarichi delle valvole di sicurezza saranno convogliati in torcia. Lo studio di dispersione dei gas, per le torce di alta e di bassa pressione, ha evidenziato che la nube di fluido infiammabile si mantiene sempre ad una altezza tale da non raggiungere mai strutture e/o sistemi presenti in impianto né tantomeno il suolo (anche per il caso di roll over).
4	1968	Portland, US	GNL peak-shaving facility	Errore umano	Lo stoccaggio oggetto del presente evento incidentale non era mai stato messo in servizio, pertanto non aveva mai contenuto GNL. Durante alcuni test di messa in pressione di una tubazione collegata al serbatoio e supposta di essere stata chiusa con una flangia cieca, il metano entrò inavvertitamente nel serbatoio dove erano presenti quattro lavoratori e trovò ignizione.	4 morti	No	Ogni package / apparecchiatura sarà completamente testato presso il cantiere del Fornitore o presso i locali dei subappaltatori utilizzati.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
5	1971	La Spezia, Italia	Terminale di importazione	Rollover	<p>La nave metaniera “Esso Brega” era stazionata nel porto da circa un mese prima di procedere allo scarico del suo contenuto di GNL. Diciotto ore dopo il riempimento del serbatoio di stoccaggio nel terminale, si verificò un repentino aumento di pressione con rilascio di GNL dalle valvole di sicurezza e scarico dal vent. Il rilascio durò alcune ore, ma non trovò ignizione. Il duomo del serbatoio fu leggermente danneggiato a seguito del repentino aumento di pressione. Questo costituisce il primo evento documentato di incidente da “Roll-over”.</p>	No	No	<p>Il roll-over, per l'impianto in oggetto, si riferisce al fenomeno che genera un rapido rilascio di GNL vaporizzato dai serbatoi della FSRU, causato dalla stratificazione e successivo rimescolamento di strati di GNL con diverse densità. Nel caso in cui si verifici l'evento di roll-over, sarà attivato il sistema di emergenza dedicato (ESD) presente in impianto e saranno seguite le procedure di messa in sicurezza del sistema. Il BOG rilasciato dai serbatoi sarà scaricato dalla valvola di rilascio di sicurezza e convogliato in torcia a bordo della FSRU, in modo evitare sovrappressioni all'interno degli stessi. Lo studio di dispersione dei gas, per la torcia di alta pressione e la torcia di bassa pressione ha preso in considerazione l'evento di roll-over.</p> <p>Si veda anche quanto detto in merito al precedente evento No. 3.</p>

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
6	1972	Montreal, Quebec, Canada	GNL peak-shaving facility	Errore umano	In questo evento il GNL non è direttamente coinvolto. Nell'impianto veniva impiegato azoto come gas di tenuta durante la procedura di sbrinamento del compressore. Le valvole sulle linee di ricircolo azoto a causa di un errore umano non vennero richiuse a fine procedura di sbrinamento. Quando il compressore fu rimesso in marcia, causa le differenze di pressione, il metano entrò nelle linee azoto e dal momento che la strumentazione pneumatica in quel momento era esercita in azoto, causa la mancanza di aria compressa, la sovrappressione del metano fece sfiatare gli strumenti direttamente in sala controllo (attraverso le linee di connessione al pannello di controllo). La nube trovò ignizione quando un operatore si accese una sigaretta.	5 feriti	Sì	Non è prevista l'attuazione delle valvole con azoto, ma solo con aria strumenti. Divieto di fumo.
7	1973	Staten Island, New York, USA	GNL peak-shaving facility	Errore umano	"Construction Accident". Il GNL non è direttamente coinvolto. Un serbatoio di stoccaggio era stato messo fuori servizio, svuotandolo del contenuto di GNL, purgandolo con azoto e infine riempendolo nuovamente con aria fresca in ricircolazione. Durante le operazioni di manutenzione interna del serbatoio, lo strato isolante di Mylar e schiuma di poliuretano prese fuoco. I prodotti della combustione generarono un repentino aumento di temperatura e quindi di pressione, tale da sollevare e far collassare il duomo del serbatoio al suo interno, uccidendo i 40 lavoratori presenti.	40 morti	No	Allo stato attuale di progettazione non sono ancora stati definiti i materiali che saranno impiegati per l'isolamento termico dei serbatoi di stoccaggio. Ad ogni modo, le attività manutentive saranno regolate da rigorose procedure e permessi di lavoro, con identificazione di tutti i potenziali rischi e conseguenti misure di sicurezza da adottare, al fine di rendere un simile evento non credibile.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
8	1976	At Guayaquil, Ecuador	Terminale	Corto circuito	Un corto circuito sul serbatoio in fase di scarico GNL provocò l'ignizione dei vapori. Una serie di esplosioni distrusse 5 serbatoi di gas naturale e la banchina. Ci vollero 3 ore prima che i vigili del fuoco, con l'aiuto di una debole pioggia, riuscissero a contenere l'incendio.	> 50 feriti	Sì	I requisiti delle Direttive ATEX saranno utilizzati come guida. Il Fornitore dovrà ottenere, da parte di un ente certificatore riconosciuto, l'approvazione che l'installazione di tutte le apparecchiature elettriche e di strumentazione e le connessioni siano state eseguite secondo le normative vigenti ed in accordo alla classificazione delle aree pericolose.
9	1977	Arzew, Algeria	Terminale di esportazione	Rottura corpo valvola	Un lavoratore subì ustioni da freddo mortali quando venne investito da uno spray di GNL provocato dalla rottura catastrofica del corpo della valvola superiore (fase liquida) di un serbatoio interrato in fase di caricamento. A seguito di tale rottura furono rilasciati circa 1.500-2.000 mc di GNL, ma la nube risultante non trovò ignizione. La valvola che si ruppe era stata realizzata in alluminio pressofuso; oggi le valvole devono tutte essere realizzate in acciaio inossidabile per servizio criogenico GNL.	1 morto	No	Nell'impianto tutte le valvole saranno realizzate in acciaio inossidabile per uso criogenico.
10	1978	Das Island, Emirati Arabi	Terminale di esportazione	Rottura connessione di una tubazione fase liquida	Una connessione della tubazione di fondo di prelievo fase liquida da un serbatoio di stoccaggio si ruppe provocando la fuoriuscita di GNL nel contenimento. Il flusso fu intercettato mediante chiusura della valvola di fondo appositamente predisposta a tale scopo. La nube risultante dall'evaporazione del GNL rilasciato si disperse senza trovare ignizione.	No	No	Non applicabile. Non saranno presenti penetrazioni dal fondo.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
11	1979	Cove Point, Maryland USA	Terminale di importazione	Errore umano di costruzione / errore progettazione tenute	Il metano penetrò attraverso delle tenute (mal dimensionate e mal installate) montate sulle penetrazioni elettriche di una pompa GNL. Il metano percorse circa 60 m nelle canaline elettriche fino alla vicina sottostazione dove si accumulò e fu innescato da un semplice interruttore. L'esplosione risultante uccise un lavoratore e ne ferì seriamente un secondo.	1 morto 1 ferito	Sì	Il feed-through per le pompe sommerse GNL sarà appositamente progettato.
12	1983	Bontang, Indonesia	Terminale di esportazione	Errore umano	La colonna principale di liquefazione dell'impianto scoppiò a causa della sovrappressione generata da una flangia cieca non rimossa dalla linea di vent. Lo scoppio della colonna proiettò frammenti fino a 50 metri provocando la morte di 3 lavoratori. L'incendio risultante fu estinto in circa 30 minuti.	3 morti	No	Il Terminale sarà dotato di un package di ri-liquefazione per il BOG in eccesso, che verrà utilizzato solamente in condizioni di processo particolari. Gli impianti di liquefazione, come quello coinvolto nell'incidente, presentano caratteristiche impiantistiche e di processo molto differenti e molto più complesse rispetto all'impianto oggetto del presente documento. In ogni caso, saranno predisposte idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani.
13	1985	Pinson, Alabama, USA	GNL peak-shaving facility	Cedimento di saldature	Le saldature di "patch plate" di un piccolo serbatoio di alluminio cedettero durante la fase di riempimento dello stesso. La piastra fu proiettata su un edificio ospitante la sala controllo, gli impianti termici e gli uffici. I vetri si ruppero ed il metano che stava fuoriuscendo dal serbatoio entrò nell'edificio e trovò ignizione.	6 feriti	Sì	Pur riguardando un piccolo serbatoio in alluminio, non presente presso il Terminale FSRU, l'evento potrebbe riguardare, più in generale, la perdita da una saldatura (rottura random). Si evidenzia che i collegamenti saldati saranno limitati e saranno tutti appositamente testati.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
14	1987	Mercury, Nevada, USA	Sito sperimentale del Dipartimento dell'Energia	Ignizione accidentale da carica elettrostatica	Ignizione accidentale di una nube di GNL durante l'esecuzione di test su vasta scala di rilasci di GNL. Tali test erano sponsorizzati dal DoE e finalizzati allo studio dell'efficienza di barriere per la limitazione della dispersione del GNL evaporato. La durata del fuoco fu di 30 secondi e le fiamme raggiunsero un'altezza di 6 metri da terra	No	No	Incidente avvenuto in sito sperimentale e quindi di difficile correlazione con impianti industriali. Inoltre, tutto l'impianto è progettato e sarà esercito in accordo alle Direttive ATEX.
15	1988	Everett, Massachusetts, USA	Terminale di importazione	Perdite da guarnizione di una flangia	Circa 114 mc di GNL furono rilasciati a seguito dello scoppio dalla tenuta di una flangia durante un'interruzione di trasferimento di GNL. Lo sversamento fu contenuto in un'area limitata opportunamente predisposta per eventi del genere. Le condizioni atmosferiche stabili notturne limitarono la dispersione della nube a grandi distanze.	No	No	L'interruzione del trasferimento del GNL in fase di carico/scarico ship-to-ship sarà gestita da apposita procedura al fine di evitare repentini aumenti di pressione (colpi di ariete).
16	1989	Thurley, UK	GNL peak-shaving facility	Errore umano	Le valvole di drenaggio di un vaporizzatore furono aperte per lo svuotamento del gas naturale in fase di cooling down dell'unità. Una delle valvole però non fu richiusa e così all'avviamento delle pompe il GNL uscì dalla valvola aperta sotto forma di getto in pressione. Il flash-fire risultante coprì un'area di 40 x 25 m. Due lavoratori subirono ustioni sul viso e alle mani.	2 feriti	No	Gli scarichi ed i drenaggi saranno convogliati. Inoltre, in generale, tutte le operazioni di manutenzione, cooling down, etc. delle varie unità saranno gestite mediante idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani.
17	1992	Baltimore, Maryland, USA	GNL peak-shaving facility	Valvola di sicurezza bloccata aperta	Una valvola di sicurezza su una tubazione GNL posizionata vicino ad un serbatoio di stoccaggio rimase bloccata aperta. Furono rilasciati circa 114 mc in 10 ore e il GNL ricadde sul contenimento esterno del serbatoio ne provocò delle fratture. Il serbatoio fu messo fuori servizio e riparato. La nube che si generò non trovò ignizione e rimase comunque confinata all'interno della proprietà.	No	No	Per il Terminale, tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza installate sulle tubazioni GNL sono convogliati in torcia, ubicata in posizione sicura e distante dalle unità di stoccaggio. Una ricaduta di GNL sui serbatoi è pertanto escludibile. Si veda anche quanto detto in merito al precedente evento No. 3.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
18	1993	Bontang, Indonesia	Terminale di esportazione	Errore umano in manutenzione	Una perdita di GNL si verificò da un tratto di tubazione lasciato aperto a seguito di intervento di manutenzione per cambio tracciato tubazioni. Il GNL entrò nel sistema fognario in calcestruzzo, subì una rapida evaporazione e la sovrappressione provocò la rottura delle tubazioni. La nube non trovò ignizione.	No	Si	Nel Terminale, tutte le operazioni di manutenzione, cooling down, etc. saranno gestite mediante idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani. Inoltre, il sistema di tubazioni in banchina è dotato di sistema di raccolta e confinamento delle perdite di GNL dotato di rilevatori di freddo che attivano automaticamente i versatori di schiuma, per limitare il rateo di evaporazione, e chiudono la valvola di intercettazione dedicata, per impedire il passaggio di GNL all'interno della rete fognaria.
19	2004	Skikda, Algeria	Terminale di esportazione	Perdita	Una perdita dal sistema di raffreddamento a idrocarburi provocò una nube di vapore che fu aspirata in un boiler. Il repentino aumento di pressione nel corpo cilindrico fu superiore alla capacità di sfogo delle valvole di sicurezza e il corpo cilindrico scoppiò. La rottura era talmente vicina alla perdita di idrocarburi da costituire innesco per la nube. Ne risultò esplosione e fire-ball. Parte dell'impianto GNL venne distrutto e si ebbero 27 morti, ma nessuno fuori dai confini di impianto.	27 morti 5 feriti	Si	Non applicabile.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
20	2014	Plymouth, USA	Terminale	Proiezione di frammenti	Esplosione con frammentazione di un recipiente di processo in una sezione dell'impianto che trattava gas naturale in fase gassosa. Il recipiente si trovava in una zona prossima ai serbatoi di stoccaggio GNL. La proiezione di frammenti del recipiente ha danneggiato la parete esterna (in acciaio) del serbatoio di stoccaggio GNL (a singolo contenimento). A seguito di questo danneggiamento vi è stata una fuoriuscita di GNL che è rimasto contenuto nel bacino di raccolta dal quale si è disperso evaporando senza né incendiarsi né esplodere. Precauzionalmente, la fuoriuscita di GNL ha comunque consigliato l'evacuazione di una zona attorno all'impianto.	No	Sì	Fenomeni di esplosione di nubi di gas sono stati valutati nel RPdS; le analisi hanno escluso la possibilità di raggiungimento di sovrappressioni tali da provocare effetti domino. Nella progettazione sono state considerate idonee misure di protezione contro le sovrappressioni.
21	2017	Non noto	Terminale di stoccaggio e distribuzione	Condizioni meteo estreme	Venti molto forti (fino a 150 km/h) causarono un movimento incontrollato di una gru a cavalletto posizionata sopra il tetto di un serbatoio di stoccaggio da 160000 m ³ . La gru danneggiò il sistema di misura del livello (TGS – Tank Gauging System) e, quindi, cadde al di sopra di un rack, danneggiando i suoi elementi (la tubazione fu solamente deformata, senza rotture/perdite). Come conseguenza, si verificò un rilascio di gas. Il sistema di frenatura della gru non era stato progettato adeguatamente.	No	Sì	Per tutti gli interventi di manutenzione saranno utilizzati solamente mezzi e macchinari certificati e soggetti a tutti i controlli/verifiche e manutenzioni di legge.

Id	Anno	Luogo	Tipo di impianto	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla proprietà	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
22	2019	Non noto	Terminale di stoccaggio e distribuzione	Errore umano	Si verificò una perdita da un'unità recupero GNL presso una piattaforma di caricamento. Il giorno precedente una valvola di spurgo fu dimenticata aperta. Una volta alimentato il GNL, questo fuoriuscì dalla valvola lasciata erroneamente aperta, fino all'intervento del sistema di rilevamento gas che interruppe automaticamente l'operazione di trasferimento e avviò le altre azioni per la messa in sicurezza del sito.	No	No	Nel Terminale, tutte le operazioni di manutenzione, cooling down, etc. saranno gestite mediante idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani.

Tabella 2.2: Analisi storica degli incidenti GNL su navi metaniere

Id	Anno	Nave	Fase	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla nave	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
23	1965	Jules Verne 25.500 mc	Carico GNL da Arzew Algeria	Fulmine	Durante il caricamento di GNL un fulmine colpì il vent della nave e provocò l'innesco dei vapori. Il caricamento fu interrotto e la fiamma spenta mediante inertizzazione con azoto.	No	No	È stato condotto uno studio dedicato sul rischio fulminazioni, sulla base del quale saranno implementati dispositivi di protezione contro le sovratensioni con caratteristiche di protezione adeguate a proteggere il Terminale da eventi simili.
24	1965	Methane Princess 27.400 mc	Fine carico GNL	Errore umano	I bracci di carico furono disconnessi prima del completo drenaggio delle tubazioni liquido. Il GNL fuoriuscì da una valvola chiusa difettosa per tenuta e provocò fratture sul ponte della nave.	No	Fratture sul ponte	Nel Terminale tutte le operazioni di carico/scarico GNL saranno gestite mediante idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani.
25	1965	Jules Verne 25.500 mc	Carico GNL	Errore strumentazione	Sovrariempimento di un serbatoio che provocò fratture sul guscio esterno e in adiacenza dello stesso sul ponte della nave.	No	Fratture su guscio esterno serbatoio e ponte nave	I serbatoi di stoccaggio saranno dotati di strumentazione ridondata per il monitoraggio del livello e l'attivazione delle logiche di sicurezza in caso di livello troppo elevato.
26	1969	Polar Alaska 71.500 mc	Navigazione	Evento esterno	Una violenta oscillazione del GNL nel serbatoio N.1 provocò la rottura di un portacavi (elettrici) che a sua volta provocò diverse perforazioni nella barriera primaria del serbatoio. Il GNL fu rilasciato nell'intercapedine interna del serbatoio. Nessun rilascio all'esterno e nessuna ignizione.	No	No	Non applicabile. Inoltre, dal 1969 ad oggi, la tecnologia costruttiva delle navi è stata fortemente migliorata e la resistenza strutturale dei serbatoi incrementata.
27	1970	Artic Tokyo 71.500 mc	Navigazione	Evento esterno	Una violenta oscillazione del GNL nel serbatoio N. 1, a causa del maltempo, provocò la deformazione della barriera primaria e rilascio del GNL nell'intercapedine interna. Nessun rilascio all'esterno e nessuna ignizione.	No	No	Non applicabile. Si veda anche quanto detto in merito al precedente evento No. 26.

Id	Anno	Nave	Fase	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla nave	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
28	1971	Descartes 50.000 mc	Navigazione	Difetto meccanico	Un cedimento minore nell'interconnessione tra la barriera primaria ed il duomo del serbatoio provocò un rilascio di GNL nell'intercapedine. Nessun rilascio all'esterno e nessuna ignizione.	No	No	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 26.
29	1974	Barge Massachusetts 5.000 mc	Carico GNL	Colpo di ariete	A seguito di un calo di potenza e alla chiusura automatica delle valvole principali della linea di caricamento del liquido, si verificò un colpo di ariete che provocò la fuoriuscita del GNL da una valvola azoto da 1".	No	Fratture sul ponte	I tempi di chiusura delle valvole saranno tali da evitare repentini aumenti di pressione (colpi di ariete).
30	1974	Euclides 5.000 mc	Navigazione	Collisione	Un contatto con un'altra nave provocò danni minori alla metaniera. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni minori	Lo studio dell'evento di collisione del Terminale con altra nave all'interno dell'area portuale non ha evidenziato criticità. Lo scafo della nave sarà progettato in modo tale da resistere ad eventuali urti. È comunque importante osservare che eventi del genere non sono mai connessi a rilasci di GNL.
31	1974	Euclides 5.000 mc	Navigazione	Incagliamento	Un incagliamento a Le Havre, Francia, provocò danni alla carena della nave e all'elica di propulsione. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni alla carena della nave ed all'elica di propulsione	Non applicabile. La profondità del fondale all'interno dell'area portuale è adeguata a fronte del pescaggio massimo di navi gasiere in arrivo per le operazioni di carico e scarico presso il Terminale.
32	1974	Methane Progress 27.400 mc	Navigazione	Incagliamento	Un incagliamento a Arzew, Algeria, provocò danni al timone. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni al timone	Non applicabile. Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 31.

Id	Anno	Nave	Fase	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla nave	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
33	1977	LNG Aquarius 125.000 mc	Carico GNL	Errore strumentazione	Sovrariempimento causa malfunzionamento sistema di controllo del livello con fuoriuscita di GNL dalla candela.	No	No	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 25. Inoltre, il GNL in eccesso sarà inviato verso il K.O. Drum di torcia, dotato di logica di sicurezza che, per altissimo livello, attiva del blocco di emergenza dell'intero impianto.
34	1978	Khannur 124.890 mc	Navigazione	Collisione	Collisione con nave mercantile a Hong Hwa, Singapore. Nessun rilascio di GNL	No	Danni minori	Si veda quanto detto in merito ai precedenti eventi No. 26 e 30.
35	1979	Mostefa Ben Boulaid 125.000 mc	Scarico GNL	Fallimento valvola di non ritorno	Durante lo scarico di GNL a Cove Point, Maryland (USA), si verificò il fallimento di una valvola di non ritorno con rilascio di piccole quantità di GNL. L'attivazione del sistema ESD evitò l'aggravarsi dell'incidente. Si ebbero fratture sul ponte della nave.	No	Fratture sul ponte	Anche nell'impianto oggetto del presente studio, tutte le operazioni di carico/scarico GNL saranno presidiate e gestite in emergenza con ESD (Emergency Shut Down) che provvederà all'intercettazione immediata del flusso.
36	1979	Hoegh Galleon	Scarico GNL	Perdita da valvola	Una perdita di GNL da una valvola provocò fratture sul contenimento esterno del serbatoio.	No	Fratture sul contenimento esterno del serbatoio di stoccaggio	Non applicabile. Serbatoi progettati con materiale idoneo per temperature criogeniche
37	1979	Pollenger 87.600 mc	Scarico GNL	Perdita da valvola	Una perdita di GNL da una valvola provocò fratture sul contenimento esterno del serbatoio No. 1 per una superficie di 2 m ² .	No	Fratture sul contenimento esterno del serbatoio di stoccaggio	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 36.
38	1979	El Paso Paul Kayser 125.000 mc	Navigazione	Incagliamento	La nave si incagliò in manovra per evitare un'altra nave nello stretto di Gibilterra. Si riportarono gravi danni alla carena della nave. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni alla carena della nave	Non applicabile. Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 31.

Id	Anno	Nave	Fase	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla nave	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
39	1980	LNG Taurus 125.000 mc	Navigazione	Incagliamento	La nave si incagliò. Si riportarono gravi danni alla carena della nave. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni alla carena della nave	Non applicabile. Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 31.
40	1980	El Paso Consolidated 125.000 mc	--	Perdita da flangia	--	No	Fratture sul ponte	Nell'analisi di rischio del Terminale sono stati trattati gli eventi incidentali dovuti a cause random (tra cui anche quelle connesse a perdite dalle flange), estendendo l'analisi a tutte le sezioni intercettabili dell'impianto.
41	1983	Norman Lady 87.600 mc	Scarico GNL	Movimento nave	Durante la fase di raffreddamento dei bracci di carico, prima dello scarico del GNL a Sodegaura (Giappone), la nave subì un repentino movimento a poppa. Tutti i bracci di carico si ruppero e si ebbe rilascio di GNL. Nessuna ignizione.	No	No	Le manichette di carico/scarico ship-to-ship saranno dotate di sistema di controllo computerizzato separato con collegamento all'ESD per la funzione di sgancio rapido. I bracci di carico/scarico FSRU-banchina saranno dotati di sistema PERC (Poewred mergency Release Coupling), in modo tale che, in caso di movimento importante della nave, i bracci si distacchino proteggendo l'impianto a monte (FSRU) e a valle (banchina). Inoltre, in caso di eventi climatici estremi, il Terminale sarà messo in condizioni di sicurezza (nessun trasferimento di GNL).
42	1985	Isabella 35.500 mc	Carico GNL	Fallimento di una valvola	Sovrariempimento di un serbatoio e fratture sul ponte della nave a causa del fallimento di una valvola sulla linea GNL.	No	Fratture sul ponte	Il trasferimento di GNL avverrà tramite pompe che, al raggiungimento del livello, verranno spente e solo successivamente si procederà con la chiusura delle valvole di carico/scarico. Quindi, anche in caso di fallimento in chiusura delle valvole non si avrebbe apporto di ulteriore GNL.

Id	Anno	Nave	Fase	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni alla nave	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
43	1989	Tellier 40.000 mc	Scarico GNL	Movimento nave	Durante le operazioni di trasferimento del GNL a Skikda (Algeria), il vento mosse la nave dalla banchina. I bracci di carico si ruppero e le tubazioni a bordo nave subirono gravi deformazioni. Si ebbe rilascio di GNL dai bracci di carico. Le operazioni furono interrotte. Nessuna ignizione.	Alcuni feriti	Le tubazioni a bordo nave subirono gravi deformazioni	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 41.
44	1997	Northwest Swift 125.000 mc	Navigazione	Collisione	La nave collise con un peschereccio a 400 km dal Giappone. Qualche danno allo scafo. Nessun rilascio di GNL.	No	Danni allo scafo	Non applicabile. Si veda anche quanto detto in merito ai precedenti eventi No. 26 e 30.
45	2002	Norma Lady 87.000 mc	Navigazione	Collisione	Collisione della nave con il periscopio del sottomarino nucleare U.S.S. Oklahoma City. La nave, al momento senza carico, riportò ingresso di acqua dallo scafo.	No	Danni allo scafo	Non applicabile.
46	2006	Golar Freeze	Scarico GNL	Movimento nave	La nave, a causa di un'onda provocata da un'altra nave di passaggio, fu spinta a circa 4.5 metri dal molo. Il distacco di emergenza dei bracci di carico prevenne ogni rilascio di GNL.	No	No	Lo studio del traffico portuale ha evidenziato velocità limitate per tutte le navi in transito nell'area portuale. Si veda anche quanto detto in merito ai precedenti eventi No. 26, 30 e 41.
47	2010	Bluesky 145.000 mc	Scarico GNL	Errore umano	Durante le operazioni di scarico GNL, una valvola fu by-passata ed il liquido entrò nelle tubazioni di carico gas. I danni furono molto estesi lato nave, ma nessun danno a terra. Non si registrò alcun rilascio di GNL.	No	Danni tubazioni lato nave	Nell'impianto oggetto del presente studio, tutte le operazioni carico e scarico GNL sono gestite mediante idonee procedure appositamente predisposte per la limitazione di eventuali errori umani.

Tabella 2.3: Analisi critica incidenti GNL su strada

Id	Anno	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni ad altre strutture	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
48	1971	Scoppio pneumatico	A seguito dello scoppio di uno pneumatico, il mezzo finì contro delle rocce a bordo strada e si verificò un foro nella tanica. Il 20% del GNL trasportato spillò, il resto fu trasferito. Non ci fu innesco.	No	No	La velocità dei veicoli all'interno dell'impianto e nella zona delle baie di carico sarà limitata.
49	1971	Errore umano	A causa della fatica dell'autista, il mezzo finì fuoristrada, si ribaltò e si ruppero alcune connessioni. La piccola perdita di GNL non trovò ignizione.	No	No	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 48.
50	1971	Collisione	La collisione frontale con un camion provocò l'incendio del carburante e degli pneumatici. Nessun rilascio di GNL.	No	No	La velocità dei veicoli all'interno dell'impianto e nella zona delle baie di carico sarà limitata. Il traffico all'interno dello Stabilimento sarà limitato alle autocisterne in ricarica e ai mezzi del personale per i quali saranno predisposti idonei percorsi atti a limitare le interferenze tra i mezzi in ingresso e uscita.
51	1974	Difetto meccanico	La rottura dei freni provocò l'incendio degli pneumatici. La valvola di non ritorno si ruppe e si ebbe un rilascio del 5% del contenuto di GNL. No ignizione.	No	No	La velocità dei veicoli all'interno dell'impianto e nella zona delle baie di carico sarà limitata, tale da escludere il surriscaldamento dell'impianto frenante.
52	1974	Perdita da valvola	Una valvola non bene collegata provocò perdite di GNL in fase di trasferimento del carico. Nessun innesco	No	No	I bracci di carico per il rifornimento delle autocisterne saranno conformi con le autocisterne circolanti in Europa e permetteranno l'esecuzione delle procedure di connessione e disconnessione con facilità e garantendone la tenuta. Inoltre, le postazioni di carico delle autocisterne saranno coperte da sistema di rilevazione gas che attiva automaticamente ESD locale (intercettazione del trasferimento di GNL).
53	1977	Errore umano	Ribaltamento del mezzo con piccola perdita del carico. Nessuna perdita del vuoto, nessun innesco.	Autista ferito	No	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 48.
54	1978 - 1994	Errori umani	Incidenti stradali senza alcuna conseguenza in termini di rilascio di GNL.	--	--	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 50.

Id	Anno	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni ad altre strutture	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
55	1998	Errore umano	Un'autocisterna che trasportava GNL e che viaggiava ad alta velocità, fu colpita di fianco da una macchina, fu deviata contro il guardrail e subì l'apertura del serbatoio carburante. Il diesel fuoriuscito trovò innesco immediato intrappolando l'autista nella cabina dove morì. L'incendio avvolse tutta l'autocisterna finché non fu estinto. Non si registrò nessuna perdita di prodotto, che successivamente venne trasferito su altro mezzo.	1 morto (autista)	No	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 50.
56	2002	Errore umano	Un'autocisterna che trasportava GNL uscì fuori strada a Tivissa (Catalogna, Spagna) rovesciandosi e prendendo immediatamente fuoco. L'incendio si estese rapidamente, alimentato molto probabilmente sia dal combustibile diesel che da metano e, dopo 20 minuti, il serbatoio esplose provocando una fireball. L'autista morì e due persone subirono danni da irraggiamento a 200 m di distanza. I danni da pressione furono evidenti e parti dell'autotreno furono trovati a 260 m dalla zona dell'incidente. È importante osservare che l'autocisterna impiegata non aveva doppio contenimento, ma serbatoio singolo con isolamento di poliuretano, progressivamente perso a causa del suo coinvolgimento nell'incendio.	1 morto (autista) 2 feriti	Si	Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 48.
57	2005	Perdita da valvola	L'autista di un'autocisterna, mentre era fermo a uno stop, notò che il GNL stava fuoriuscendo da una valvola. Immediatamente avvisò i Vigili del fuoco e subito dopo il loro arrivo i vapori di GNL trovarono ignizione. Fu deciso di chiudere la strada e di evacuare l'area. Quando l'incendio si estinse, l'evacuazione fu cancellata. Non si registrò alcuna perdita di vuoto nel sistema di stoccaggio a doppio contenimento.	No	No	Saranno predisposte idonee procedure al fine di effettuare i necessari controlli dei mezzi in ingresso.

Id	Anno	Cause	Descrizione	Morti / Feriti	Danni ad altre strutture	Misure di prevenzione e protezione applicate nel nuovo Terminale FSRU di Portovesme
58	2011	Errore umano	Un'autocisterna che trasportava GNL subì una collisione con un autocarro fermo sulla corsia. A seguito della collisione si sviluppò immediatamente un incendio che coinvolse le gomme ed il materiale plastico e da subito ingolfò l'intero serbatoio. Il serbatoio era in acciaio criogenico isolato in poliuretano ricoperto da un sottile strato di alluminio. Una delle tubazioni uscenti dal serbatoio si ruppe permettendo al metano di alimentare l'incendio, dopo 71 minuti dall'inizio dell'incidente si ebbe il collasso del serbatoio con la generazione di un'esplosione e di una fireball avente un'altezza di 124m ed un raggio approssimativo di 82m. La sovrappressione generata provocò la rottura di alcune finestre ed i detriti vennero scagliati fino a distanze pari a 200m. L'unico morto fu l'autista dell'autocisterna.	1 (Autista)	Sì	<p>Si veda quanto detto in merito al precedente evento No. 48.</p> <p>Inoltre, le baie di carico saranno accessibili solamente alle autocisterne che devono caricare il GNL e non potranno quindi essere presenti altri mezzi che potrebbero causare una collisione.</p>

REFERENZE

- [1] Center for Energy Economics, CEE, 2012, “LNG Safety and Security”, Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas, Austing.
- [2] Pitblado, 2004, “Consequences of LNG Marine Incidents”, CCPS Conference, June 2004.
- [3] Sandia, 2004, Hightower at al., “Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a large LNG Spill over Water”, Sandia National Laboratories Report SAND2004-6258, Dicembre 2004.
- [4] Explosion of a road tanker containing liquefied natural gas; Eulalia Planas-Cuchi, Nu’ria Gasull, Albert Ventosa, Joaquim Casal, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 17 (2004) 315–321