

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 2	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**EMERGENZA GAS**  
**INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)**  
**FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI**

**Rapporto Preliminare di Sicurezza**  
**per la fase di Nulla Osta di Fattibilità (NOF)**  
**ai sensi del D.Lgs. 105/15**

In rosso sono riportate le modifiche rispetto alla precedente revisione

**L'estensore del Rapporto di Sicurezza**  
 Ing. Giovanni Romano



1	Emissione per permessi	V. Romano	A. Romano	G. Romano	24/09/2022
0	Emissione per permessi	A. Visigoti	A. Romano	G. Romano	06/07/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 2 di 3	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## INDICE

<b>0.</b>	<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>9</b>
<b>1.</b>	<b>PREMESSA INTRODUTTIVA E SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI DALLO STUDIO DI ANALISI DEI RISCHI</b>	<b>11</b>
<b>A.</b>	<b>DATI IDENTIFICATIVI E UBICAZIONE DELLO STABILIMENTO</b>	<b>28</b>
A.1	DATI GENERALI	28
A.1.1	Nominativo, codice fiscale e indirizzo (sede legale) del Gestore	28
A.1.2	Denominazione e ubicazione dello Stabilimento	28
A.1.3	Responsabile della progettazione	29
A.1.4	Responsabile della stesura del Rapporto di Sicurezza	29
A.2	LOCALIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO	30
A.2.1	Corografia della zona	30
A.2.2	Posizione dello stabilimento	30
A.2.3	Piante e sezioni dell'impianto	31
<b>B.</b>	<b>INFORMAZIONI RELATIVE ALLO STABILIMENTO</b>	<b>33</b>
B.1	POLITICA DI PREVENZIONE DEGLI INCIDENTI RILEVANTI	33
B.2	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	33
B.3	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E TECNOLOGIA DI BASE	33
B.3.1	Descrizione delle attività	33
B.3.2	Tecnologia di base	38
B.3.3	Schema a blocchi e schema di processo	53
B.3.4	Capacità produttiva	53
B.3.5	Informazioni relative alle sostanze pericolose	54
<b>C.</b>	<b>SICUREZZA DELLO STABILIMENTO</b>	<b>61</b>
C.1	ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA INCIDENTALE	61
C.1.1	Problemi noti di salute e sicurezza dell'impianto	61
C.1.2	Esperienza storica relativa a incidenti	66
C.2	REAZIONI INCONTROLLATE	83

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 3 di 4	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

C.2.1	Reazioni fortemente esotermiche e/o difficili da controllare	83
C.3	EVENTI METEOROLOGICI, GEOFISICI, METEOMARINI, CERAUNICI E DISSESTI IDROGEOLOGICI	83
C.3.1	Condizioni meteorologiche prevalenti	83
C.3.2	Cronologia degli eventi geofisici, meteo marini, ceraunici e dei dissesti idrogeologici	84
C.4	ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI	102
C.4.0	Individuazione delle Unità Critiche dello Stabilimento	102
C.4.1	Individuazione delle ipotesi incidentali e delle relative frequenze	109
C.4.2	Stima delle conseguenze degli scenari incidentali	142
C.4.3	Mappe di danno	155
C.4.4	Scenari con potenziali effetti sull'ambiente	155
C.4.5	Comportamento dell'Impianto in caso di indisponibilità delle reti di servizio	156
C.5	SINTESI DEGLI EVENTI INCIDENTALI E INFORMAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO	157
C.5.1	Sintesi degli eventi incidentali	157
C.5.2	Elementi utili per la pianificazione del territorio	158
C.6	DESCRIZIONE DELLE PRECAUZIONI ASSUNTE PER PREVENIRE O MITIGARE GLI INCIDENTI	169
C.6.1	Descrizione delle precauzioni assunte per prevenire o mitigare gli incidenti	169
C.6.2	Accorgimenti previsti per prevenire i rischi dovuti ad errore umano in aree critiche	170
C.6.3	Sicurezza degli impianti nelle diverse condizioni di esercizio	170
C.7	CRITERI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI	171
C.7.1	Precauzioni e coefficienti di sicurezza adottati nella progettazione delle strutture	171
C.7.2	Norme e criteri di progettazione degli impianti elettrici, dei sistemi di strumentazione di controllo, degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche	173
C.7.3	Norme e criteri di progettazione dei recipienti e apparecchiature di processo, dei serbatoi e delle	

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 4 di 5	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

	tubazioni, dei dispositivi di scarico della pressione e dei sistemi di convogliamento ed eventuale abbattimento	181
C.7.4	Torce e scarichi d'emergenza all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili	182
C.7.5	Modalità e periodicità di controllo del funzionamento delle valvole di sicurezza, dei sistemi di blocco e di tutti i componenti critici per la sicurezza	188
C.7.6	Criteri di protezione dei contenitori di sostanze pericolose nei confronti della corrosione esterna	188
C.7.7	Ubicazione delle zone in cui sono immagazzinate sostanze corrosive	188
C.7.8	Rivestimenti interni, sovrasspessori di corrosione e ispezioni.	188
C.7.9	Procedure di controllo delle apparecchiature critiche	188
C.7.10	Sistemi di blocco di sicurezza	189
C.7.11	Luoghi con pericolo di formazione e persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e/o tossiche e misure adottate	199
C.7.12	Precauzioni a fronte del danneggiamento di serbatoi, condotte e apparecchiature contenenti sostanze tossiche o infiammabili per impatti meccanici o urti con mezzi mobili	199
C.8	<b>SISTEMI DI RILEVAMENTO</b>	200
C.8.1	Descrizione e posizione dei rilevatori	200
<b>D.</b>	<b>SITUAZIONI CRITICHE, CONDIZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI APPRESTAMENTI</b>	<b>202</b>
D.1	<b>SOSTANZE EMESSE</b>	202
D.1.1	Sostanze emesse in condizioni anomale di funzionamento e in caso di incidente e quasi incidente	202
D.2	<b>EFFETTI INDOTTI DA INCIDENTI SU IMPIANTI RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE</b>	203
D.2.1	Criteri adottati per l'individuazione degli Effetti Domino	203
D.2.2	Effetti degli incidenti indotti	204
D.2.3	Misure previste per evitare, in caso di incendio e/o esplosione, il danneggiamento di strutture,	

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 5 di 6	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

	serbatoi, apparecchiature e condotte contenenti sostanze infiammabili e/o tossiche.	205
D.3	<b>SISTEMI DI CONTENIMENTO</b>	206
D.3.1	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di sostanze infiammabili	206
D.3.2	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di liquidi tossici o pericolosi per l'ambiente	206
D.3.3	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di gas o vapori tossici	206
D.4	<b>CONTROLLO OPERATIVO</b>	207
D.4.1	Criteri di predisposizione delle procedure e istruzioni per il controllo operativo	207
D.4.2	Struttura e indice dei manuali operativi	207
D.5	<b>SEGNALETICA DI EMERGENZA</b>	207
D.6	<b>FONTI DI RISCHIO MOBILI</b>	208
D.6.1	Descrizione delle fonti di rischio mobili	208
D.6.2	Precauzioni adottate per prevenire il rischio associato alle fonti di rischio mobile	208
D.7	<b>RESTRIZIONI PER L'ACCESSO AGLI IMPIANTI E PER LA PREVENZIONE DI ATTI DELIBERATI</b>	208
D.7.1	Dispositivi, attrezzature, sistemi e/o procedure	208
D.8	<b>MISURE CONTRO L'INCENDIO</b>	209
D.8.1	Impianti, attrezzature e organizzazione per la prevenzione e l'estinzione degli incendi	209
D.8.2	Sistema di drenaggio	211
D.8.3	Fonti di approvvigionamento dell'acqua antincendio	211
D.8.4	Autorizzazioni concernenti la prevenzione incendi	211
D.9	<b>SITUAZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI PIANI</b>	212
D.9.1	Dislocazione di sale controllo, uffici, laboratori e apparecchiature principali	212
D.9.2	Mezzi di comunicazione all'interno dello stabilimento e con l'esterno	213
D.9.3	Ubicazione dei servizi di emergenza e dei presidi sanitari previsti	213
D.9.4	Programma di Addestramento Personale	213
D.9.5	Piano di Emergenza Interna e informazioni per il Piano di Emergenza Esterna	213

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 6 di 7	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

D.9.6	Responsabili attuazione dei piani di emergenza	214
<b>E.</b>	<b>IMPIANTI DI TRATTAMENTO REFLUI E STOCCAGGIO RIFIUTI</b>	<b>215</b>
E.1	TRATTAMENTO E DEPURAZIONE REFLUI	215
E.1.1	Impianti di trattamento e depurazione dei reflui	215
E.1.2	Planimetria della rete fognaria	216
E.2	GESTIONE DEI RIFIUTI PERICOLOSI	217
E.2.1	Adempimenti per la gestione dei rifiuti	217
<b>F.</b>	<b>MISURE ASSICURATIVE E DI GARANZIA PER I RISCHI DI DANNO A PERSONE, COSE, ALL'AMBIENTE</b>	<b>218</b>
F.1	CERTIFICAZIONI	218
F.1.1	Copia delle certificazioni e autorizzazioni	218
F.2	MISURE ASSICURATIVE	218
F.2.1	Copia della documentazione relativa alle polizze assicurative e di garanzia per i rischi di danni a persone, a cose e all'ambiente	218

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 7 di 8	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## INDICE DEGLI ALLEGATI

DOCUMENTO N.	CODIFICA RPDS	DESCRIZIONE
DIS-MEC-D-13000	ALLEGATO A.1.2	Planimetria Dei Confini Dello Stabilimento
MI-MEC-E-13000	ALLEGATO A.1.4	Curriculum Vitae Del Responsabile Della Stesura Del Rapporto Preliminare Di Sicurezza
DIS-MEC-B-13001	ALLEGATO A.2.1	Corografia Della Zona
DIS-MEC-B-13002	ALLEGATO A.2.2	Posizione Del Terminale Su Mappa
DIS-MEC-B-17000	ALLEGATO A.2.3-A	Planimetria generale e sezioni Piattaforma di ormeggio Petra ALTERNATIVA A
SCH-MEC-E-13000	ALLEGATO B.3.2	Sistema Di Stoccaggio E Trasferimento Carburanti Liquidi Su FSRU
DIS-MEC-D-01000 000-GD-A-08001	ALLEGATO B.3.3-A	Schema A Blocchi Diagramma di flusso processo
000-GD-A-08002	ALLEGATO B.3.3-B	P&I
000-GA-E-08003	ALLEGATO B.3.3-C	Bilanci Di Materia E Energia
MI-MEC-E-13001	ALLEGATO C.3.1-A	Dati Meteorologici 2017-2021
DIS-MEC-E-13003	ALLEGATO C.3.1-B	Classificazione Sismica
DIS-MEC-E-13004	ALLEGATO C.3.2	Mappe Rischio Idrogeologico
MI-MEC-E-13002	ALLEGATO C.3.2	Dati Fulminazione
MI-MEC-E-13003	ALLEGATO C.4.1-A	Analisi Preliminare Per L'Individuazione Delle Aree Critiche (Metodo A Indici)
DIS-MEC-D-13005	ALLEGATO C.4.1-B	Alberi Di Guasto
DIS-MEC-D-13006	ALLEGATO C.4.1-C	Alberi Degli Eventi
MI-MEC-E-13004	ALLEGATO C.4.2	Elaborati Di Calcolo
DIS-MEC-D-13007	ALLEGATO C.4.3-A	Rappresentazione Cartografica Delle Conseguenze Degli Scenari Incidentali ALTERNATIVA A
DIS-COR-B-09004	ALLEGATO C.4.4	Corografia con vincoli ambientali (Aree Naturali Protette, Rete Natura 2000, Aree Ramsar E Iba)
MI-MEC-E-13005	ALLEGATO C.5.2-A	Tabella conseguenze eventi remoti per la pianificazione territoriale
DIS-MEC-E-13017	ALLEGATO C.5.2-B	Mappa conseguenze eventi remoti per la pianificazione territoriale ALTERNATIVA A
DIS-MEC-D-13018	ALLEGATO C.5.2-D	Mappa Elementi Utili Per La Pianificazione Del Territorio ALTERNATIVA A
MI-MEC-E-13006	ALLEGATO C.7.10	Matrice Causa-Effetti E Dettagli Sistema Di Controllo FSRU
DIS-MEC-A-13013	ALLEGATO C.7.11-A	Planimetria Classificazione Aree A Rischio Di Esplosione Piattaforma di ormeggio Petra ALTERNATIVA A
DIS-MEC-D-13015	ALLEGATO C.7.11-C	Planimetria Classificazione Aree A Rischio Di Esplosione FSRU

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 8 di 9	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

DOCUMENTO N.	CODIFICA RPDS	DESCRIZIONE
000-ZB-A-17046	ALLEGATO C.8.1-A	Layout sistemi di rilevazione gas - Piattaforma di ormeggio Petra ALTERNATIVA A
000-SA-E-58006	ALLEGATO C.8.1-B	Matrice Causa-Effetti F&G Piattaforma
DIS-MEC-B-13016	ALLEGATO C.8.1-C	Planimetrie Del Sistema Di Rivelazione Gas E Incendi FSRU
REL-MEC-E-13002	ALLEGATO D.2.2	Analisi Degli Incidenti Indotti
MI-MEC-E-13007	ALLEGATO D.4.2	Indice Manuale Operativo FSRU Per Le Operazioni Cargo
000-ZB-A-17048	ALLEGATO D.8.1-A	Planimetria Antincendio Piattaforma di ormeggio Petra ALTERNATIVA A
DIS-MEC-B-13019	ALLEGATO D.8.1-C	Planimetrie Antincendio FSRU
DIS-MEC-E-13022	ALLEGATO D.8.2	Planimetria Drenaggio Acque FSRU
000-ZB-E-17056	ALLEGATO D.9.3-A	Planimetria Vie Di Fuga Piattaforma di ormeggio Petra ALTERNATIVA A
DIS-MEC-D-13025	ALLEGATO D.9.3-C	Planimetria Dei Presidi Di Emergenza, Delle Vie Di Fuga E Dei Punti Di Raccolta FSRU
MI-MEC-E-13008	ALLEGATO I.2	Schede Di Sicurezza
MI-MEC-E-13009	ALLEGATO I.4	Tabella Riepilogativa Delle Sostanze E Delle Relative Quantità Massime Previste
MI-MEC-E-13010	ALLEGATO I.5	Tabella Riepilogativa Delle Risultanze Delle Analisi Degli Eventi Incidentali
DIS-MEC-D-13026	ALLEGATO I.9	Elenco e Planimetria Delle Attività Soggette Al Controllo Del CNVVF Ai Sensi Del DPR 151/2011 e s.m.i
REL-MEC-E-13001	ALLEGATO I.11	Documentazione Di Cui All'Allegato I DM 7/08/2012 - Relazione VVF



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 9 di 10	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## 0. ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>ARP</b>	Average Return Period
<b>BDV</b>	Blow Down Valve
<b>BOG</b>	Boil-Off Gas
<b>CAT-INGV</b>	Centro Allerta Tsunami dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
<b>CCTV</b>	Closed Circuit TeleVision
<b>CEI</b>	Comitato Elettrotecnico Italiano
<b>CNVVF</b>	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
<b>CTR</b>	Comitato Tecnico Regionale
<b>D.Lgs.</b>	Decreto Legislativo
<b>D.M.</b>	Decreto Ministeriale
<b>D.P.C.M.</b>	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri
<b>D.P.R.</b>	Decreto del Presidente della Repubblica
<b>DCS</b>	Distributed Control System
<b>DWT</b>	Deadweight Tonnage (Tonnellaggio di Portata Lorda)
<b>ERS</b>	Emergency Release System
<b>ESD</b>	Emergency Shut Down
<b>F&amp;G</b>	Fire and Gas
<b>FSRU</b>	Floating Storage Regasification Unit
<b>GN</b>	Gas Naturale
<b>GNL / LNG</b>	Gas Naturale Liquefatto / Liquefied Natural Gas
<b>GPL</b>	Gas di Petrolio Liquefatto
<b>HIPPS</b>	High Integrity Pressure Protection System
<b>HMI</b>	Human-Machine Interface (Interfaccia Uomo-Macchina)
<b>HP</b>	High Pressure (Alta Pressione)
<b>IDLH</b>	Immediately Dangerous to Life and Health
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>LFL</b>	Lower Flammable Limit (Limite Inferiore di Infiammabilità)
<b>LP</b>	Low Pressure (Bassa Pressione)
<b>LSD</b>	Local Shut Down
<b>MIH</b>	Maximum Inundation Height
<b>MITE</b>	Ministero della Transizione Ecologica
<b>NAVI METANIERE</b>	Navi metaniere che trasportano/prelevano GNL al/dal Terminale
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association
<b>NIOSH</b>	National Institute for Occupational Safety and Health
<b>NOF</b>	Nulla Osta di Fattibilità
<b>NTC</b>	Norme Tecniche per le Costruzioni
<b>OPERE CONNESSE</b>	Metanodotto di collegamento tra TERMINALE e Rete Nazionale Gasdotti
<b>PAI</b>	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico
<b>PCS</b>	Potere Calorifico Superiore
<b>PCV</b>	Pressure Control Valve (Valvola di Regolazione della Pressione)
<b>PERC</b>	Powered Emergency Release Coupling
<b>PFD</b>	Process Flow Diagram (Schema di Processo)
<b>PIL</b>	Punto di Intercetto Linea
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 10 di 11	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

<b>POI</b>	Point Of Interest
<b>PROGETTO</b>	Realizzazione del Terminale di Ravenna
<b>PROPONENTE</b>	Snam FSRU Italia
<b>PSD</b>	Process Shut Down
<b>PSV</b>	Pressure Safety Valve
<b>PTHA</b>	Probabilistic Tsunami Hazard Assessment
<b>RMN</b>	Rete Mareografica Nazionale
<b>RPT</b>	Rapid Phase Transition
<b>s.l.m.</b>	Sul Livello Medio
<b>SDV</b>	Shut Down Valve
<b>SHIP-TO-SHIP</b>	Configurazione di ormeggio delle NAVI METANIERE sul fianco della FSRU, per permettere le operazioni di scarico/carico di GNL.
<b>STS</b>	
<b>SiAM</b>	Sistema di Allertamento nazionale per i Maremoti
<b>SIL</b>	Safety Integrity Level
<b>SITO</b>	Ravenna, provincia di Ravenna.
<b>TERMINALE</b>	La FSRU, opere su piattaforma Petra ed impianto indice di Wobbe
<b>TLV-TWA</b>	Threshold Limit Value - Time Weighted Average
<b>TSO</b>	Transport System Operator (Gestore del Sistema di Trasporto Gas)
<b>UNI</b>	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
<b>UPS</b>	Uninterruptible Power Supply
<b>UVCE</b>	Unconfined Vapour Cloud Explosion
<b>VVF</b>	Vigili del Fuoco

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 12	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## 1. PREMESSA INTRODUTTIVA E SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI DALLO STUDIO DI ANALISI DEI RISCHI

### Premessa generale

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), **ha presentato in data 8 luglio 2022** l'istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) da ormeggiarsi in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (c.d. Progetto FSRU Ravenna) e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

Il progetto di Snam FSRU Italia ricomprende le opere necessarie alla connessione con la Rete Nazionale Gasdotti e che saranno realizzate dalla Società Snam Rete Gas. Tali opere sono considerate, ai fini della presente istanza, opere connesse e funzionali all'esercizio della FSRU.

L'FSRU sarà in grado di stoccare fino a 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL), rigassificarlo e trasferirlo in una nuova condotta che lo convoglierà nel punto di connessione alla Rete Gasdotti posto a circa 42 km dal punto di ormeggio presso la piattaforma esistente offshore Petra.

L'FSRU sarà rifornita ad intervalli regolari (5/7 giorni) da metaniere di taglia variabile e sarà anche in grado di fornire a sua volta metaniere di piccola/media taglia (metaniere Small Scale LNG).

L'FSRU assicurerà un flusso annuo di almeno 5 miliardi di standard metri cubi di gas naturale equivalente a circa un sesto della quantità di gas naturale oggi importata dalla Russia.

La qualità del gas liquido gestito dalla FSRU dipenderà dalle fonti di approvvigionamento internazionali, pertanto il gas vaporizzato andrà analizzato ed eventualmente corretto per portarlo alle condizioni di trasporto richieste dalla Rete Nazionale. Le apparecchiature ed i sistemi dedicati a tale gestione (correzione indice di Wobbe) sono stati previsti in un impianto dedicato posto in prossimità dell'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 12 di 13	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Le ulteriori ottimizzazioni progettuali intervenute a valle della presentazione dell'Istanza autorizzativa al Commissario straordinario di Governo avvenuta l'8 luglio 2022 hanno riguardato essenzialmente il punto di ormeggio previsto in corrispondenza della piattaforma Petra esistente. In particolare, la scelta della soluzione progettuale tra l'Alternativa A (struttura frangiflutti in cassoni) e l'Alternativa B (inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura a doppio palancolato). La scelta è ricaduta sull'Alternativa A che è stata ulteriormente ottimizzata rispetto alla soluzione originaria prevedendo il ricollocamento della barriera frangi flutti in cassoni più ad est di circa 350 metri (Rif. Relazione Illustrativa Delle Modifiche ed Ottimizzazioni Progettuali, doc. REL-VDO-E-00030).

La piattaforma Petra è attualmente collegata al deposito oli costiero con due condotte DN 550(22") che non sono interessate dall'intervento progettuale in quanto non compatibili con le condizioni di trasporto del gas naturale in uscita dalla FSRU.

L'entrata in esercizio del Progetto FSRU Ravenna è previsto non oltre **settembre 2024** con l'obiettivo di anticiparla a luglio 2024.

La presente relazione ed i suoi allegati sono parte integrante dell'istanza autorizzativa del Progetto FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti sottomessa ai sensi del comma 5 dell'art. 5 del D.Lgs. n.50 del 17/5/2022.

Il Progetto FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti include le seguenti opere:

1. **Terminale FSRU Ravenna**, soggetto al D.Lgs. 105/2015 "Seveso III" comprensivo di:
  - a) n. 1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) 43,5 m (larghezza);
  - b) gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, che sono:
    - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg),
    - la sostituzione e l'adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma,
    - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/ricevimento pig,
    - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale,
    - gli impianti di sistema antincendio,
    - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare;

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 13 di 14	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- c) le opere di adeguamento della piattaforma esistente (si veda l'Allegato A.2.3-A)
- d) Impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area segregata adiacente all'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna)

**2. Opere connesse**, non soggette al D.Lgs. 105/2015 "Seveso III":

Le opere connesse al Terminale sono costituite da:

- ✓ la condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti, che include quanto segue:
  - tratto di metanodotto a mare (sealine), e relativo cavo telecomandato, denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km,
  - tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 2,6 km,
  - impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ la condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 31 km, che prevede:
  - N.6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008,
  - N.1 Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Metanodotto Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar).

In Figura 1 è mostrata l'area di intervento, in cui è visibile l'area del Terminale FSRU e il tracciato del metanodotto alimentato dal Terminale, la numerazione corrisponde a quanto sopra riportato.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 14 di 15	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



- 1** Terminale FSRU (nave e struttura di ormeggio)
- 2** Impianto di correzione dell'indice di Wobbe
- 3** Condotta denominata "Met. Allacciamento FSRU di Ravenna (tratto a mare)"
- 4** Condotta denominata "Met. Allacciamento FSRU di Ravenna (tratto a terra)"
- 5** PDE (Punto Di Entrata) FSRU di Ravenna e impianto di regolazione filtraggio e misura
- 6** Condotta denominata "Met. Collegamento PDE FSRU di Ravenna al Nodo di Ravenna"
- 7** Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693)

Figura 1: Terminale FSRU e opere connesse

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 16	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**Inquadramento autorizzativo del presente documento**

Il Terminale di Ravenna rientrerà tra le attività industriali a rischio di incidente rilevante ai sensi del D.Lgs. 105/15 "Attuazione della Direttiva 2012/18/UE Relativa al Controllo del Pericolo di Incidenti Rilevanti Connessi con Sostanze Pericolose", pubblicato il 26 Giugno 2015 sulla Gazzetta Ufficiale (Supplemento Ordinario No. 38 della G.U. No. 161 del 14 Luglio 2015).

In particolare, il Terminale in esame si configura come equivalente a "Stabilimento di Soglia Superiore", essendo presenti sostanze pericolose "in quantità pari o superiori alle quantità elencate nella colonna 3 della parte 1 o nella colonna 3 della parte 2 dell'allegato 1" e in particolare Gas Naturale per circa 80.000 t e quindi in quantità superiore alla soglia per gli Stabilimenti di Soglia Superiore (200 t).

In particolare, per i nuovi stabilimenti, l'art. 16 "Nuovi stabilimenti: rapporti di sicurezza" del D.Lgs. 105/15 prevede il seguente iter autorizzativo:

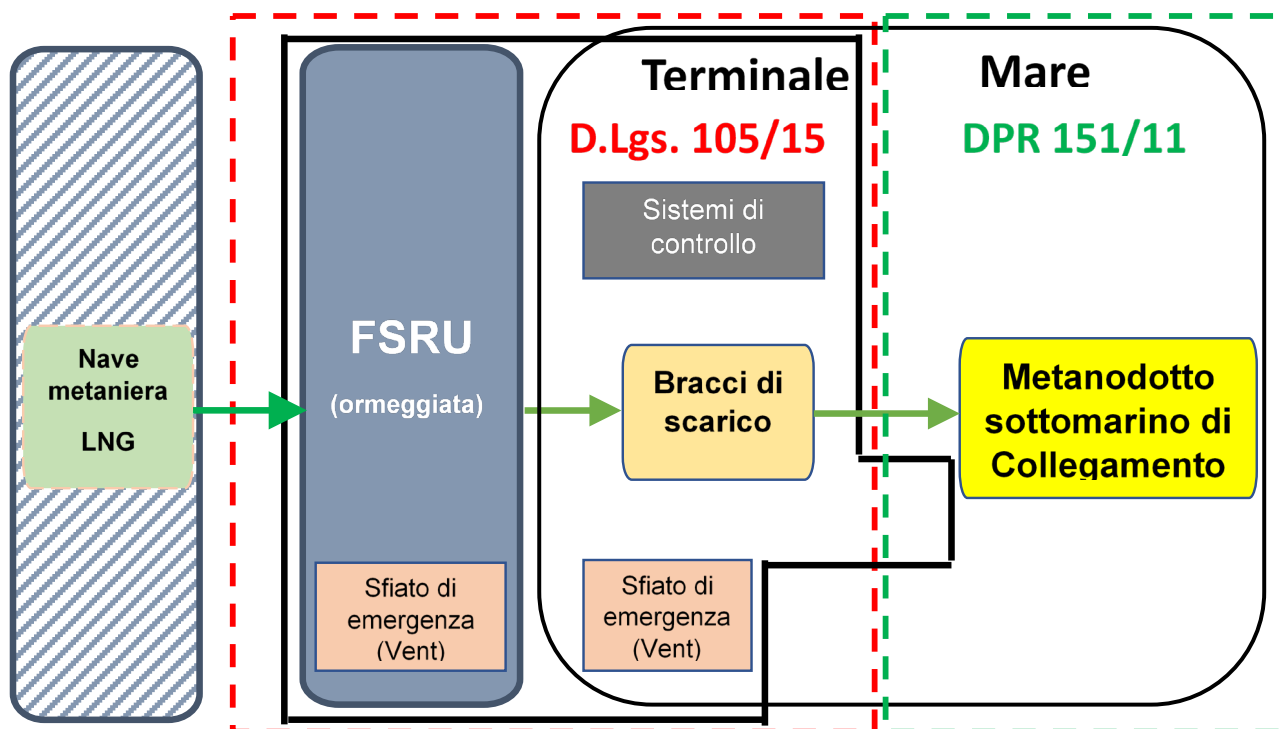
1. Chiunque intende realizzare un nuovo stabilimento di soglia superiore, prima di dare inizio alla costruzione degli impianti, oltre a tutte le autorizzazioni previste dalla legislazione vigente, deve ottenere il Nulla Osta di Fattibilità di cui all'articolo 17, comma 2; a tal fine, presenta al Comitato Tecnico Regionale (CTR), di cui all'articolo 10, un rapporto preliminare di sicurezza redatto secondo i criteri di cui all'allegato C. Il permesso di costruire non può essere rilasciato in mancanza del nulla osta di fattibilità.
2. Prima di dare inizio all'attività, il gestore deve ottenere il Parere Tecnico Conclusivo di cui all'articolo 17, comma 2; a tal fine il gestore presenta al CTR il rapporto di sicurezza di cui all'articolo 15, nella versione definitiva.

Il progetto di allacciamento alla rete di trasporto, in quanto soggetto alle disposizioni del D.P.R. 151/2011 e s.m.i., verrà presentato al Comando di Ravenna con istanza di "Valutazione Progetto" ai sensi dell'Art. 3 del D.P.R. 151/2011.

I limiti di batteria ai fini autorizzativi, ed in particolare ai sensi del D. Lgs. 105/15 e D.P.R. 151/2011 sono schematizzati nella Figura successiva.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 16 di 17	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 2: Limiti di batteria**

Il presente documento costituisce il Rapporto Preliminare di Sicurezza relativamente al progetto del Terminale di Ravenna.

Il Rapporto Preliminare di Sicurezza è stato elaborato secondo l'indice e i contenuti richiesti dall'Allegato C, Parte 2 del D.Lgs. 105/15, viene presentato ai fini dell'ottenimento del Nulla Osta di Fattibilità ai sensi dell'art. 16 del D.Lgs. 105/15.

L'analisi di rischio in essa contenuta, quale parte integrante del Rapporto di Sicurezza, è stata sviluppata sulla base della documentazione messa a disposizione dal Proponente dell'opera con particolare riferimento ai dettagli tecnici della FSRU.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 17 di 18	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### Sintesi dell'analisi di rischio

Per lo sviluppo dell'analisi di rischio il Terminale è stato suddiviso in 3 macroaree.

La prima macroarea è stata denominata "Riempimento FSRU". Essa comprende le apparecchiature collegate alla fase di riempimento dei serbatoi di GNL della nave e considera la presenza della nave metaniera affiancata in modalità STS alla FSRU; in particolare in questa macro area rientrano:

- le manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU;
- il compressore "Heavy Duty" di ritorno BOG a nave metaniera;
- il collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle suddette manichette;
- le linee di caricamento serbatoi FSRU;
- le linee di mandata pompe LNG Feed e il collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera;
- le linee di ricircolo GNL dei serbatoi della FSRU.

La seconda macroarea è stata denominata "FSRU in rigassificazione" ed è stata utilizzata per caratterizzare la fase di funzionamento della nave FSRU in rigassificazione ed invio del Gas Naturale verso il gasdotto in piattaforma. Essa comprende:

- le linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU;
- le linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster;
- il compressore "Low Duty" di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU.

La terza macroarea è stata denominata "Invio GN a metanodotto" e al suo interno sono incluse le principali installazioni della struttura di ormeggio ovvero:

- i bracci di scarico ad alta pressione, per lo scarico di Gas Naturale da FSRU a metanodotto piattaforma;
- il metanodotto in piattaforma fino al giunto dielettrico, che costituisce il punto finale del Terminale.

La metodologia impiegata per l'analisi di rischio dello stabilimento ha previsto innanzitutto l'applicazione dell'analisi preliminare per l'individuazione delle unità critiche dello stabilimento, effettuata secondo quanto previsto dal D.P.C.M. 31/03/1989, Allegato II.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 18 di 19	<b>Rev.</b> <b>1</b>

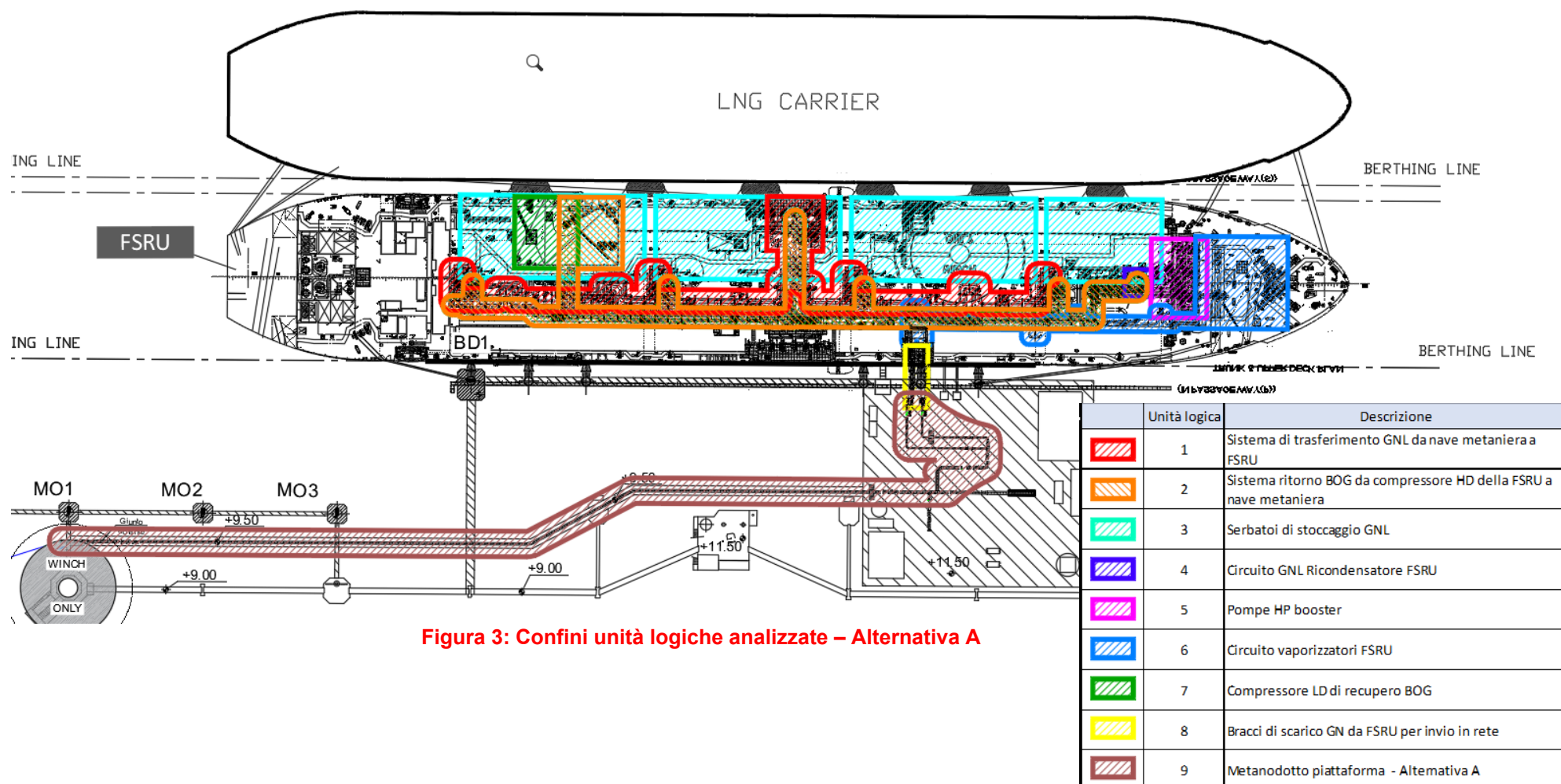
Rif. TRR: 72341

In Figura 3 sono mostrati i confini delle unità logiche considerate. Dai valori dell'indice di rischio generale compensato, a conferma degli elevati livelli di protezione e sicurezza previsti nel Terminale, si può dedurre che delle unità esaminate:

- nessuna ricade nelle tre categorie di rischio più elevato (molto alto, grave e gravissimo);
- un'unica unità ricade nella categoria di rischio Alto (I e II), e si tratta dell'unità Serbatoi di stoccaggio GNL la cui classificazione di rischio è dovuta principalmente al fattore quantità;
- 8 unità ricadono in una fascia di rischio ridotta.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>NITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 19 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 20 di 21	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

L'analisi di rischio è proseguita con l'individuazione delle cause iniziatrici degli eventi incidentali ragionevolmente credibili mediante:

- Analisi Operativa (HazOp) delle sezioni impiantistiche più critiche al fine di identificare cause e protezioni delle ipotesi incidentali analizzate; il gestore ha reso disponibile un'analisi operativa (HazOp), condotta dal costruttore della nave FSRU con DNV sulla documentazione tecnica di una nave **gemella, in particolare per quanto riguarda le installazioni di processo**, alla FSRU del Terminale; su tale analisi e sui documenti sviluppati per la struttura di ormeggio, TRR ha proceduto ad un'analisi critica, identificando i Top Event sia lato nave che lato piattaforma.
- Analisi da dati di tipo statistico-storico (letteratura) attraverso la metodologia individuata nella banca dati "Guideline for quantitative risk assessment, TNO, Purple book, 2005". L'analisi è stata condotta utilizzando le banche dati contenute nei seguenti riferimenti: "Guideline for quantitative risk assessment, TNO, Purple book, 2005", "HSE - Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessment – 2012" e "IOGP Report 434-01 / 2019 - Risk assessment data directory - Process Release Frequencies".

Le frequenze relative alle cause iniziatrici individuate attraverso l'analisi operativa sono state successivamente determinate attraverso la tecnica quantitativa dell'Albero dei Guasti (Fault Tree Analysis): in Tabella 1 si riportano le frequenze calcolate.

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)
Riempimento FSRU	Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	-	$1,8 \cdot 10^{-3}$
	Sovrappressione (e conseguente cedimento) collettore gas, dopo gassificazione	Perdita significativa	$3,0 \cdot 10^{-14}$
	Roll over serbatoio di GNL	-	$1,10 \cdot 10^{-9}$
Invio GN a metanodotto	Rottura collettore gas a metanodotto, per infragilimento criogenico	-	$8,70 \cdot 10^{-9}$
	Rottura <b>braccio di scarico</b> di collegamento tra Nave FSRU e gasdotto per cedimento meccanico da sovrappressione	-	$2,60 \cdot 10^{-12}$

**Tabella 1: Frequenza delle ipotesi da analisi operativa HazOp**

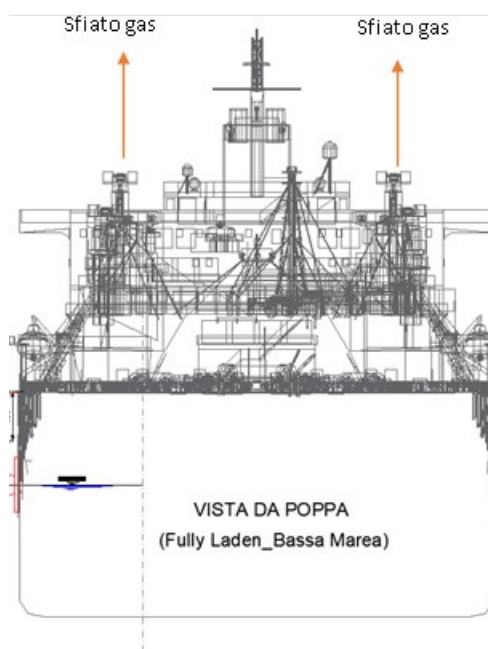
Le ipotesi incidentali sono state ritenute ragionevolmente credibili se caratterizzate da frequenza di accadimento superiore o pari a  $1 \cdot 10^{-6}$  occasioni per anno: le ipotesi incidentali credibili sono evidenziate in grigio nella tabella.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 21 di 22	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Si osserva che solo una delle ipotesi formulate attraverso la tecnica dell'analisi operativa (hazop) risulta ragionevolmente credibile e riguarda l'emissione di gas in atmosfera dalle PSV dei serbatoi di stoccaggio GNL, posizionate come mostrato nella seguente figura. Si evidenzia che lo scenario 1H prevede lo sfiato di gas naturale a bassa pressione da un punto sicuro (PSV) posizionato ad una altezza di 25 m.

Le rimanenti ipotesi incidentali formulate risultano invece caratterizzate da frequenze di accadimento inferiori a  $10^{-7}$  occasioni/anno, grazie alla presenza di protezioni automatiche (ridondanti) ed in particolare del sistema "HIPPS", un sistema di blocco per altissima pressione con doppia valvola automatica di blocco attivata da una terna di pressostati (logica 2oo3).



**Figura 4: Indicazione sorgente di emissione ipotesi incidentale 1H**

Per caratterizzare gli scenari incidentali conseguenti alle cause iniziatrici, si è fatto uso della tecnica degli Alberi degli Eventi; in tal modo è possibile determinare la probabilità di accadimento degli scenari.

La valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali è stata effettuata considerando gli scenari con frequenza di accadimento superiore a  $1 \cdot 10^{-7}$  occasioni/anno.

Le seguenti tabelle sintetizzano le conseguenze calcolate per le tre macroaree.

Qualora abbia a verificarsi uno degli eventi incidentali, si attiverà la messa in sicurezza sezionando le apparecchiature ed azionando i dispositivi antincendio nell'area interessata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 22 di 23	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

In particolare:

- Le aree di stoccaggio e movimentazione e le aree di processo sulla nave FSRU saranno protette con impianti antincendio e di rivelazione, per la cui descrizione completa si rimanda ai paragrafi dedicati. Inoltre la nave sarà costantemente presidiata.
- La struttura di ormeggio sarà dotata di impianti antincendio (rete di idranti, monitor ad acqua automatici su palo e barriera ad acqua presso l'area bracci di scarica).

Ipotesi Incidentale	Scenario conseguente	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
		Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m²) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
		12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
RIEMPIMENTO FSRU													
1R a Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da nave metaniera a FSRU <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Pool Fire Vento 5 m/s Cat D	62	77	87	106								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											140	221
	UVCE Vento 5 m /s Cat. D					-	-	247	284				
1R b Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da nave metaniera a FSRU <i>Rottura totale con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Pool Fire Vento 5 m/s Cat D	149	186	212	260								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											159	253
	UVCE Vento 5 m /s Cat. D					-	-	281	323				
2R a Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera <i>Hole con conseguente rilascio di gas naturale (BOG) a bassa pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	-	-	-	18								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											-	-
2R b Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera <i>Pinhole/crack con conseguente rilascio di gas naturale (BOG) a bassa pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	-	-	-	-								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											-	-

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 23 di 24	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Scenario conseguente	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
		Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m²) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
		12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
RIEMPIMENTO FSRU													
3R Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Pool Fire Vento 5 m/s Cat D	123	154	176	214								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											173	392
4R Linee di caricamento taniche FSRU durante caricamento da nave metaniera <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto a bassa pressione</i>	Pool Fire Vento 5 m/s Cat D	46	56	64	77								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											98	183
5R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Pool Fire Vento 5 m/s Cat D	90	112	128	156								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											186	370
6R Linea ricircolo GNL FSRU durante riempimento da Shuttle Carrier <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F	98	110	119	133								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											-	-
1H Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG <i>a bassa pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	-	-	-	-								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											-	-
	UVCE Vento 5 m /s Cat. D					-	-	-	-				

**Tabella 2: Sintesi delle maggiori conseguenze degli scenari credibili –  
Riempimento FSRU**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 24 di 25	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Scenario conseguente	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
		Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m²) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
		12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
FSRU IN RIGASSIFICAZIONE													
7R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F	150	169	182	205								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											181	334
	UVCE Vento 2 m/s Cat. F					-	-	368	418				
8R Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale liquefatto in pressione</i>	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F	140	156	167	187								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											101	205
9R a Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU <i>Hole con conseguente rilascio di gas naturale (BOG) in pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	-	29	34	40								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											-	-
	UVCE Vento 2 m/s Cat. F					-	-	34	39				
9R b Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU <i>Pinhole/crack con conseguente rilascio di gas naturale (BOG) in pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	-	-	-	-								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											-	-
	UVCE Vento 2 m/s Cat. F					-	-	11	13				

**Tabella 3: Sintesi delle maggiori conseguenze degli scenari credibili – FSRU in rigassificazione**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 25 di 26	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Scenario conseguente	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
		Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m²) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
		12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
INVIO GN A METANODOTTO													
10R a Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale in pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	69	76	81	92								
	Flash fire Vento 2 m/s Cat. F											-	-
	UVCE Vento 2 m/s Cat. F					-	-	79	90				
10R b Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma <i>Rottura totale con conseguente rilascio di gas naturale in pressione</i>	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F	122	143	158	186								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											-	171
11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino ALTERNATIVA A <i>Perdita significativa con conseguente rilascio di gas naturale in pressione</i>	Jet Fire Vento 5 m/s Cat D	73	100	118	150								
	Flash fire Vento 5 m /s Cat. D											3	3
	UVCE Vento 5 m /s Cat. D					-	-	36	56				

**Tabella 4: Sintesi delle maggiori conseguenze degli scenari credibili – Invio GN a metanodotto**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 26 di 27	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Sulla base dei risultati ottenuti nella presente fase di analisi preliminare è possibile osservare che:

- La massima distanza conseguente ad un Pool Fire, corrispondente allo scenario 1R b Rottura totale Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da nave metaniera a FSRU rimane compresa all'interno di aree interne o limitrofe allo stabilimento;
- La massima distanza conseguente ad un Jet Fire, corrispondente allo scenario 6R Linea ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera rimane compresa all'interno di aree interne o limitrofe allo stabilimento;
- Il massimo valore di sovrappressione dinamica (barg) conseguente ad una UVCE a bordo FSRU è pari a 0,07 bar, corrispondente allo scenario 7R Perdita significativa da Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU. Sulla base dei dati di letteratura tale valore non è in grado di arrecare danno significativi alla struttura principale e alle apparecchiature in acciaio e non sono da escludere danneggiamenti alla strumentazione, ad accoppiamenti flangiati e alle parti strutturalmente più deboli.

Nella seguente figura si riporta una elaborazione grafica con l'involuppo delle aree di danno di tutti gli scenari incidentali credibili secondo le quattro categorie di effetti (elevata letalità, inizio letalità, lesioni irreversibili, lesioni reversibili) individuate dal D.M. 09/05/2001.

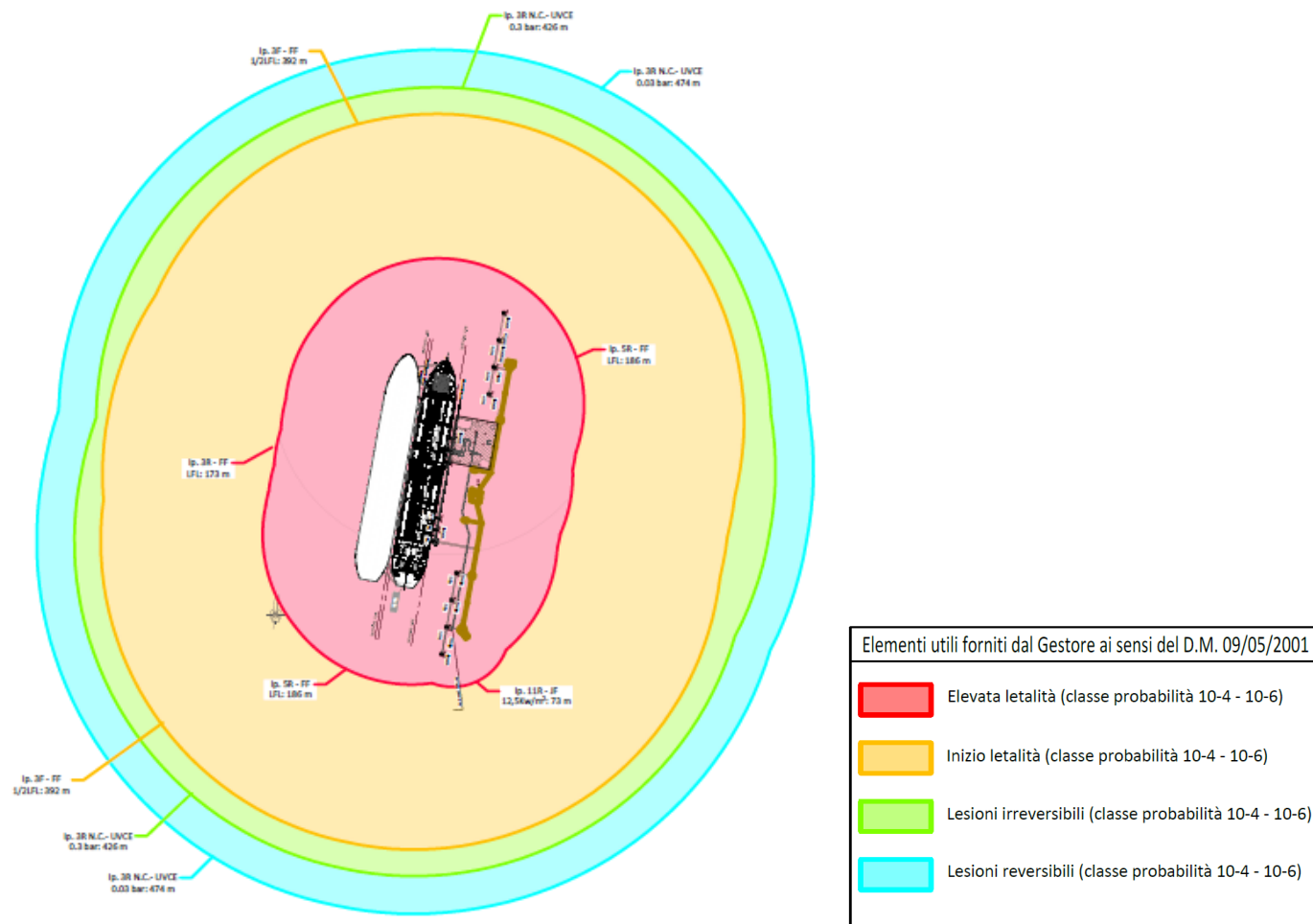
Si ritiene opportuno evidenziare che l'elaborato grafico riporta l'involuppo delle aree di danno di tutti gli eventi individuati, rappresentando pertanto la somma di tutti i contributi dei singoli scenari incidentali.

Da tale figura si può dedurre che, sulla base degli elementi disponibili, la compatibilità territoriale con il territorio del Terminale di Ravenna è rispettata in quanto la FSRU e la struttura di ormeggio possono essere inquadrati come categoria "F" e pertanto compatibile in base alla Tab. 3a del Maggio 2001.

Circa la compatibilità territoriale, sarà compito dell'Autorità di Sistema Portuale, in quanto soggetto amministratore del bene demaniale marittimo, fornire alle autorità competenti in materia di pianificazione territoriale e urbanistica le informazioni relative agli scenari incidentali e in particolare quelli che coinvolgano aree esterne a quella portuale, ai sensi dell'Art. 6 del DM 09/05/2001.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 27 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 5: Involuppo delle aree di danno di tutti gli scenari incidentali credibili con riferimento alle soglie del D.M 09/05/2001 per la pianificazione territoriale – Alternativa A**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 28 di 29	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## A. DATI IDENTIFICATIVI E UBICAZIONE DELLO STABILIMENTO

### A.1 DATI GENERALI

#### A.1.1 Nominativo, codice fiscale e indirizzo (sede legale) del Gestore

L'azienda proponente dell'impianto oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza è Snam FSRU Italia S.p.A. la cui sede legale è ubicata all'indirizzo Piazza Santa Barbara, 7 20097 – San Donato Milanese (MI).

Il nominativo del Gestore ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera i del D.Lgs. 105/15 dell'impianto è l'Ing. Elio Ruggeri.

#### A.1.2 Denominazione e ubicazione dello Stabilimento

L'impianto oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza è denominato nel seguito del documento "Terminale di Ravenna" o, più sinteticamente, "Terminale".

L'area scelta per la realizzazione del Terminale è collocata a largo di Ravenna (Figura 6), in particolare presso l'esistente terminale marino "PIR" (di fronte la località Punta Marina) della società Petrolifera Italo Rumena ed è individuabile mediante le seguenti coordinate geografiche.

Coordinate UTM84-33N, EPSG 32633

- latitudine: 4.926.700 Nord;
- longitudine: 293.031 Est.

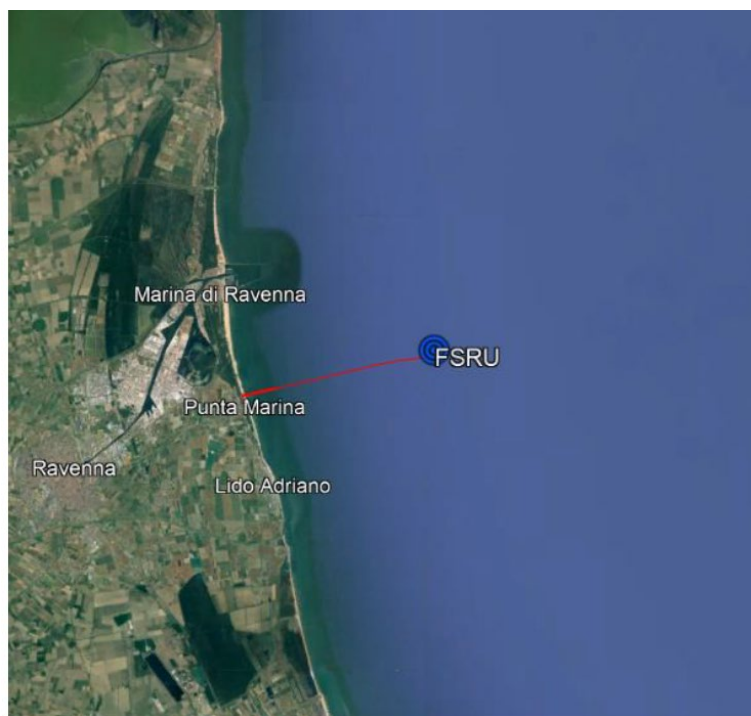
Coordinate WGS84, EPSG 4326

- latitudine: 44.463971° Nord;
- longitudine: 12.398162° Est.

In **Allegato A.1.2** al presente documento si riportano la planimetria generale della FSRU e la planimetria della struttura di ormeggio, con indicazione dei confini dello stabilimento e delle unità principali di cui è composto.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 29 di 30	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 6: Ubicazione prevista per la FSRU**

#### A.1.3 Responsabile della progettazione

La progettazione di base del Terminale di Ravenna è stata sviluppata dalla Società TECHINT Engineering & Construction S.p.A. - 20149 Milano - Via Monte Rosa, 93 (di seguito anche, più brevemente, TECHINT).

TECHINT svolge servizi di ingegneria, progettazione, supervisione / direzione lavori, ingegneria ambientale, project management (PMC) per infrastrutture e impianti industriali.

#### A.1.4 Responsabile della stesura del Rapporto di Sicurezza

Il presente Rapporto Preliminare di Sicurezza è stato elaborato dalla Società TRR S.r.l. con sede in Via Saore, 25, 24046 Osio Sotto (BG).

Il responsabile dell'esecuzione del Rapporto di Sicurezza è l'Ing. Giovanni Romano della Società TRR (Tecnologia Ricerca Rischi) S.r.l. di Osio Sotto (BG), la cui qualificazione professionale ed esperienza nel campo vengono riportate in **Allegato A.1.4**.

L'analisi di rischio è stata svolta sulla base delle informazioni tecniche disponibili, senza procedere ad un sopralluogo presso la nave FSRU BW Singapore che sarà sottoposta ad una manutenzione straordinaria prima dell'avvio delle attività del Terminale.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 30 di 31	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## A.2 LOCALIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO

### A.2.1 Corografia della zona

In **Allegato A.2.1** è riportata la Corografia della Zona interessata in scala 1:10.000 sulla quale è indicato un raggio di 2 km attorno al punto dove sorgerà l'impianto, con la presenza di scuole, ospedali, linee e stazioni ferroviarie, aeroporti, insediamenti industriali.

### A.2.2 Posizione dello stabilimento

Si riporta in **Allegato A.2.2** la posizione dell'impianto su una mappa in scala 1:5.000 riportante la località che rappresenta la zona circostante il Terminale con una distanza minima di 500 m dai confini dell'attività.

La posizione dell'ormeggio della FSRU è al largo di Ravenna, di fronte l'area di Punta Marina a circa 8,5 km dalla linea di costa. L'ormeggio è previsto in corrispondenza dell'esistente piattaforma offshore di Petra (società del Gruppo PIR).

L'area a mare antistante Ravenna presenta un basso gradiente, tipico della costa occidentale nordadriatica e caratterizzato da un lento progradare della costa, con pendenze spesso inferiori al grado.

Locali alterazioni del gradiente sono dovute all'azione antropica, come lo scavo di canali di dragaggio per favorire l'approccio del naviglio ai porti, o in prossimità della costa per opere di conservazione e ripascimento delle spiagge e degli arenili.

Nel tratto di costa interessato dalle opere a progetto, il fondale presenta una pendenza media dello 0.5% fino alla batimetrica dei -5 m e sensibilmente inferiore a mano a mano che ci sia allontana dalla riva, come indicato nella seguente tabella.

Batimetrica	Distanza dalla Costa
-5 m	1,0 km
-10 m	5,0 km
-15 m	10,7 km
-20 m	15,2 km
-30 m	25,5 km

**Tabella 5: Batimetrie e distanza dalla costa**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 31 di 32	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### A.2.3 Piante e sezioni dell'impianto

In **Allegato A.2.3** sono riportate piante e sezioni dell'impianto: in particolare è riportata una tavola per la nave FSRU e **una** per la struttura di ormeggio e opere connesse, con i contorni della FSRU.

Le tavole riportano le piante e le sezioni delle installazioni previste, con l'indicazione della localizzazione delle principali apparecchiature, tra cui quelle che contengono le sostanze di cui all'Allegato 1 al D.Lgs. 105/15.

La FSRU sarà ormeggiata in posizione eccentrica rispetto alla struttura di ormeggio. I bracci di scarico del gas naturale saranno installati in corrispondenza dei collettori di alta pressione sulla FSRU, localizzati a proravia della mezzeria nave a circa 30 m dai collettori cargo.

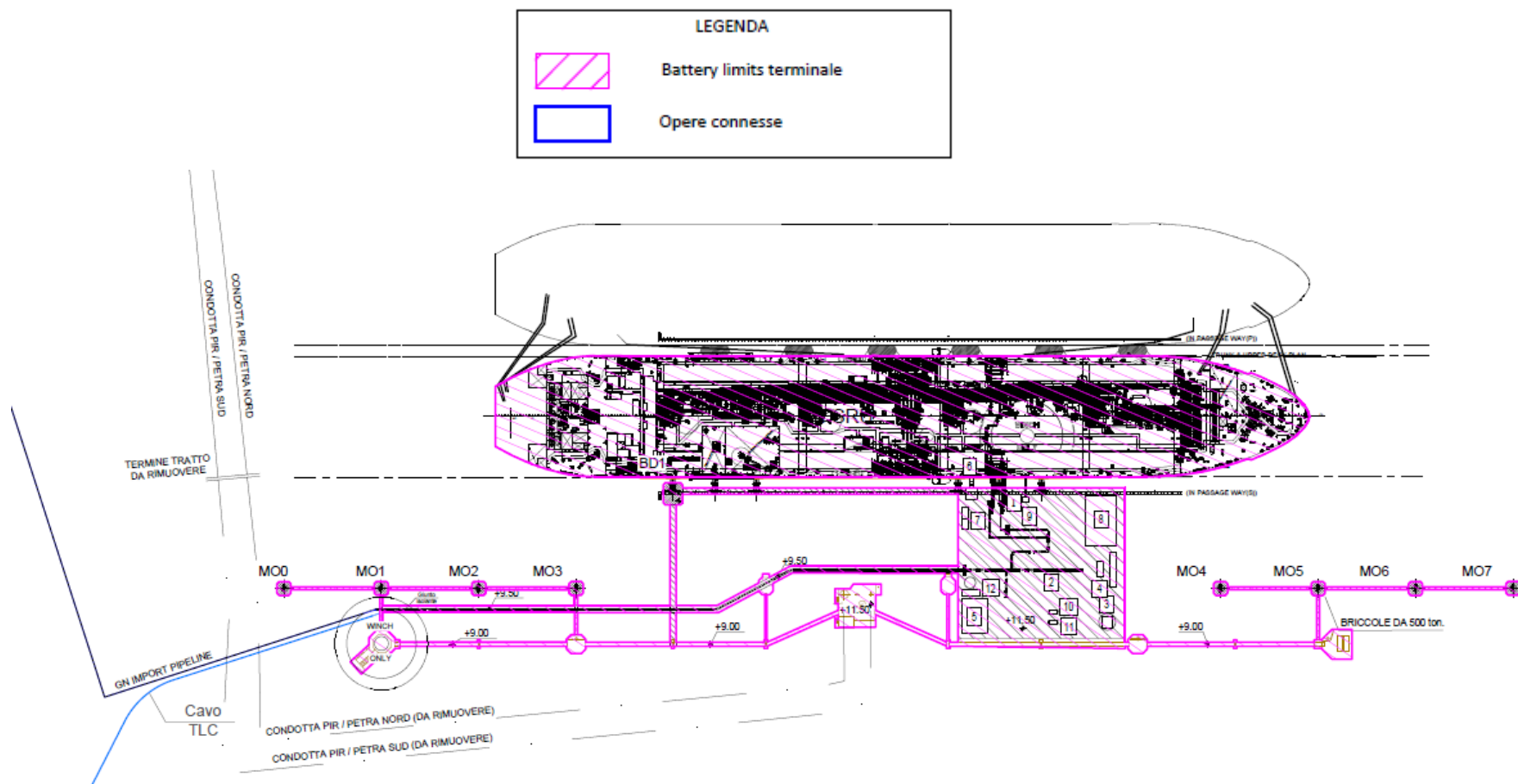
Il Punto Di Entrata (PDE), escluso dallo scopo relativo alla realizzazione del Terminale, sarà installato onshore ed è incluso nelle opere connesse.

I limiti di batteria del Terminale sono rappresentati da:

- Limite di connessione ship-to-ship tra FSRU e nave metaniera;
- Limite Giunto Dielettrico a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 32 di 33	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 7: Layout e battery limits del Terminale – Alternativa A**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 33 di 34	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## B. INFORMAZIONI RELATIVE ALLO STABILIMENTO

### B.1 POLITICA DI PREVENZIONE DEGLI INCIDENTI RILEVANTI

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

### B.2 STRUTTURA ORGANIZZATIVA

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

### B.3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E TECNOLOGIA DI BASE

#### B.3.1 Descrizione delle attività

Il nuovo Terminale di Ravenna risulta soggetto all'applicazione del D.Lgs. 105/15 e si configura, più precisamente, come "stabilimento di soglia superiore" per la presenza di gas naturale in quantità superiori alla soglia prevista dall'Allegato 1, Parte 2, Colonna 3 del medesimo decreto.

Il nuovo impianto prevede l'attracco di una *Floating and Storage Regasification Unit* (FSRU) presso l'esistente struttura di ormeggio denominata "Piattaforma Petra" della società Petrolifera Italo Rumena (PIR), che sarà oggetto di adeguamento, e l'allestimento del sistema di esportazione gas ad alta pressione sulla medesima struttura.

La FSRU sarà rifornita tramite l'arrivo periodico di navi metaniere (Shuttle Carrier o generiche LNGC), le quali attraccheranno alla FSRU in configurazione ship-to ship (STS) e convoglieranno il GNL contenuto nei propri serbatoi fino ai serbatoi della FSRU. La FSRU sarà in grado di stoccare, processare e consegnare il gas attraverso una condotta di collegamento alle utenze finali.

L'impianto di stoccaggio e rigassificazione sarà completamente installato a bordo dell'FSRU e prevedrà i seguenti sistemi principali:

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera;
- Sistema di stoccaggio GNL, capacità nominale pari a 170.000 m<sup>3</sup>;
- Sistema di pompaggio e rigassificazione;
- Sistema di gestione del BOG (Boil-Off Gas);
- Correzione dell'Indice di Wobbe;
- Sistema di scarico GN verso il Metanodotto di piattaforma;
- Sistema di misura del gas naturale non fiscale.

La configurazione sopra descritta è basata sulle informazioni ad oggi disponibili. È importante sottolineare che le analisi e le valutazioni condotte nell'ambito del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza sono state condotte sotto ipotesi cautelative, in modo tale da fornire una rappresentazione conservativa del rischio associato alle installazioni in esame.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 34 di 35	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 8: FSRU BW Singapore**

La nave FSRU sarà una nave esistente con le seguenti caratteristiche geometriche principali:

- Lunghezza di 292,5 m, larghezza 43,42 m, altezza massima 44 m;
- Pescaggio 12,3 m;
- Peso 106 tonnellate.

Siccome l'acquisto da parte del proponente della FSRU BW Singapore è stato perfezionato solo in data 06/07/2022, non si dispone ancora di tutti i dettagli tecnici. Per questo motivo, le descrizioni e gli allegati relativi alla nave FSRU per il Terminale di Ravenna nell'ambito del presente Rapporto di Sicurezza preliminare sono sviluppati ed estratti dalla documentazione disponibile per la BW Singapore ed integrati, dove necessario, con la documentazione tecnica della nave gemella FSRU GOLAR Tundra.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 35 di 36	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

La struttura di ormeggio sarà allestita con i seguenti impianti:

- Bracci di scarico GN in pressione verso metanodotto in piattaforma e quindi verso Metanodotto sottomarino;
- Edificio adibito a sala controllo dei sistemi della struttura di ormeggio;
- Sistema antincendio;
- Sistema sfiato di emergenza (cold vent);
- Generatore di emergenza e serbatoio diesel;
- Trappola bidirezionale per lancio/ricevimento PIG per pulizia e verifica di integrità della condotta;
- ESD link e cavo alimentazione elettrica;
- Giunto isolante.

#### **B.3.1.1**     *Specifica funzionale per il servizio rifornimento FSRU da nave metaniera*

La FSRU sarà in grado di ricevere navi metaniere di taglia massima simile alla propria (stimata una capacità di 170.000 m<sup>3</sup>). La FSRU sarà dotata di un sistema di ormeggio affiancato (Side-by-Side).

#### **B.3.1.2**     *Modalità operative del Terminale*

Il progetto prevede diverse condizioni di funzionamento dell'impianto, in modo da permettere al Terminale di soddisfare i seguenti scenari operativi:

##### **A. CONDIZIONE DI FUNZIONAMENTO DI "NORMALE OPERABILITÀ"**

- A.1. Servizio di rigassificazione.
- A.2. Servizio di rigassificazione e scarico GNL da nave metaniera.
- A.3. Servizio di rigassificazione e carico GNL su nave metaniera (modalità in fase di valutazione, non analizzata nel presente RdSp, che sarà eventualmente sviluppata nella successiva fase di RdS definitivo).

##### **B. CONDIZIONE DI FUNZIONAMENTO IN "STAND-BY"**

- B.1. Servizio di rigassificazione non operativo (zero send-out).

Di seguito si riporta la descrizione delle modalità operative dei singoli scenari sopraelencati. Le descrizioni riportate nelle seguenti sezioni fanno riferimento agli identificativi delle apparecchiature riportati negli Schemi di Processo forniti in **Allegato B.3.3-B**.

Si precisa che il sistema di trasferimento del GNL tra FSRU e nave metaniera sarà lo stesso sia per le operazioni di scarica che per le operazioni di caricamento.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 36 di 37	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### **B.3.1.2.1**      *Condizione A.1 (Servizio di rigassificazione)*

In questa condizione operativa, sarà attivo il processo di rigassificazione, pertanto le pompe di prelievo del GNL dai serbatoi della FSRU (pompe “LNG Feed”, verticali e sommerse, una per ciascuno dei 4 serbatoi), le pompe ad alta pressione (pompe multistadio “HP Booster” per un totale di 6 pompe, ognuna delle quali installate verticalmente, con relativo motore elettrico, in un pozzetto di aspirazione) ed i vaporizzatori ad acqua mare saranno in funzione; saranno inoltre collegati e operativi i bracci di trasferimento ad alta pressione per l’invio del GN al metanodotto in piattaforma; in questa condizione non saranno previste operazioni di scarico GNL da nave metaniera.

Le pompe di prelievo del GNL dai serbatoi e della FSRU “LNG Feed” inviano il fluido al collettore GNL principale, che a sua volta alimenta il ricondensatore; da qui il GNL fluisce nelle pompe ad alta pressione “HP Booster” che alimentano i vaporizzatori ad acqua mare.

La gestione del BOG avviene secondo quanto indicato al paragrafo dedicato.

#### **B.3.1.2.2**      *Condizione A.2 (Servizio di rigassificazione e scarico GNL da nave metaniera)*

La nave metaniera carica di GNL attraccherà alla FSRU side-to-side e, dopo aver effettuato le operazioni preliminari (per esempio la misura del volume delle tanche pre-trasferimento, il raffreddamento delle linee, la regolazione della pressione dei serbatoi, etc.) inizierà il pompaggio di GNL tramite manichette flessibili dedicate.

In questa condizione operativa, sarà attivo anche il processo di rigassificazione, pertanto le pompe di prelievo del GNL dai serbatoi della FSRU “LNG Feed”, le pompe ad alta pressione “HP Booster” ed i vaporizzatori ad acqua mare saranno in funzione; saranno inoltre collegati e operativi i bracci di trasferimento ad alta pressione per l’invio del GN al metanodotto in piattaforma.

La gestione del BOG avviene secondo quanto indicato al paragrafo dedicato.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 37 di 38	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**B.3.1.2.3**      *Condizione A.3 (Servizio di rigassificazione e carico GNL su navi metaniere)*

La nave metaniera da caricare di GNL attraccherà alla FSRU side-to-side e, dopo aver effettuato le operazioni preliminari (per esempio la misura del volume delle tanche pre-trasferimento, il raffreddamento delle linee, la regolazione della pressione dei serbatoi, etc.) inizierà la ricezione di GNL tramite manichette flessibili dedicate.

In questa condizione operativa, sarà attivo anche il processo di rigassificazione, pertanto le pompe di prelievo del GNL dai serbatoi della FSRU "LNG Feed", le pompe ad alta pressione "HP Booster" ed i vaporizzatori ad acqua mare saranno in funzione; saranno inoltre collegati e operativi i bracci di trasferimento ad alta pressione per l'invio del GN al metanodotto in piattaforma.

La gestione del BOG avviene secondo quanto indicato al paragrafo dedicato.

**B.3.1.2.4**      *Condizione B.1 (Servizio di rigassificazione non operativo)*

L'impianto sarà nella condizione di stand-by, situazione al di fuori della normale operabilità del sistema. Tale condizione si verifica quando non è richiesto l'invio di gas naturale verso il metanodotto in piattaforma (zero-send-out), pertanto il servizio di rigassificazione non è operativo. Per limitare la produzione di BOG lo scarico di GNL da nave metaniera non sarà attivo.

Le pompe LNG Feed e HP Booster non saranno attive. Saranno invece attive le pompe di ricircolo dei serbatoi di GNL ("Stripping/spray pumps", da 50 m³/h, una per ciascuna tanica) per garantire la temperatura prevista all'interno di linee e serbatoi di stoccaggio della FSRU (circa -160°C).

Il BOG generato dal sistema (dovuto allo scambio termico nei serbatoi ed il ricircolo del GNL nelle linee) sarà recuperato i compressori LD; si rimanda al paragrafo dedicato alla gestione del BOG.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 38 di 39	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### B.3.2 Tecnologia di base

Il progetto del nuovo Terminale di Ravenna fa riferimento alle principali norme e prescrizioni italiane, europee e internazionali e dei principali standard.

Con riferimento alle descrizioni riportate nel precedente Paragrafo B.3.1, si forniscono di seguito informazioni di maggiore dettaglio sui singoli sistemi previsti dal progetto.

Il Terminale sarà progettato per avere una vita utile pari a 25 anni dalla data di start-up. Il terminale opererà per l'intero periodo senza la necessità di lasciare l'ormeggio per attività di manutenzione.

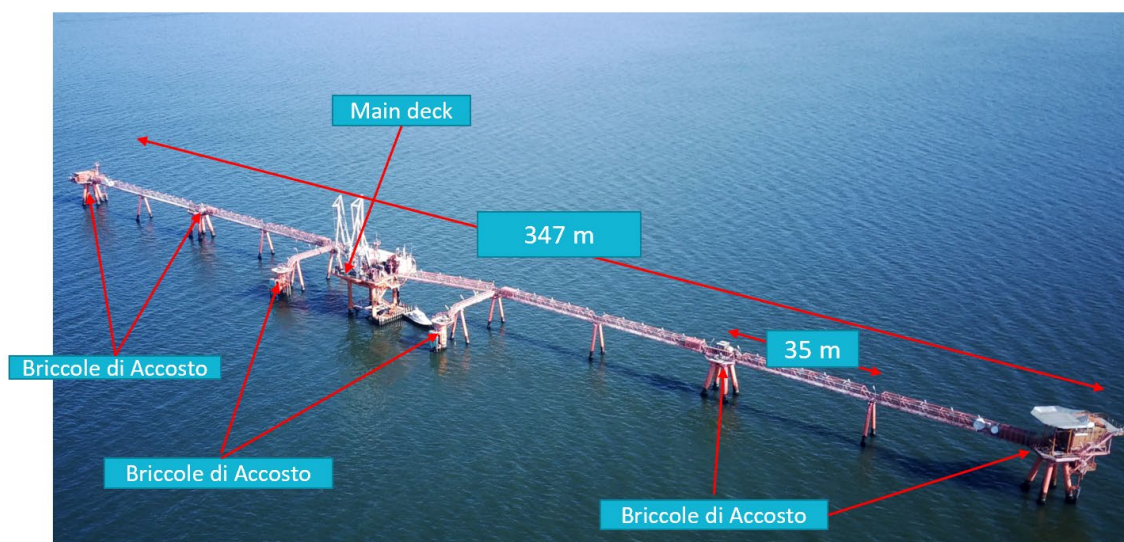
#### B.3.2.1 *Descrizione della Piattaforma Petra*

La posizione dell'ormeggio della FSRU è al largo di Ravenna, di fronte l'area di Punta Marina a circa 8,5 km dalla linea di costa. L'ormeggio è previsto in corrispondenza dell'esistente piattaforma offshore di Petra (società del Gruppo PIR).

La piattaforma fu realizzata alla fine degli anni '80 ed era destinata all'allibio di navi petroliere che scaricavano il prodotto e lo trasferivano, attraverso due condotte tuttora esistenti, al parco serbatoi a terra situato nell'area industriale del porto di Ravenna e da qui, attraverso un oleodotto, alla Centrale Enel di Porto Tolle. La piattaforma risulta inattiva da almeno un decennio.

La piattaforma offshore di Petra è una struttura offshore che ha una lunghezza di circa 350 m, è alta circa 11,5 m e consentiva l'attracco di petroliere con stazza (DWT) da 18.000 a 80.000 tons con lunghezze comprese tra 160 e 270 m ed un pescaggio massimo di 11,5 m. La piattaforma è collegata al deposito costiero con due condotte sottomarine di diametro DN 550 (22") a bassa pressione (<18 barg).

Il fondale intorno alla è piattaforma risulta sabbioso e con fondali tra 13 e 14 m.



**Figura 9: Struttura della Piattaforma Petra esistente**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 39 di 40	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

La piattaforma Petra è essenzialmente costituita da:

- una piattaforma di scarico (main deck);
- no. 2 briccole di accosto (ciascuna con palo da 2100 mm);
- no. 4 briccole d'ormeggio (ciascuna con 4 pali da 1117 mm);
- no. 8 coppie di pali per sostegno delle passerelle (ciascuno con pali da 762 mm);
- sala controllo;
- bracci di carico e unità di controllo idraulica;
- approdo delle condotte a mare;
- imbarcadero per visitatori e barco sbarco personale;
- braccio Sud;
- locale generatore diesel;
- locale mensa ed alloggi;
- braccio Nord;
- locale gruppi elettrogeni.

La FSRU sarà ormeggiata alla struttura Petra, previa esecuzione dei necessari lavori di adeguamento delle strutture, degli arredi di ormeggio e delle specificità impiantistiche richieste, **per maggiori dettagli** si rimanda **alla planimetria** in **Allegato A.2.3**.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 40 di 41	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### **B.3.2.2 Sistema scarico GNL da nave metaniera**

Le operazioni di scarico GNL da nave metaniera avverranno nella configurazione ship-to-ship tramite la connessione di quattro (4) manichette flessibili per il GNL ed una (1) per i vapori di ritorno.

Le navi metaniere che riforniranno la FSRU avranno caratteristiche dimensionali ridotte o simili rispetto alla nave FSRU, variabili in funzione degli accordi commerciali che saranno stipulati ma comunque in linea con i limiti imposti dall'Autorità Portuale di Ravenna: è stato assunto che le pompe dei serbatoi a bordo della nave metaniera carrier invieranno il GNL a una portata operativa di 8.000 m<sup>3</sup>/h, permettendo la movimentazione dell'intero carico in circa 21 ore; la portata massima di trasferimento sarà di 9.000 m<sup>3</sup>/h.

Lungo la linea di trasferimento del GNL sono presenti dei misuratori di pressione, portata e temperatura, necessari a valutare le caratteristiche del GNL in ingresso ai serbatoi.

Il sistema è dotato di una linea dedicata di ritorno vapori alla nave metaniera per compensare lo svuotamento dei serbatoi della nave metaniera stessa. Durante le operazioni di scarico GNL, la temperatura dei vapori è monitorata per evitare di far rientrare nella nave metaniera un gas fuori specifica.

### **B.3.2.3 Serbatoi di stoccaggio GNL (Cargo Tank da 1 a 4)**

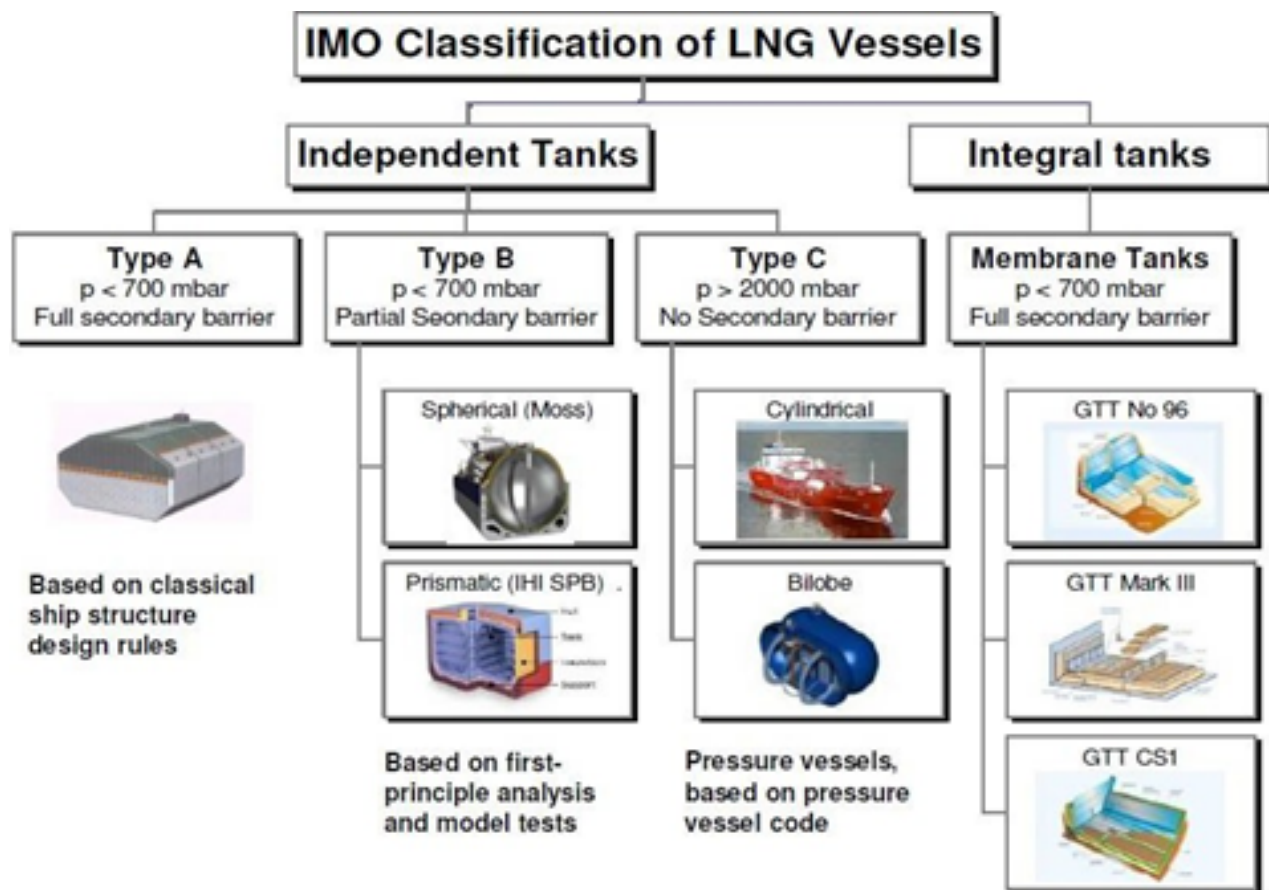
I serbatoi di stoccaggio GNL saranno progettati in accordo al codice internazionale per la costruzione e l'equipaggiamento delle navi che trasportano gas liquefatti alla rinfusa (codice IGC) dell'International Maritime Organization (IMO), e la FSRU sarà classificata da un ente di classificazione autorizzato. Il codice IGC, adottato con risoluzione MSC.5 (48), è obbligatorio ai sensi del capitolo VII della SOLAS dal 1° luglio 1986. Il codice IGC si applica alle navi, indipendentemente dalle loro dimensioni, adibite al trasporto di gas liquefatti aventi una tensione di vapore superiore a 2,8 bar assoluti a una temperatura di 37,8 °C. Lo scopo del Codice è quello di fornire uno standard internazionale per il trasporto marittimo sicuro alla rinfusa di gas liquefatti, prescrivendo gli standard di progettazione e costruzione delle navi coinvolte in tale trasporto e le attrezzature che dovrebbero trasportare in maniera da ridurre al minimo i rischi per la nave, per il suo equipaggio e per l'ambiente, vista la natura dei prodotti coinvolti.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 41 di 42	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Esistono due tipologie principali di serbatoi di stoccaggio per GNL: quelli realizzati secondo la tecnologia Moss Rosenberg e quelli a membrana.



**Figura 10: Classificazione IMO dei serbatoi di stoccaggio GNL**

La tipologia di serbatoi scelta per la FSRU di Ravenna è a membrana.

Il sistema di contenimento del carico di GNL sarà costituito da quattro serbatoi di GNL a doppio isolamento, racchiusi all'interno dello scafo interno della nave FSRU e situati in linea da prua a poppa.

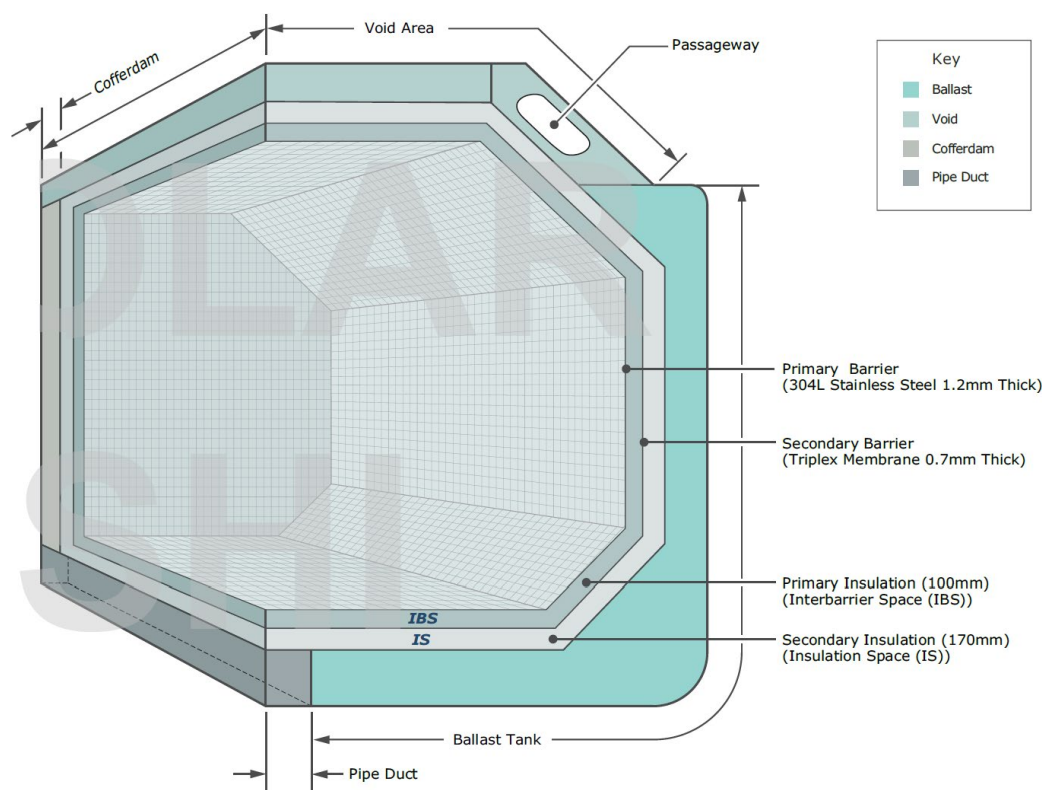
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 42 di 43	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Il guscio esterno di ciascun serbatoio GNL sarà rivestito internamente con il sistema integrato di contenimento e isolamento costituito da:

- una membrana sottile e flessibile chiamata membrana primaria, che è a contatto con il carico di GNL, costituita da un insieme di lamiere grecate di spessore 1,2 mm, realizzate in acciaio inox AISI304L e saldate sovrapposte tra loro;
- uno strato di Perlite chiamato isolamento primario;
- una seconda membrana flessibile simile alla prima chiamata membrana secondaria, costituita da un materiale composito formato da un foglio di alluminio da 70 micron accoppiato tra due strati di rivestimento vetroso (spessore totale 0,7 mm);
- un secondo strato di Perlite a contatto con lo scafo interno detto isolamento secondario.

I due strati di membrane e isolamento consentiranno, in caso di trafilamento nella barriera primaria, di contenere il carico all'interno della barriera secondaria.

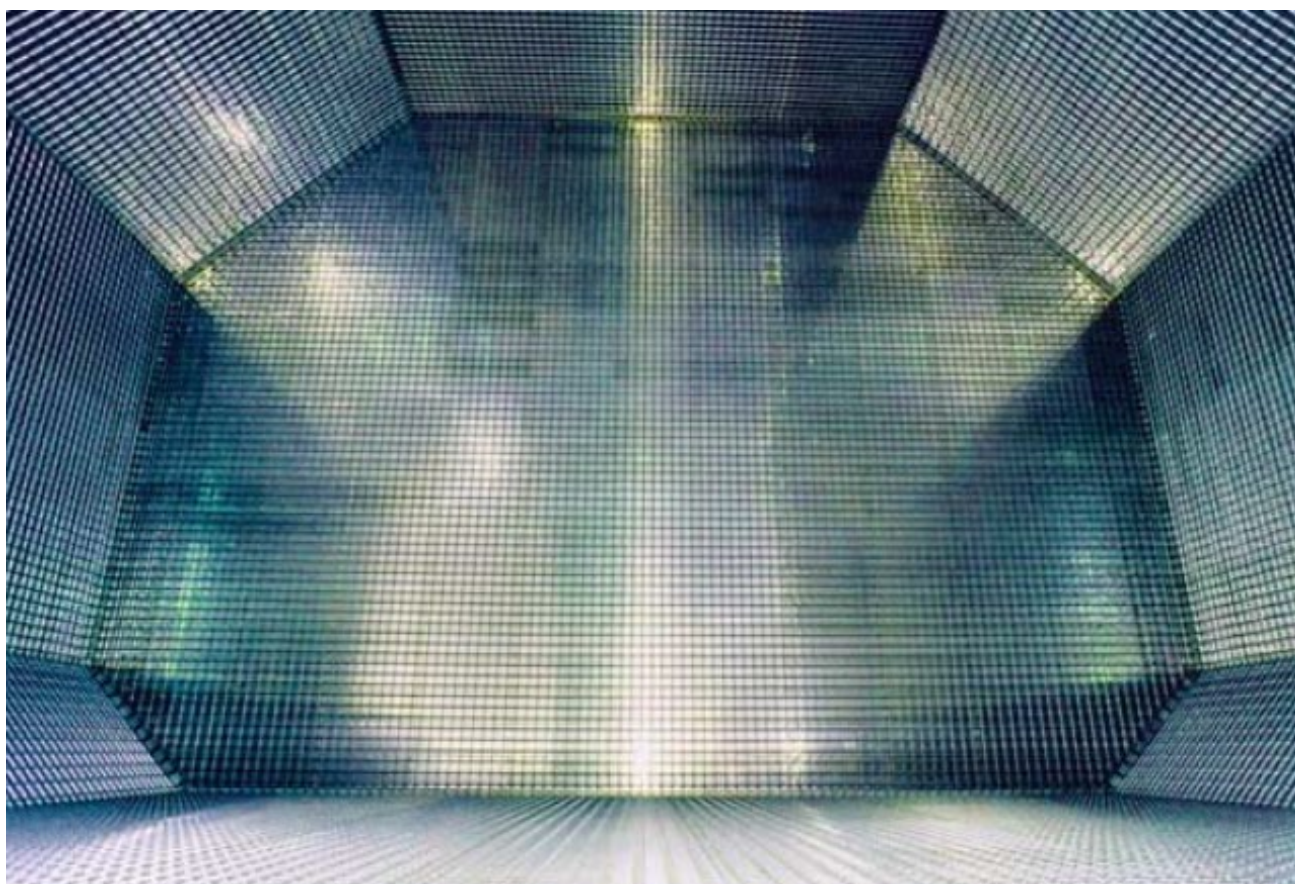


**Figura 11: Struttura Cargo Tank**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 43 di 44	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### MARK III CARGO TANK INTERNAL STRUCTURE



**Figura 12: Struttura interna Cargo Tank**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 44 di 45	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

La FSRU sarà dotata di quattro (4) serbatoi, con le seguenti caratteristiche:

- Capacità massima di stoccaggio (assunto il 98,5% volume utile):
  - Serbatoio n. 1 da 23.908,9 m<sup>3</sup>;
  - Serbatoio n. 2 da 47.911,7 m<sup>3</sup>;
  - Serbatoio n. 3 da 47.918,3 m<sup>3</sup>;
  - Serbatoio n. 4 da 47.920,7 m<sup>3</sup>;
- Pressione operativa interna (set PSV): 0,25 barg (LNG Carrier mode) – 0,7 barg (LNG FSRU mode).
- Altezza di riempimento consentita: Inferiore 2,75 m dal fondo del serbatoio, Superiore pari al 70% del riempimento nominale.
- Temperatura operativa GNL: -163 °C.

La capacità totale di stoccaggio della FSRU sarà limitata dal livello minimo di pescaggio, per garantire una distanza di sicurezza tra lo scafo della nave e il fondale marino.

#### *Descrizione delle pompe LNG Feed, di alimentazione della sezione di rigassificazione*

Le pompe LNG Feed avranno lo scopo principale di alimentare la sezione di rigassificazione. Sono previste 4 pompe, una per ciascun serbatoio.

Le pompe avranno ognuna le seguenti caratteristiche:

- centrifughe verticali monostadio;
- portata di 650 m<sup>3</sup>/h a 190 m di prevalenza di GNL;
- del tipo a motore sommerso, con gli avvolgimenti del motore raffreddati dal GNL pompato;
- GNL utilizzato come fluido per lubrificare e raffreddare la pompa e i cuscinetti del motore.

Le pompe saranno protette, in caso di bassa portata, da linee di minimo ricircolo dedicate. Un controllore di pressione su ogni linea di mandata GNL comanderà l'apertura/chiusura della relativa valvola di regolazione sulla linea di ricircolo. Il fluido ricircolato sarà convogliato di nuovo verso i serbatoi di stoccaggio.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 45 di 46	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### *Descrizione delle Pompe Stripping/spray*

Le pompe Stripping/spray, una per ciascun serbatoio, saranno utilizzate per le operazioni di:

- Ricircolo del GNL nel singolo serbatoio, prima della fase di riempimento dei serbatoi per assicurare il raffreddamento, e durante la stessa fase per evitare la stratificazione e garantire una temperatura uniforme.
- Ricircolo del GNL nelle linee nel caso di stand-by dell'impianto (condizione B.1, si veda paragrafo B.3.1.1).
- Start-up e commissioning.

Le pompe avranno le seguenti caratteristiche:

- elettropompe fisse azionate da motore elettrico di tipo centrifugo;
- portata di 50 m<sup>3</sup>/h a 145 m di prevalenza di GNL;
- a motore sommerso, con gli avvolgimenti del motore raffreddati dallo stesso GNL movimentato, che sarà utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa e i cuscinetti del motore.

Le pompe saranno protette, in caso di bassa portata, da linee di minimo ricircolo dedicate. Un controllore di pressione su ogni linea di mandata GNL comanderà l'apertura/chiusura della relativa valvola di regolazione sulla linea di ricircolo. Il fluido ricircolato sarà convogliato di nuovo verso i serbatoi di stoccaggio.

#### *Descrizione delle pompe di carico principali (Main cargo pumps)*

Ciascun serbatoio sarà dotato di due pompe di carico principali "Cargo pumps" che saranno utilizzate per le operazioni di caricamento delle navi metaniere. Per il servizio di rigassificazione e carico GNL su nave metaniera (che come anticipato è in fase di valutazione e quindi non analizzato nel presente RdSp) queste pompe invierebbero il GNL dai serbatoi di stoccaggio della FSRU alla nave metaniera da caricare.

Le pompe avranno le seguenti caratteristiche:

- di tipo centrifugo;
- verticali monostadio ad azionate da motori elettrici;
- portata di 1750 m<sup>3</sup>/h a 160 m di prevalenza di GNL;
- a motore sommerso, con gli avvolgimenti del motore raffreddati dallo stesso GNL movimentato, che sarà utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa e i cuscinetti del motore.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 46 di 47	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### B.3.2.4 Sistema ricircoli GNL

Le linee GNL della FSRU prevedono un sistema di ricircolo del fluido nella condizione in cui la tubazione non è in servizio. L'impianto sarà predisposto con linee dedicate ai ricircoli gestite mediante valvole di regolazione della portata; nello specifico:

- Una linea dal collettore GNL principale alle manichette di carico GNL verso nave metaniera, per permettere il raffreddamento delle linee di trasferimento da/verso i serbatoi della FSRU;
- Una linea dal collettore a valle delle pompe di alta pressione "HP Booster", per permettere il raffreddamento del ricondensatore, delle pompe di alta pressione e delle relative linee di collegamento.

#### B.3.2.5 Ricondensatore BOG

Il GNL che proviene dai serbatoi viene inviato, tramite i compressori BOG "Low Duty" (LD), al ricondensatore del BOG (sigla VX-0050 sulla nave GOLAR Tundra) la cui funzione è quella di condensare il BOG che si genera nell'impianto per contatto diretto con una corrente fredda di GNL e di alimentare gli skid di rigassificazione (ed in particolare le pompe di alta pressione).

Il ricondensatore garantisce inoltre un hold-up di GNL anche nel caso in cui le pompe di alimentazione degli skid di rigassificazione (pompe LNG Feed) fossero ferme.

Nella parte inferiore del ricondensatore entra la corrente di GNL proveniente dal collettore GNL principale ed esce per l'alimentazione delle pompe ad alta pressione (HP Booster pompe).

Una linea GNL permette il by-pass del ricondensatore nel caso in cui la portata di GNL è superiore alla capacità dell'apparecchiatura, inviando il fluido direttamente alle pompe ad alta pressione.

Il ricondensatore BOG sarà dimensionato per ricondensare il BOG generato nella condizione A.1 (si veda paragrafo B.3.1.1) con massima portata di rigassificazione.

#### B.3.2.6 Pompe Alta Pressione (HP Booster)

La FSRU sarà dotata di 3 skid di rigassificazione, ognuno dei quali avrà come principali apparecchiature 2 pompe ad alta pressione (A e B) e 2 vaporizzatori ad acqua mare.

Le pompe ad alta pressione prelevano il GNL dal ricondensatore e lo inviano ai vaporizzatori ad acqua mare.

Le pompe, 6 in tutto, avranno ognuna le seguenti caratteristiche:

- verticali multistadio;
- portata di 260 m<sup>3</sup>/h;
- pressione di mandata 126 barg.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 47 di 48	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Queste pompe consentono di portare il GNL ad una pressione di circa 100 barg (a seconda della portata e della composizione del GNL): l'alta pressione è necessaria in quanto i vaporizzatori ad acqua mare lavorano ad una pressione superiore alla pressione supercritica del gas naturale (funzione della composizione del GNL e considerata compresa in un range tra 50 e 75 bar).

Le pompe di alta pressione sono protette ognuna da una propria linea di minimo ricircolo che invia il GNL verso il ricondensatore del BOG (VX-0050). È prevista una linea di bypass (delle pompe di alta pressione) dedicata al ricircolo di GNL per il raffreddamento delle linee in mandata delle pompe nel caso di non operabilità dei treni di rigassificazione.

#### **B.3.2.7 Vaporizzatori GNL**

La FSRU sarà dotata di 3 skid di rigassificazione, ognuno dei quali avrà come principali apparecchiature 2 pompe ad alta pressione (A e B) e 2 vaporizzatori ad acqua mare.

Ciascuno degli skid ha una potenzialità di 250 MMSCFD e pertanto la capacità di rigassificazione di picco della FSRU è di 750 MMSCFD; la capacità minima è pari a 50 MMSCFD.

I vaporizzatori (con sigle E-101/102/103 sulla nave GOLAR Tundra) saranno scambiatori shell & tube. L'acqua mare, ad una temperatura superiore a 14°C, sarà alimentata dalle pompe acqua mare a circa 5 barg lato mantello e uscirà dai vaporizzatori ad una temperatura superiore a 5°C (per evitare fenomeni di gelo). Il GNL sarà alimentato lato tubi dalle pompe HP Booster, ad una temperatura di circa -150°C e a circa 120 barg, e uscirà dai vaporizzatori a circa 8°C.

#### **Descrizione del sistema acqua di vaporizzazione**

La presa dell'acqua di mare necessaria alla vaporizzazione avviene tramite 3 pompe di sollevamento, ognuna delle quali con una portata di 6.000 m³/h: ogni vaporizzatore viene alimentato con circa 3.000 m³/h di acqua mare e almeno due pompe devono essere in servizio per il funzionamento di uno skid di rigassificazione. Per rimuovere impurezze dall'acqua di mare, sono installati tre filtri per ciascuna pompa.

Le tre pompe sono posizionate in una vasca dedicata internamente alla FSRU. L'adduzione dell'acqua del porto avviene per mezzo di un'apertura presente sullo scafo.

#### **B.3.2.8 Sistema di invio Gas Naturale da FSRU a metanodotto in piattaforma**

Il gas naturale in uscita dai vaporizzatori viene quindi sottoposto a misura (non fiscale) e poi inviato al metanodotto in piattaforma. Il sistema di misura, a bordo FSRU, comprende la strumentazione di misura (con gascromatografi) e il sistema di controllo della pressione della sezione di uscita dalla FSRU.

L'invio al metanodotto sarà realizzato mediante 2 bracci di carico ad alta pressione da 12", collegati ai due punti di mandata del collettore di uscita del gas naturale ad alta pressione (lato nave) mediante valvole a sgancio rapido.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 48 di 49	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

L'impianto prevede un sistema di protezione in caso di sovrappressione (HIPPS) a bordo della FSRU prima dei bracci di scarico GN.

#### B.3.2.9 *Metanodotto in piattaforma*

Il metanodotto sulla struttura di ormeggio sarà alimentato dalla FSRU mediante i bracci di scarico ad alta pressione appena descritti.

Il fluido rigassificato sarà scaricato ad una temperatura nel range  $3^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  ed alla pressione nel range 80-100 barg. Il metanodotto sarà predisposto con quattro connessioni flangiate 26" rating ANSI 900# e valvole di intercetto SDV di pari diametro.

La condotta avrà un diametro 26" (DN 650) e collegherà i bracci di carico al metanodotto sottomarino, che inizia a sud della struttura di ormeggio.

La condotta in piattaforma sarà dotata di caratteristiche REI 60, al fine di resistere ad un livello di irraggiamento superiore a  $12,5 \text{ kW/m}^2$  per almeno 60'.

Il limite di batteria del Terminale è ubicato a monte della valvola di intercetto linea, alla fine del metanodotto di piattaforma e prima dell'inizio del metanodotto sottomarino.

**Il tracciato del metanodotto in piattaforma è riportato nella planimetria in Allegato A.2.3.**

#### B.3.2.10 *Sistema di gestione BOG*

Negli impianti GNL, nonostante serbatoi, tubazioni e apparecchiature siano opportunamente coibentate per limitare le dispersioni termiche, è comunque fisicamente impossibile annullare il trasferimento di calore dall'ambiente esterno verso il GNL (mantenuto a  $-160^{\circ}\text{C}$ ). Questo fa sì che il GNL tende a scaldarsi e quindi, seppur in minima parte, a tornare allo stato vapore.

Il BOG (boil-off gas) quindi, è quella quota parte di GNL che a causa dei suddetti input termici torna allo stato vapore.

Altri fattori che determinano la produzione di BOG sono:

- Variazione della pressione (diminuzione) nei serbatoi di stoccaggio di GNL.
- Calore assorbito da macchine operatrici.
- Respirazione dei serbatoi di stoccaggio GNL durante le fasi di Caricamento/Scaricamento.
- Flash adiabatico del GNL durante le fasi di Caricamento/Scaricamento.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 49 di 50	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

La gestione del BOG presente in impianto è effettuata in modo differente in funzione delle condizioni di funzionamento (si veda paragrafo B.3.1.1): la FSRU è dotata di compressori “Low Duty” (LD) e “High Duty” (HD) che vengono attivati nelle condizioni di seguito descritte e sono posizionati nella sala macchine sul ponte principale.

Il BOG generato dall'impianto nella condizione A.1 (servizio di rigassificazione) viene raccolto dal collettore BOG principale e, tramite i compressori LD, inviato al ricondensatore (VX-0050) per il recupero del GNL (il BOG potrebbe anche essere utilizzato come combustibile dai motori della nave).

I compressori LD saranno 2 con le seguenti caratteristiche principali:

- Tipo centrifugo, a 4 stadi con unica velocità.
- Portata 4.430 m³/h.
- Pressione in uscita 6,5 barA.

Durante le operazioni di scarico GNL da nave metaniera (Condizione A.2 Servizio di rigassificazione e scarico GNL da nave metaniera), il sistema di gestione del BOG invierà parte dei vapori presenti in impianto alla nave metaniera, in modo da compensare lo svuotamento dei serbatoi della nave metaniera con una portata volumetrica pari al flusso di GNL scaricato. Tale invio avverrà mediante i compressori HD.

I compressori HD saranno 2 con le seguenti caratteristiche principali:

- Tipo centrifugo, a singolo stadio con velocità fissa.
- Portata 28.500 m³/h.
- Pressione in uscita 2,0 barA.

Nel caso in cui il BOG presente nell'impianto non fosse completamente smaltito dal ricondensatore e/o dal ritorno vapori alla nave metaniera, la quota parte di BOG in eccesso sarà inviata ad un sistema di combustione gas (GCU). Tale sistema è composto da bruciatore a induzione con sistema di accensione ridondante, camera di combustione, quattro ventole di combustione e diluizione ed un quadro elettrico dedicato.

È in fase di valutazione l'installazione di un compressore di “Minimum Send Out” per inviare il BOG in eccesso in rete anziché all'unità GCU.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 50 di 51	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### **B.3.2.11** *Correzione Indice di Wobbe*

L'impianto prevede un sistema di correzione dell'indice di Wobbe, necessario a garantire la qualità di gas naturale inviato alle utenze entro dei requisiti specifici in termini di intercambiabilità.

La correzione dell'indice di Wobbe potrebbe avvenire, se necessario, direttamente all'interno del ricondensatore della FSRU tramite l'iniezione di azoto, in modo da ridurre il valore del Potere Calorifico Superiore (PCS).

Si segnala che tale impianto non prevede l'impiego di sostanze pericolose ai fini D.Lgs. 105/2015 in quanto utilizza azoto e aria compressa.

L'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe sarà posizionato in adiacenza a PDE (Punto Di Entrata) e impianto di regolazione filtraggio e misura del gas naturale di Ravenna e sarà di pertinenza del Terminale (2d in Figura 1).

#### **B.3.2.12** *Reti di servizio*

Il Terminale sarà dotato di reti di servizio per aria compressa, azoto, acqua mare, acqua dolce e acqua demineralizzata.

##### **B.3.2.12.1** *Aria compressa*

L'aria compressa sarà prodotta a bordo della FSRU e tutti i componenti del sistema esposti all'ambiente marino saranno realizzati con materiali appropriati o adeguatamente rivestiti per evitare la corrosione dovuta all'ingresso di aria umida.

I compressori d'aria saranno del tipo a vite con trasmissione a cinghia, raffreddati a liquido; ognuno di essi ha una portata di 314 Nm<sup>3</sup>/h con una pressione di mandata di 8 bar. I compressori saranno alloggiati in involucri antirumore che conterranno i motori elettrici di azionamento, i compressori e gli scambiatori di calore.

Il compressore in servizio si avvierà automaticamente quando la pressione scende a 6 bar e si spegnerà nuovamente quando la pressione torna a 8 bar. Quando si verifica un forte consumo d'aria, il primo compressore (in servizio) si avvia al raggiungimento dei 6 bar; se la pressione continua a scendere fino a 5 bar o oltre, si avvia il secondo compressore (in stand-by).

In piattaforma non è prevista l'installazione di aria compressa; tutte le valvole saranno movimentate da rack di azoto oppure avranno un attuatore elettrico.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 51 di 52	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### B.3.2.12.2 Azoto

La FSRU è equipaggiata con due generatori di azoto, installati all'interno della sala macchine. L'azoto gassoso prodotto a bordo viene utilizzato per i seguenti scopi:

- Pressurizzare l'interbarriera dei serbatoi di GNL.
- Fungere da gas di tenuta per i compressori di alta e bassa pressione.
- Estinguere eventuali fiamme innescate sugli sfiati.
- Flussare le tubazioni (es. linee di carico GNL, linee di BoG).
- Controllare la pressione nel ricondensatore.

In piattaforma l'azoto sarà stoccato in rack di bombole e sarà utilizzato per la movimentazione delle valvole.

#### B.3.2.12.3 Sistema Acqua Mare

Si rimanda al paragrafo B.3.2.6 per la descrizione del sistema acqua di vaporizzazione (acqua mare).

Per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema di acqua di mare, è presente un sistema antivegetativo che prevede l'iniezione di ipoclorito.

La FSRU è dotata di un sistema di produzione di ipoclorito attraverso il processo di elettrolisi dell'acqua di mare.

Il sistema antivegetativo protegge tutte le parti a contatto con acqua di mare: prese a mare, tubazioni e scambiatori di calore per la rigassificazione.

#### B.3.2.12.4 Acqua Dolce e Demineralizzata

L'acqua dolce è prodotta a bordo da due generatori, ciascuno dotato di scambiatore di calore con il sistema di propulsione principale per il riscaldamento. L'acqua prodotta dai generatori passa attraverso il filtro di re-indurimento (aumento della durezza, del PH e della componente minerale) ed attraverso lo sterilizzatore agli ioni di argento, prima di essere convogliata nei serbatoi di stoccaggio. Lo sterilizzatore fornisce una riserva di ioni d'argento nell'acqua, mantenendola in una condizione sterile durante la conservazione. L'unità mineralizzante contiene minerali che reagiscono con l'acidità naturale dell'acqua per formare un sale neutro portando il valore del pH ad oltre sette.

La nave dispone di due serbatoi di stoccaggio, uno su ogni lato, di capacità pari a circa 190 m<sup>3</sup> ciascuno. I serbatoi possono essere riempiti anche da terra mediante opportune prese di riempimento situate a livello del ponte di ormeggio (su entrambi i lati).

L'acqua demineralizzata sarà prodotta a bordo della FSRU secondo necessità.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 52 di 53	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### B.3.2.12.5 Sistema Acque Reflue e Gestione delle Acque Oleose

Si rimanda al paragrafo E.1.

#### B.3.2.12.6 Stoccaggio e circuito carburanti

La nave FSRU è dotata di serbatoi di stoccaggio di carburanti liquidi, che utilizza per l'alimentazione del sistema di propulsione. I carburanti liquidi impiegati, in aggiunta e/o in alternativa al BOG, sono:

- Olio Combustibile (HFO RMG 380 - ISO 8217-2010).
- Marine Diesel Oil (MDO ISO8217: 2010, DMB).
- Marine Gasoil (ISO8217: 2010, DMA).

Lo schema con il sistema di stoccaggio e movimentazione dei carburanti liquidi è disponibile in **Allegato B.3.2**.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 53 di 54	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### B.3.3 Schema a blocchi e schema di processo

Lo Schema a Blocchi del Terminale è riportato in **Allegato B.3.3-A**, mentre gli Schemi di Processo Semplificati (PFD) sono forniti in **Allegato B.3.3-B**.

Si inseriscono inoltre in **Allegato B.3.3-B** i P&ID per le modifiche alla struttura di ormeggio del terminale, relative alle sezioni interamente progettate ex novo per il progetto in analisi.

### B.3.4 Capacità produttiva

L'impianto sarà progettato con le capacità operative necessarie a garantire i parametri operativi riassunti nella seguente tabella.

Descrizione	Unità	Valore
<b>Capacità serbatoi GNL</b>		
Capacità dei serbatoi FSRU	m <sup>3</sup>	170.000
Massimo stoccaggio operativo FSRU	m <sup>3</sup>	168.000
Capacità dei serbatoi nave metaniera	m <sup>3</sup>	170.000
<b>Portata</b>		
Portata di GN rigassificato – di picco	Sm <sup>3</sup> /h	883.000
	MMSCFD	750
Portata di GN rigassificato – continua	Sm <sup>3</sup> /h	141.000
	MMSCFD	120
Portata di GN rigassificato – minima	Sm <sup>3</sup> /h	59.000
	MMSCFD	50
Portata GNL di scarico da nave metaniera - massima	m <sup>3</sup> /h	9.000
Portata GNL di scarico da nave metaniera - media	m <sup>3</sup> /h	8.000
<b>Pressione</b>		
Massima pressione GN ad onshore	barg	120
Pressione operativa GN verso le Utenze	bara	80
Pressione operativa serbatoi FSRU	bara	1,25
<b>Temperatura</b>		
GNL da nave metaniera a FSRU	°C	-160
Ritorno vapori da FSRU a Shuttle carrier	°C	minore di -110
GN all'uscita dalla FSRU	°C	>3; <50
Acqua di mare in ingresso	°C	14
Acqua di mare <b>in uscita</b>	°C	> 5

**Tabella 6: Capacità produttiva e parametri operativi**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 54 di 55	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### B.3.5 Informazioni relative alle sostanze pericolose

Le informazioni sulle sostanze e/o miscele pericolose presenti nello Stabilimento e riportate in Allegato 1 del D.Lgs. 105/15, sono contenute nelle schede di sicurezza riportate in **Allegato I.2**. Tali schede sono fornite a titolo di esempio, non essendo in questa fase ancora disponibili quelle specifiche dei Fornitori che saranno selezionati durante l'operatività del Terminale.

Le schede di Sicurezza sono elaborate in accordo al Regolamento "Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemical substances – REACH e 1272/2008/CE Classification, Labelling and Packaging – CLP".

#### B.3.5.1 *Classificazione delle sostanze*

La principale sostanza pericolosa ai sensi del D.Lgs. 105/15 all'interno del Terminale di Ravenna sarà il Gas Naturale, sia liquefatto che in fase gas, una miscela di composizione variabile il cui componente principale è il metano.

Presso il terminale saranno presenti altre sostanze ricomprese tra quelle riportate in Allegato 1 al D.Lgs. 105/15 che, tuttavia, non costituiranno possibili fonti di incidenti rilevanti, in virtù delle quantità detenute, delle condizioni in cui sono stoccate/processate e delle misure di prevenzione/protezione e di mitigazione dei rilasci adottate. Tra queste rientrano in particolare:

- il gasolio, utilizzato sia a bordo della FSRU che in piattaforma a servizio del generatore di emergenza e delle motopompe antincendio;
- l'olio combustibile, utilizzato a bordo della FSRU come combustibile;
- l'ipoclorito di sodio, comunemente utilizzato come antivegetativo per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema di acqua di mare.

Tali sostanze saranno presenti in quantità significativamente inferiori rispetto ai limiti indicati nell'Allegato 1 del D.Lgs. 105/15 e saranno stoccate e movimentate in modo che eventuali perdite siano contenute e che la possibilità di contaminazione dei recettori ambientali sia estremamente remota. In particolare si confermerà la presenza dell'ipoclorito di sodio nella successiva fase di Rapporto di Sicurezza definitivo, in quanto la FSRU sarà dotata di un sistema antivegetativo che potrebbe evitare l'utilizzo di tale sostanza.

Saranno inoltre presenti oli di lubrificazione delle macchine e/o dei motori a bordo della FSRU: comunemente tali oli sono caratterizzati dall'assenza di classificazione come sostanze pericolose ai sensi del Regolamento CE n. 1272/2008 e s.m.i. CLP.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 55 di 56	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Le sostanze classificate come pericolose ai sensi del D.Lgs. 105/2015 previste presso lo Stabilimento oggetto del presente Rapporto di Sicurezza sono riportate nella tabella seguente e, con riferimento al medesimo Decreto, sono corredate con la classificazione di pericolo e le frasi di rischio H secondo il Regolamento CE n. 1272/2008 e s.m.i.

SOSTANZA	CLASSIFICAZIONE REGOLAMENTO CLP 1272/2008
Gas naturale	H220 – Gas estremamente infiammabile
Gasolio	H226 – Liquido e vapori infiammabili H304 – Nocivo: può provocare danni ai polmoni in caso di ingestione e penetrazione nei polmoni H315 – Provoca irritazione cutanea H332 – Nocivo se inalato H351 – Sospettato di provocare il cancro H373 – Può provocare danni agli organi in caso di esposizione ripetuto o prolungata H411 – Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
Olio Combustibile	H332 - Nocivo se inalato H350 - Può provocare il cancro H361d - Sospettato di nuocere al feto H373 - Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta (sangue, timo, fegato) H400 - Molto tossico per gli organismi acquatici H410 - Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
Ipoclorito di Sodio	H290 - Può essere corrosivo per i metalli H314 - Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari H410 - Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.

**Tabella 7: Classificazione delle sostanze pericolose presenti**

Per quanto riguarda la sostanza principale, il gas naturale è un gas infiammabile non tossico composto da una miscela di metano (CH<sub>4</sub>), che è il componente principale, e piccole quantità di altri idrocarburi leggeri che può variare entro limiti definiti, a seconda della provenienza.

Il GNL è ottenuto raffreddando il gas naturale a una temperatura inferiore al punto di ebollizione (a pressione atmosferica) di circa -162 °C. Questo processo di liquefazione riduce il volume del gas di un fattore 600, rendendolo uno stato molto più efficiente per lo stoccaggio e il trasporto.

Quando il GNL viene riscaldato e torna allo stato gassoso, è infiammabile in un intervallo di concentrazioni in aria variabile in funzione dell'esatta composizione del GNL stesso. Prendendo a riferimento il metano, suo costituente principale, il limite inferiore di infiammabilità è pari a 4,4% (44.000 ppm) e quello superiore è pari a 15% (150.000 ppm) circa.

Il GNL ha un punto di infiammabilità di -187 °C e una temperatura di autoaccensione di circa 650 °C.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 56 di 57	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Nelle seguenti tabelle sono riportate le proprietà fisiche previste per il Gas Naturale in uscita dal Terminale e due esempi di composizione tipica del GNL in arrivo al Terminale.

Proprietà	Valore di accettazione	Unità di misura
Acido solfidrico (H <sub>2</sub> S)	<6	mg/Sm <sup>3</sup>
Zolfo mercaptano	<15	mg/Sm <sup>3</sup>
Zolfo totale	<150	mg/Sm <sup>3</sup>
Potere calorifico lordo	38,18 ÷ 43,18	MJ/Sm <sup>3</sup>
Indice di Wobbe	47,31 ÷ 52,13	MJ/Sm <sup>3</sup>
Regolazione dell'indice di Wobbe (Nota 1)	52,13 ÷ 53,17	MJ/Sm <sup>3</sup>
Densità GNL	430 ÷ 470	Kg/m <sup>3</sup>

*Nota 1: intervallo indicativo di utilizzo dei sistemi di regolazione WI che devono essere presenti sulla FSRU*

**Tabella 8: Proprietà fisiche accettabili secondo il Codice di Rete**

Componente	Unità di Misura	GNL leggero	GNL pesante
Metano	% mol	97,256	89,570
Etano	% mol	1,741	6,890
Propano	% mol	0,069	2,610
Normal Butano	% mol	0,113	0,480
Iso Butano	% mol	0,008	0,300
Normal Pentano	% mol	0,000	0,020
Iso Pentano	% mol	0,002	0,030
Azoto	% mol	0,812	0,100
Densità liquido	kg/m <sup>3</sup>	448,75	462,54
Indice di Wobbe	MJ/Sm <sup>3</sup> kcal/Sm <sup>3</sup>	51,76 12363	52,387 12512
Temperatura (nota 1)	°C	-162	-162

**Tabella 9: Composizione del GNL**

Come si evince dalla tabella sopra riportata, il costituente principale del gas naturale (sia che si tratti di "GNL leggero" che di "GNL pesante") è il metano che, pertanto, è stato preso a riferimento per la simulazione delle conseguenze degli scenari incidentali.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 57 di 58	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### B.3.5.2 Fasi dell'attività in cui le sostanze intervengono o possono intervenire

Le fasi delle attività in cui le sostanze intervengono, possono essere ricavate:

- dallo schema generale a blocchi;
- dagli schemi dei singoli impianti.

In particolare, il GNL interviene nelle fasi operative di scarico nave metaniera, stoccaggio e rigassificazione.

Il Gas Naturale ed il BOG intervengono nelle fasi operative di scarico nave metaniera, stoccaggio, rigassificazione, ed invio al metanodotto in piattaforma. Il gasolio viene utilizzato per l'alimentazione del generatore di emergenza e della motopompa antincendio.

L'olio combustibile viene usato come combustibile per i motori della nave FSRU.

L'ipoclorito di sodio è utilizzato come antivegetativo per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema ad acqua di mare.

#### B.3.5.3 Quantità effettiva massima prevista

Le quantità massime delle sostanze rientranti nell'Allegato 1 del D.Lgs. 105/15 presenti in impianto sono riportate nella tabella in **Allegato I.4** al presente documento.

Le tabelle seguenti riportano i quantitativi totali di sostanze (o categorie di sostanze) presenti all'interno dello Stabilimento (impianti e stoccaggi), classificate come pericolose e rientranti nel campo di applicazione del D.Lgs. 105/2015 (Allegato 1).

Il gas naturale rientra tra le sostanze pericolose specificate nella parte 2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 105/15, "18. Gas liquefatti infiammabili, categoria 1 o 2 (compreso GPL), e gas naturale" e sarà presente in quantità maggiori rispetto alla soglia superiore di cui al succitato allegato (200 t). La sua pericolosità è legata principalmente alla elevata infiammabilità (indicazione di pericolo H220).

Il gasolio e l'olio combustibile rientrano tra le sostanze pericolose specificate nella parte 2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 105/15, "34. Prodotti petroliferi e combustibili alternativi". Saranno presenti a temperatura atmosferica all'interno di serbatoi di stoccaggio dedicati. La principale caratteristica di pericolosità per entrambi i prodotti, nelle condizioni di utilizzo previste, è la tossicità nei confronti dell'ambiente acquatico (indicazione di pericolo H411).

L'ipoclorito di sodio rientra nella categoria E1 di cui alla parte 1 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 105/15, "Pericoloso per l'ambiente acquatico, categoria di tossicità acuta 1 o di tossicità cronica 1". Utilizzato come antivegetativo nel sistema di acqua di mare, ha nella tossicità nei confronti dell'ambiente acquatico (indicazione di pericolo H410) la sua principale caratteristica di pericolosità.

Le quantità presenti saranno meglio definite nel Rapporto di Sicurezza definitivo.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 58 di 59	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Sostanze pericolose che rientrano nelle categorie di cui all'allegato 1, parte1, del decreto di recepimento della Direttiva 2012/18/UE						
Categorie delle sostanze pericolose	Categoria di pericolo di cui all'allegato 1, parte 1	Quantità presente	Requisiti di soglia inferiore	Requisiti di soglia inferiore	Indice di assoggettabilità per "stabilimenti di soglia inferiore"	Indice di assoggettabilità per "stabilimenti di soglia superiore"
		$q [t]$	$Q_{LX} [t]$	$Q_{UX} [t]$	$q_x/Q_{LX}$	$q_x/Q_{UX}$
<b>Sezione P - Pericoli fisici</b>						
P5c LIQUIDI INFIAMMABILI		<b>1.160</b>	<b>5.000</b>	<b>50.000</b>	<b>0,232</b>	<b>0,023</b>
Gasolio	P5c, E2	1.159,6	5.000	50.000	0,232	0,023
<b>Sezione E - Pericoli per l'ambiente</b>						
E1 Pericoloso per l'ambiente acquatico, categoria di tossicità acuta 1 o di tossicità cronica 1		<b>4.835</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>48,351</b>	<b>24,175</b>
Olio Combustibile	E1	4.774	100	200	47,739	23,869
Ipoclorito di sodio	E1	61,200	100	200	0,612	0,306
Sostanze pericolose elencate nell'allegato 1, parte 2 e che rientrano nelle sezioni/voci di cui all'allegato 1, parte1, del decreto di recepimento della Direttiva 2012/18/UE						
Denominazione sostanza	Categoria di pericolo di cui all'allegato 1, parte 1	Quantità presente	Requisiti di soglia inferiore	Requisiti di soglia inferiore	Indice di assoggettabilità per "stabilimenti di soglia inferiore"	Indice di assoggettabilità per "stabilimenti di soglia superiore"
		$q [t]$	$Q_{LX} [t]$	$Q_{UX} [t]$	$q_x/Q_{LX}$	$q_x/Q_{UX}$
18. Gas liquefatti infiammabili, categoria 1 o 2 (compreso GPL), e gas naturale (cfr. nota 19)		<b>81.864</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>1.637,277</b>	<b>409,319</b>
Gas Naturale	P2	81.864	50	200	1.637,277	409,319
34. Prodotti petroliferi e combustibili alternativi		<b>5.933</b>	<b>2.500</b>	<b>25.000</b>	<b>2,373</b>	<b>0,237</b>
Gasolio	P5c, E2	1.160	2.500	25.000	0,464	0,046
Olio Combustibile	E1	4.774	2.500	25.000	1,910	0,191

**Tabella 10: Quantitativi di sostanze pericolose previste**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 59 di 60	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Come anticipato in premessa, il Terminale ricade nel campo di applicazione dell'art. 15 D.Lgs. 105/2015 in quanto nei suoi impianti e stoccaggi sono presenti sostanze pericolose in quantitativi superiori a quelli riportati in allegato 1 al citato decreto, colonna 3.

Di seguito sono riportati i calcoli per la determinazione del campo di applicazione del citato decreto.

L'assoggettabilità al citato decreto si determina valutando se le sommatorie dei rapporti (R) tra le quantità delle sostanze presenti (Q) e le soglie delle stesse riportate nell'allegato 1, colonna 3, parte 1 e 2 è maggiore o uguale a 1.

La Tabella 11 riporta le sostanze presenti suddivise secondo le categorie dell'Allegato 1 del citato decreto, con le relative soglie di riferimento.

Applicazione delle regole per i gruppi di categorie di sostanze pericolose di cui alla nota 4 dell'allegato 1, punti a, b e c, del decreto di recepimento della Direttiva 2012/18/UE			
Colonna 1		Colonna 2	Colonna 3
Gruppo		Sommatoria per "stabilimenti di soglia inferiore"	Sommatoria per "stabilimenti di soglia superiore"
		$q_x/Q_{LX}$	$q_x/Q_{UX}$
a)	Sostanze pericolose elencate nella parte 2 che rientrano nella categoria di tossicità acuta 1, 2 o 3 (per inalazione) o nella categoria 1 STOT SE con le sostanze pericolose della sezione H, voce da H1 a H3 della parte 1	0,000	0,000
b)	Sostanze pericolose elencate nella parte 2 che sono esplosivi, gas infiammabili, sostanze e miscele autoreattive, perossidi organici, liquidi e solidi piroforici, liquidi e solidi comburenti, con le sostanze pericolose della sezione P, voce da P1 a P8 della parte 1	1.637,973	409,389
c)	Sostanze pericolose elencate nella parte 2 che rientrano tra quelle pericolose per l'ambiente acquatico nella categoria di tossicità acuta 1 o nella categoria di tossicità cronica 1 o 2 con le sostanze pericolose della sezione E, voci da E1 ad E2 della parte 1	50,724	24,413

**Tabella 11: Inquadramento del Terminale rispetto al D.Lgs. 105/2015**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 60 di 61	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### **B.3.5.4** *Comportamento chimico-fisico nelle condizioni normali di utilizzazione durante il processo*

In condizioni operative normali il GNL e del Gas Naturale non presentano fenomeni di instabilità connessi a reazioni chimiche o a comportamenti anomali.

Il GNL, essendo gas liquefatto, durante la movimentazione e lo stoccaggio tende a evaporare, portandosi allo stato gassoso e generando BOG. Il progetto del Terminale considera tale caratteristica e prevede sistemi di recupero del BOG evaporato e sistemi di protezione da eventuali sovrappressioni dimensionati adeguatamente.

#### **B.3.5.5** *Sostanze originabili da possibili anomalie di esercizio*

Presso il Terminale non saranno effettuati processi chimici ma unicamente operazioni di cambiamento di fase del GNL (vaporizzazione per produzione di gas naturale), operazioni di miscelazione del gas naturale con gas inerte (azoto) per la correzione dell'indice di Wobbe (ad es. all'interno del ricondensatore) e operazioni di stoccaggio e trasferimento (scarico nave metaniera, invio a metanodotto in piattaforma).

Tutte le unità saranno progettate in modo che in caso di anomalie dei parametri di processo il sistema e le logiche di controllo effettuino le azioni necessarie a portare le stesse unità in condizioni di sicurezza.

In caso di anomalia di processo, il GNL e il Gas Naturale non possono dare origine, per modificazione o trasformazione propria, a sostanze diverse da quelle normalmente presenti in impianto.

#### **B.3.5.6** *Incompatibilità delle sostanze*

Il gas naturale reagisce violentemente con sostanze ossidanti ed è incompatibile con alogeni e sostanze fortemente ossidanti (non presenti in impianto).

Data inoltre la caratteristica principale di infiammabilità del Gas Naturale, la principale sostanza che può favorire l'insorgere di incendi e/o esplosioni è l'aria, qualora si trovi in miscela con vapori di idrocarburi in concentrazione compresa entro i limiti di infiammabilità.

La progettazione e la conduzione degli impianti sono tese quindi ad annullare, o quantomeno a minimizzare le occasioni di contatto tra vapori idrocarburici ed aria. A tale scopo, per esempio, si massimizzano le configurazioni in cui si ha convogliamento degli scarichi di gas a vent che, favorendone la dispersione in quota, prevengono la formazione incontrollata di nubi di gas potenzialmente esplosive.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 61 di 62	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C. SICUREZZA DELLO STABILIMENTO

### C.1 ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA INCIDENTALE

#### C.1.1 Problemi noti di salute e sicurezza dell'impianto

##### *Problemi di salute*

Il Terminale non presenta particolari rischi per quanto riguarda aspetti inerenti alla sanità, se non pericolo di asfissia in caso di fuoriuscite in ambienti confinati/congestionati; infatti la principale sostanza trattata nell'impianto è il Gas Naturale, sostanza non tossica, né cancerogena.

Problemi noti di sanità sono legati ad infortuni sul lavoro nel suo termine più generale.

Per ulteriori dettagli, si rimanda alla consultazione delle Schede di Sicurezza riportate in allegato, che contengono le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle sostanze impiegate.

##### *Incendi ed esplosioni*

Per quanto riguarda la sicurezza, i problemi principali sono legati all'infiammabilità del gas naturale che può dare origine, in caso di rilascio, a fenomeni di incendio o esplosione che possono tuttavia verificarsi solamente in circostanze fisiche molto limitate. Infatti, il campo di infiammabilità del metano, principale componente del GNL, è compreso tra il 4,4% e il 15% in volume in una miscela d'aria, mentre l'auto-ignizione avviene solo a temperature molto elevate (superiori a 500 °C).

Inoltre, affinché una nube di gas naturale possa innescarsi, è necessaria la presenza di una sorgente di ignizione a elevata energia, come dimostrato da test sperimentali. Ad esempio, l'articolo "Tests and Studies on Pressurized LNG Leakage and Dispersion", SHU XIAOQIN, ZHAO XIN - China Huanqiu Contracting & Engineering (Beijing) Co. Ltd., presentato alla 19<sup>a</sup> conferenza internazionale sul GNL tenutasi a Shanghai nel 2019, descrive alcune prove sperimentali dove non è stato possibile innescare i vapori di GNL utilizzando scintille elettriche, anche dopo svariati tentativi, ma si è dovuto ricorrere all'utilizzo di una griglia a carbone. Anche in questo modo, tuttavia, sono serviti diversi minuti prima che la nube si innescasse; prima dell'innescio, sono stati osservati solamente fenomeni di combustione locali intorno alla griglia, senza che la fiamma fosse in grado di propagarsi all'indietro verso la sorgente di rilascio del GNL.

In generale, in funzione della fase rilasciata (liquida o vapore) possono instaurarsi i seguenti scenari incidentali (si vedano anche le descrizioni riportate nella "Guida tecnica di prevenzione incendi per l'analisi dei progetti di impianti di stoccaggio di GNL di capacità superiore a 50 tonnellate" della Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica del CNVVF).



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 62 di 63	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### *Rilasci in fase liquida (GNL)*

In caso di rilascio in fase liquida, il primo effetto che si presenta è la vaporizzazione istantanea di una parte del GNL fuoriuscito (flash), se mantenuto a temperatura superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica, per effetto dell'espansione dalle condizioni di processo alla pressione atmosferica. Il fenomeno del flash è tanto più significativo quanto maggiore è la differenza tra la temperatura a cui il GNL si trova all'interno della sezione interessata dal rilascio e la temperatura di equilibrio alla pressione atmosferica (temperatura di ebollizione) e, nel caso del GNL (temperature di poco superiori alla temperatura di ebollizione), la frazione di GNL che vaporizza per flash risulta in generale estremamente contenuta.

Relativamente alla quota parte di GNL che non vaporizza istantaneamente (flash) si possono presentare tre diversi casi:

1. **Getto liquido stabile:** se il liquido si trova al di sotto del punto di ebollizione alla pressione ambiente e fuoriesce come un getto di liquido intatto. In questo caso, il getto liquido riceve poco calore dall'aria circostante e ci si può aspettare che rimanga tutto liquido fino a quando non incontra una superficie, formando una pozza che, in presenza di innesco, originerà un Pool Fire. In assenza di innesco, il gas naturale tenderà a evaporare per scambio termico sia con la superficie su cui si è accumulato, sia con l'aria ambiente, formando una nube che si disperderà in atmosfera e che, in presenza di una sorgente di innesco ritardata, darà luogo a un Flash Fire o, in presenza di aree congestionate o confinate, a una UVCE;
2. **Getto meccanicamente frammentato:** se il liquido è al di sotto del punto di ebollizione alla pressione ambiente e fuoriesce come uno spruzzo di goccioline (spray). In questo caso il GNL non vaporizzato istantaneamente tenderà a evaporare per effetto dello scambio termico con l'atmosfera, prima di toccare il suolo. La quota parte che evapora è funzione, principalmente, dei seguenti fattori:
  - Condizioni ambientali: temperatura elevata, condizioni di elevata velocità del vento e condizioni atmosferiche turbolente favoriscono l'evaporazione.
  - Frazionamento del getto: quanto più piccola è la dimensione delle gocce (ovvero, quanto maggiore è il rapporto tra superficie e volume delle gocce), quanto maggiore sarà il rateo di evaporazione. Il frazionamento meccanico del getto è favorito dalle pressioni più elevate e dalle dimensioni del foro più piccole.
  - Turbolenza del getto: se la pressione è elevata, le gocce che si formano nel jet vengono sostenute in aria dalla forte turbolenza del getto.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 63 di 64	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- Quota di rilascio: quanto maggiore è la quota a cui viene rilasciato il GNL, tanto maggiore sarà il tempo che intercorre prima che le gocce tocchino terra e, quindi, tanto maggiore sarà la quantità di GNL evaporata.

La quota parte di GNL che non è vaporizzato istantaneamente (flash) e non è evaporato prima di toccare il suolo, prende il nome di "rain-out" e contribuisce alla formazione di una pozza di liquido sul terreno.

Gli scenari incidentali che possono presentarsi in caso di rilascio di GNL in forma di spruzzo di goccioline (spray) sono, quindi, i seguenti:

- In presenza di una sorgente di innesco immediata, la frazione di GNL vaporizzata (flash più evaporazione delle gocce per scambio termico con l'aria atmosferica) può generare un Jet Fire. Una volta formato, il calore sviluppato dal Jet Fire contribuirà in modo importante all'evaporazione del GNL che continua a fuoriuscire, oltre a generare una maggiore turbolenza, entrambe condizioni favorevoli per sostenere il Jet Fire stesso.
- Pool Fire, in caso di innesco della pozza formatasi per effetto del rain-out.
- Dispersione del gas naturale (flash più evaporazione delle gocce per scambio termico con l'aria atmosferica più evaporazione dalla pozza formatasi per effetto del rain-out), con formazione di una nube infiammabile che, in presenza di una sorgente di innesco ritardato, può originare un Flash Fire o, in presenza di aree congestionate o confinate, una VCE o una UVCE.

3. Getto bifase: se il liquido è contenuto a una pressione significativa, maggiore della pressione atmosferica, e la sua temperatura è superiore al punto di ebollizione alla pressione atmosferica. Rispetto ai casi precedenti, la frazione di rain-out risulta minore e, pertanto, il rischio connesso allo sviluppo di Pool Fire risulta meno significativo. Al contrario, a parità di portato rilasciata, un eventuale Jet Fire presenterà conseguenze più severe.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 64 di 65	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### *Rilasci in fase gas (GN)*

Gli eventi conseguenti potrebbero essere:

- Jet Fire, in presenza di innesco immediato;
- Dispersione del gas naturale, con formazione di nube infiammabile che, in presenza di una sorgente di innesco ritardato, può originare un Flash Fire o, in presenza di aree congestionate o confinate, una VCE o una UVCE.

La probabilità che l'innesco di una nube di gas infiammabile determini un'esplosione di nube anziché un Flash Fire, dipende essenzialmente dalla geometria del luogo ove la nube si estende e dalla massa nei limiti di infiammabilità.

### *Roll-over*

Un fenomeno caratteristico del GNL è rappresentato dal "Roll-Over" o "Basculamento". Il fenomeno del rollover si può verificare in un serbatoio di stoccaggio di GNL a causa di una mancata miscelazione di prodotto fresco con il prodotto già presente, a cui consegue la formazione di due strati a diversa densità. Tale stratificazione, a causa degli scambi di calore tra il serbatoio e l'ambiente esterno, può comportare un rimescolamento brusco delle due masse, con una rapida produzione di vapore e conseguente rapido aumento di pressione. Questo fenomeno è molto noto nell'industria del GNL ed è testimoniato da un evento accaduto a Panigaglia (SP) nel 1971, che ha comportato il rilascio (non innescato) in atmosfera di gas naturale attraverso la valvola di sicurezza e il vent.

I serbatoi di GNL sono oggi progettati con una serie di precauzioni che consentono di rendere marginale il rischio connesso al fenomeno del roll-over. In particolare:

- Riempimento dei serbatoi: sono previste, per ciascuna tanica, immissioni di liquido sia sul fondo, sia nella parte più alta.
- Monitoraggio del Boil Off Gas: i serbatoi di stoccaggio del GNL saranno equipaggiati con un sistema di regolazione della pressione che agisce direttamente sui sistemi di gestione del BOG. Saranno inoltre presenti su ciascun serbatoio sistemi tra di loro indipendenti per la messa in sicurezza in caso di aumenti incontrollati di pressione (PSD per massima pressione, PSV).
- Misura della temperatura / densità lungo la verticale del serbatoio: I serbatoi di stoccaggio del GNL saranno equipaggiati con sonde di temperatura a diverse altezze e misuratori di densità.
- Ricircolo (per cooling down): Il ricircolo del GNL all'interno di ciascun serbatoio di stoccaggio sarà garantito dalle pompe di ricircolo ("Spray/stripping pumps").

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 65 di 66	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Sulla base delle precauzioni previste dal progetto, la possibilità del fenomeno di roll-over risulta remota: si rimanda tuttavia al paragrafo C.4 per ulteriori considerazioni.

In ogni caso, i sistemi di protezione contro la sovrappressione nei serbatoi di stoccaggio (PSV) sono stati dimensionati per proteggere dal cedimento strutturale degli stessi.

#### *Rapid Phase Transition (RPT)*

Un altro fenomeno teoricamente possibile presso impianti che trattano GNL è la Transizione Rapida di Fase, che consiste in un fenomeno fisico di rapido cambiamento di fase del GNL, qualora questo venga a contatto con l'acqua.

Come riportato nella linea guida emessa dalla Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco "Guida tecnica di prevenzione incendi per l'analisi dei progetti di impianti di stoccaggio di GNL di capacità superiore a 50 tonnellate", anche se intensamente studiate nei laboratori, le transizioni rapide di fase derivanti dal contatto di GNL con acqua sono state rare e con conseguenze limitate alla zona ove è avvenuto lo sversamento.

Considerato quanto sopra, si ritiene che un eventuale fenomeno di RPT abbia conseguenze comunque limitate alla zona del rilascio e, come mostrato dai fenomeni di RPT accaduti, non in grado di causare danni gravi ed effetti domino e, pertanto, non è stato preso in considerazione nell'Analisi di Rischio di incidenti rilevanti.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 66 di 67	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.1.2 Esperienza storica relativa a incidenti

L'analisi statistica degli eventi incidentali già occorsi nell'impiego di una determinata sostanza e su impianti simili fornisce sempre un utile strumento cognitivo per l'identificazione dei rischi e per l'implementazione di efficienti misure di sicurezza atte a prevenirli.

L'industria del GNL, con tutta la sua filiera, non è una tecnologia innovativa; il gas naturale liquefatto è prodotto, manipolato, stoccato e distribuito in sicurezza da tantissimi anni e l'industria del GNL sebbene abbia, come tutte, riscontrato eventi incidentali, presenta ottimi precedenti in tutto il mondo per quanto riguarda la sicurezza. L'incredibile record di sicurezza detenuto dal settore GNL, se paragonato alle raffinerie e ad altri impianti petrolchimici, sta nel fatto che, ad eccezione dell'evento incidentale di Cleveland del 1944, tutti gli infortuni o decessi correlati a questa industria, sono stati sempre limitati all'interno degli impianti. Inoltre, non si sono mai verificati incidenti mortali nel settore del trasporto via nave<sup>1</sup>. Rilasci di vapori di GNL e incendi non devastanti si sono verificati nel corso della storia, ma gli impatti sono stati sempre limitati all'interno degli stessi impianti e le emergenze sono sempre state prontamente gestite dal personale addetto.

Gli incidenti verificatisi sono stati analizzati allo scopo di trarne indicazioni e prendere provvedimenti mirati alla eliminazione delle cause o alla riduzione della probabilità di accadimento di eventi analoghi.

#### C.1.2.1 *Analisi storica esterna da banca dati FACTS*

Per l'analisi dell'esperienza storica esterna è stata consultata la banca dati FACTS, acronimo di "Failure and Accidents Technical information System"; si tratta di un database di incidenti che contiene informazioni su più di 25.700 incidenti industriali che coinvolgono sostanze o merci pericolose che si sono verificati in tutto il mondo nel corso degli ultimi 90 anni, sviluppato dall'olandese TNO Industrial and External Safety e mantenuto da Unified Industrial & Harbour Fire Department di Rotterdam-Rozenburg.

Si riportano di seguito i 57 incidenti più significativi, assimilabili alle condizioni operative del presente progetto, in cui è prevista la presenza di GNL.

<sup>1</sup> CH IV International, The LNG Specialist, Safety History of International LNG Operations, Hanover, Maryland, USA, December 2006. Technical Document TD-02109. [www.CH-IV.com](http://www.CH-IV.com).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 67 di 68	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Si sottolinea che l'analisi comprende anche tipologie di incidenti non pertinenti all'installazione in esame in quanto relativi ad apparecchiature che non saranno presenti nel Terminale o al trasporto su strada.

Fase Attività	n.	Anno	Paese	Descrizione
Stoccaggio	1	2014	USA	L'esplosione di un vessel ha causato la rottura di un serbatoio criogenico con rilascio di GNL
	2	2009	CN	Un blocco di rinforzo in rete di acciaio è caduto su un serbatoio di GNL in costruzione
	3	1997	GB	Rilascio di gas naturale dal serbatoio GNL durante la modifica al tetto del serbatoio per l'installazione di un densitometro
	4	1997	GB	Rilascio di GNL a causa della rottura di una guarnizione
	5	1989	GB	Rilascio di GNL a causa del raffreddamento di una tubazione e successiva ignizione nel bruciatore
	6	1983	USA	Incendio in seguito alla rottura di un serbatoio di sovratensione di GNL a causa di una sovrappressione idraulica
	7	1983	USA	Rilascio di GNL
	8	1979	USA	Esplosione dovuta al rilascio di GNL su un circuito elettrico per perdita da una pompa
	9	1978	UAE	Rilascio di GNL da due serbatoi
	10	1973	GB	In seguito ad una modifica il serbatoio risultava più leggero rispetto al precedente, questo ha causato stratificazione, ribaltamento e rilascio di GNL tramite valvole
	11	1973	USA	Esplosione di un serbatoio di GNL
	12	1944	USA	Esplosione e incendio di serbatoi di GNL
Processo	13	2009	USA	Un'autocisterna di GNL è entrata in un edificio non idoneo per i lavori di manutenzione e ha causato un'esplosione
	14	2004	DZ	Esplosione causata dalla rottura catastrofica di uno scambiatore di calore
	15	1985	USA	Incendio causato dal rilascio di GNL da un vessel per la rottura di una piastra di riparazione
	16	1984	USA	Esplosione causata da un guasto al drenaggio
	17	1983	RI	Esplosione causata dal blocco di una valvola sulla linea di blowdown
	18	1981	USA	Esplosione in un impianto di compressione
	19	1972	CDN	Esplosione in un impianto di liquefazione di GNL
	20	1966	D	Esplosione causata dalla rottura della linea di aspirazione di un compressore

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 68 di 70	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Fase Attività	n.	Anno	Paese	Descrizione
Trasporto (strada)	21	2011	AUS	La valvola limitatrice di un'autocisterna si è aperta causando rilascio di GNL
	22	2011	E	Autocisterna trasportante GNL si è schiantata contro un autocarro causando incendio
	23	2008	CN	Esplosione causata dal rilascio di GNL da una saldatura
	24	2008	USA	Rilascio di GNL a causa del ribaltamento di un'autocisterna
	25	2007	CN	Serbatoi di GNL esplosi a causa dell'incendio di un furgone
	26	2006	USA	Rilascio di GNL da un'autocisterna a causa di una collisione tra veicoli
	27	2005	USA	Incendio causato dalla perdita di GNL da un'autocisterna
	28	2003	USA	Ribaltamento di un furgone che trasportava GNL
	29	2002	E	Un'autocisterna contenente GNL si è ribaltata causando un'esplosione
	30	1998	USA	Ribaltamento di un'autocisterna ha causato un incendio
	31	1993	USA	Autocisterna trasportante GNL ribaltata
Trasporto (piping)	32	2012	ADN	Un attacco terroristico a una condotta di GNL ha causato un incendio
	33	2005	WAN	Una perdita da una condotta innescata da un incendio ha causato un'esplosione
	34	1995	J	Incendio causato dalla rottura di una condotta a causa di una frana
	35	1992	USA	Una ruspa ha rotto due tubazioni causando il rilascio di GNL
	36	1980	DZ	Rottura di due condotte
	37	1979	USA	Un rimorchiatore ha rotto una condotta causando un'esplosione
	38	1973	USA	Rottura di una condotta di GNL a causa di riparazioni inadatte ha causato un'esplosione
Navigazione	39	2012	QA	Durante la manutenzione della boa di ormeggio con un rimorchiatore si è verificata un'esplosione
	40	2008	USA	Un trasportatore GNL ha perso potenza per un malfunzionamento della pompa di alimentazione della caldaia e si è spostato verso la costa
	41	1999	TT	Un trasportatore GNL ha avuto un guasto al motore e ha danneggiato un molo
	42	1982	P	L'incendio nella sala macchine della petroliera GNL ha causato l'affondamento
	43	1980	J	Incaglio di una nave cisterna di GNL
	44	1979	G.MEX	Incaglio di una nave cisterna di GNL
	45	1979	G.MEX	Foro nell'isolamento di una nave cisterna di GNL



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 69 di 70	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

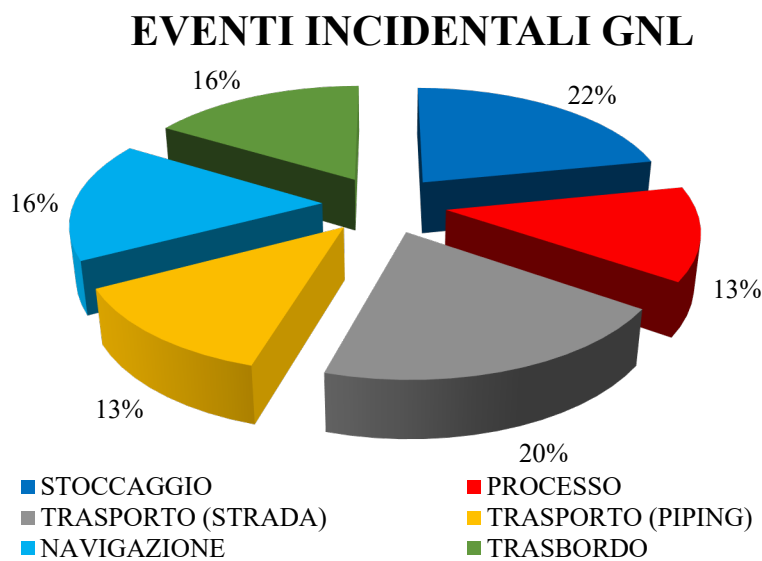
Fase Attività	n.	Anno	Paese	Descrizione
Trasbordo	46	1979	MEDIT	Incaglio di una nave cisterna di GNL
	47	1979	ATLANTIC	Esplosione del motore di una nave cisterna di GNL
	48	1978	---	Incaglio di una nave cisterna di GNL
	49	2011	AUS	Rilascio di GNL durante il caricamento di una nave cisterna al terminale
	50	2008	B	Un fulmine ha colpito una tubazione di una nave cisterna di GNL causando un incendio
	51	2006	HKJ	Durante lo scarico un tubo dell'autocisterna è esploso provocando un incendio sul pontile
	52	2002	USA	Durante lo scarico di GNL da un'autocisterna, il conducente ha colpito la tubazione provocando il rilascio di GNL e successiva esplosione
	53	1980	RP	Trasferimento del carico di GNL da una petroliera a una nave cisterna
	54	1979	USA	Rilascio di GNL per rottura del ponte di una nave cisterna durante lo scarico
	55	1976	EC	Esplosione di un serbatoio durante lo scarico di GNL per cortocircuito
	56	1971	I	Rilascio di GNL dalle valvole di sicurezza di un serbatoio a causa di una sovrappressione durante lo scarico
	57	1965	GB	Incendio causato dal rilascio di GNL da un serbatoio durante lo stoccaggio

**Tabella 12: Eventi incidentali da banca dati FACTS**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 70 di 71	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

La maggior parte degli incidenti legati al GNL è attribuibile allo stoccaggio e al trasporto su strada, come si evince dal seguente grafico.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 71 di 72	<b>Rev.</b> <b>1</b>

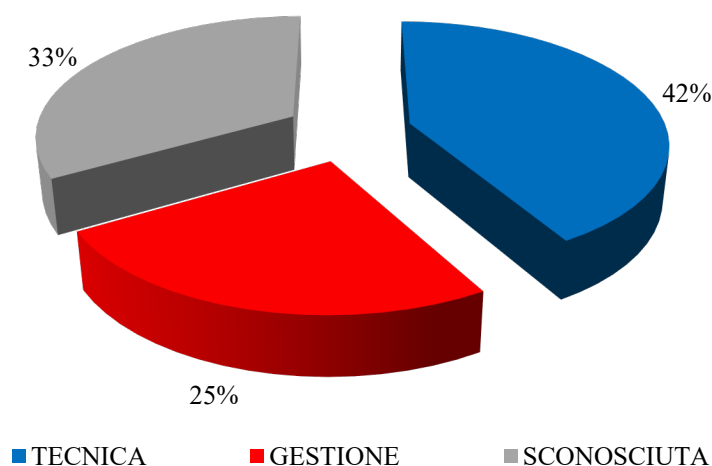
Rif. TRR: 72341

Si riporta di seguito un dettaglio delle cause e delle conseguenze degli incidenti per le diverse categorie individuate.

### STOCCAGGIO

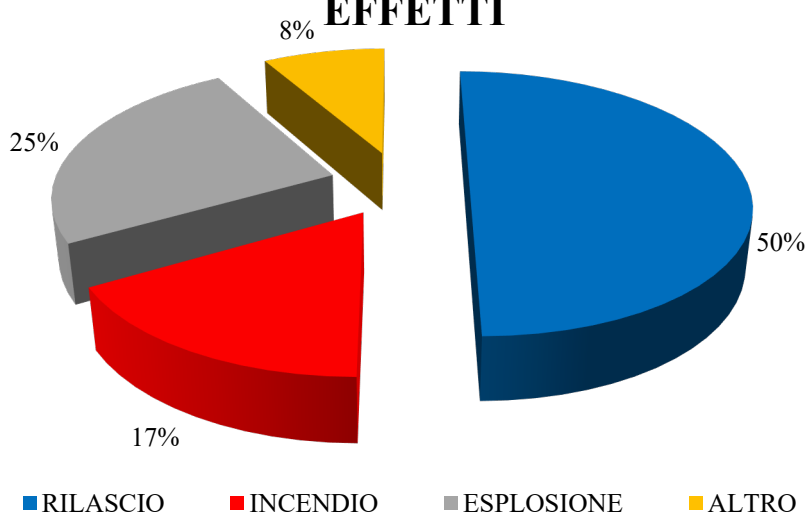
Sono stati individuati n. 12 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di stoccaggio.

### CAUSE



Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti durante le fasi di stoccaggio, le cause principali sono riconducibili ad anomalie tecniche.

### EFFETTI



Gli effetti si suddividono in rilascio (50%), esplosione (25%), incendio (17%) e altro (8%).

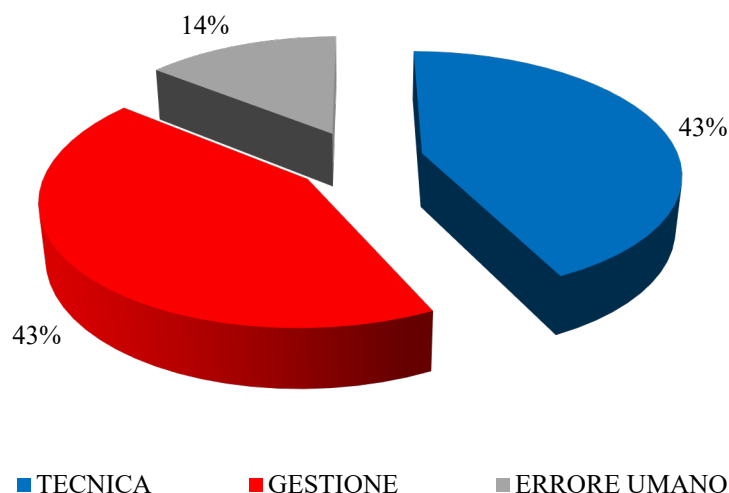
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 72 di 73	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## PROCESSO

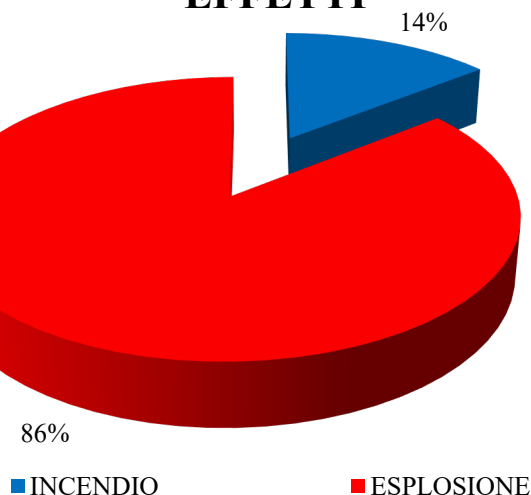
Sono stati determinati n. 7 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di processo.

### CAUSE



Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti durante le fasi di processo, le cause principali sono riconducibili alla gestione e ad anomalie tecniche.

### EFFETTI



Gli effetti si suddividono in esplosione (86%) e incendio (14%).

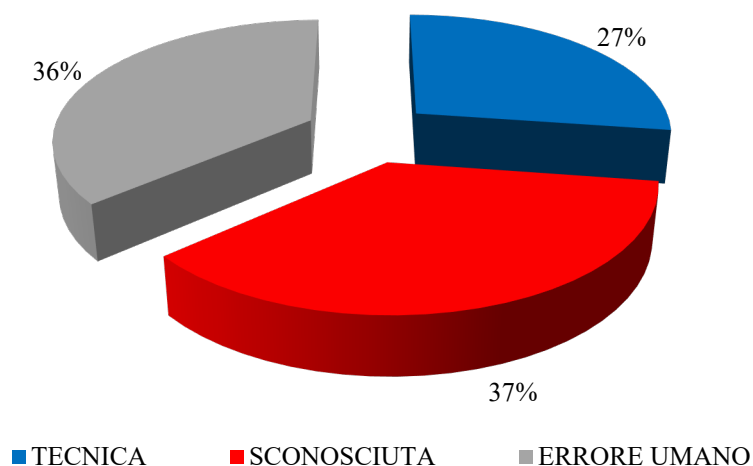
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 73 di 74	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### TRASPORTO SU STRADA

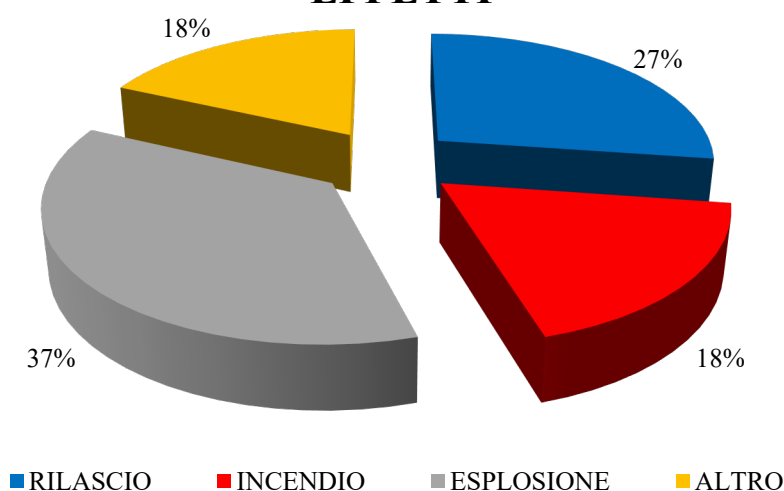
Sono stati determinati n. 11 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante il trasporto su strada.

### CAUSE



Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti coinvolgenti la sostanza in esame durante il trasporto su strada, le cause principali sono riconducibili ad eventi sconosciuti o all'errore umano.

### EFFETTI



Gli effetti si suddividono in rilascio (27%), esplosione (37%), incendio (18%) e altro (18%).

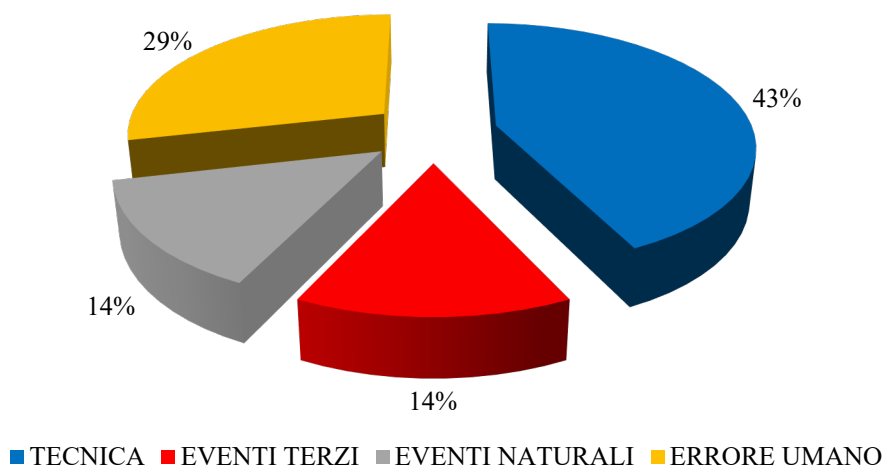
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 74 di 75	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### TRASPORTO IN PIPING

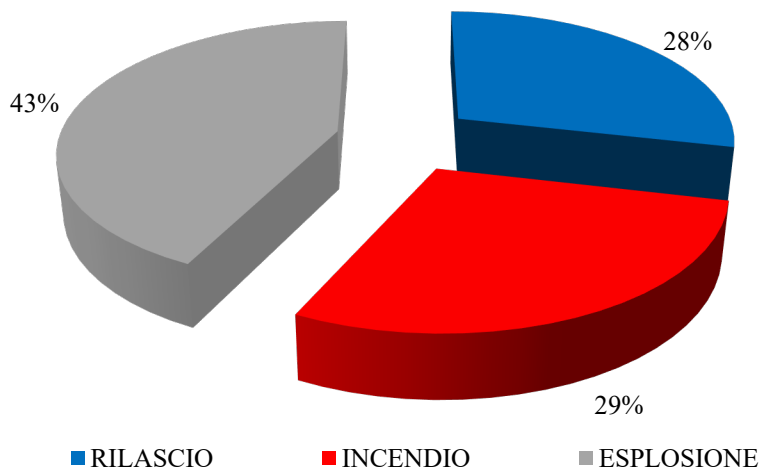
Sono stati determinati n. 7 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di trasporto in piping.

### CAUSE



Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti coinvolgenti la sostanza in esame durante le fasi di trasporto in piping, le cause principali sono riconducibili ad errori tecnici.

### EFFETTI



Gli effetti si suddividono in rilascio (28%), esplosione (43%), incendio (29%) e altro (8%).



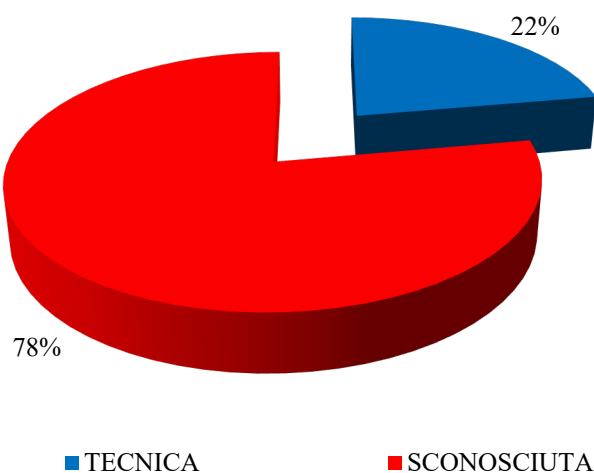
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 75 di 76	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## NAVIGAZIONE

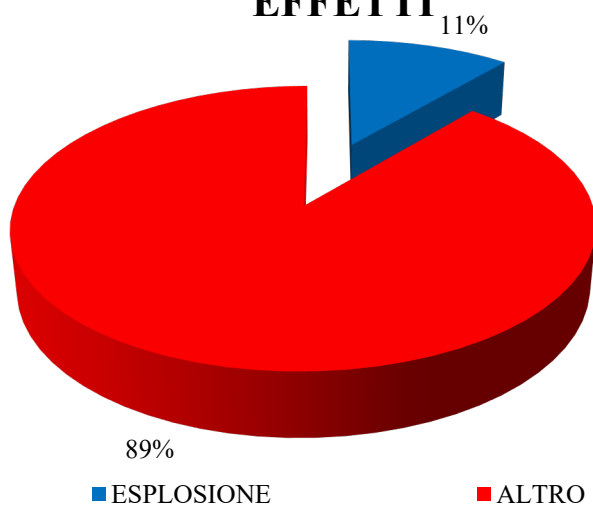
Sono stati determinati n. 9 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di navigazione.

### CAUSE



Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti coinvolgenti la sostanza in esame durante le fasi di navigazione, le cause principali sono sconosciute.

### EFFETTI



Gli effetti si suddividono in esplosione (89%) e altro (11%).

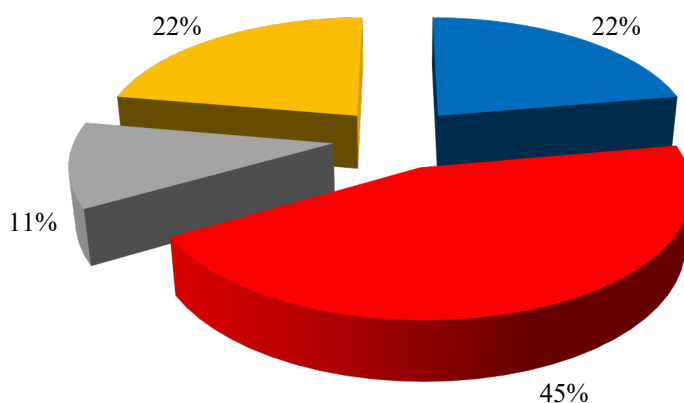
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 76 di 77	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### TRASBORDO

Sono stati determinati n. 9 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di trasbordo.

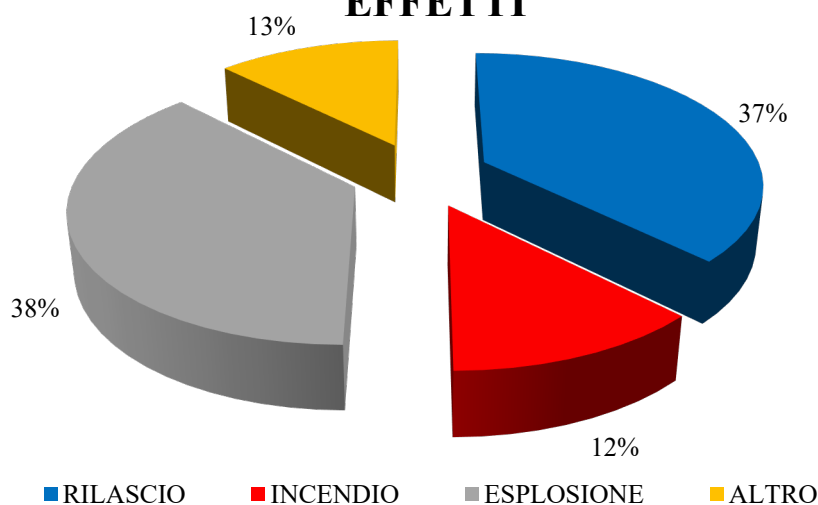
### CAUSE



■ GESTIONE ■ SCONOSCIUTA ■ EVENTI NATURALI ■ ERRORE UMANO

Dal grafico precedente si osserva che per quanto riguarda gli incidenti coinvolgenti la sostanza in esame durante le fasi di trasbordo, le cause principali sono sconosciute.

### EFFETTI



■ RILASCIO ■ INCENDIO ■ ESPLOSIONE ■ ALTRO

Gli effetti si suddividono in rilascio (37%), esplosione (38%), incendio (12%) e altro (13%).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 77 di 78	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.1.2.2 Analisi storica esterna da banca dati eMARS

Al fine di considerare anche gli eventi storici avvenuti dopo il 2013 si è ritenuto utile completare la trattazione dell'analisi storica esterna con gli eventi disponibili all'interno del sistema di segnalazione degli incidenti rilevanti o "Major Accident Reporting System" - MARS (successivamente ribattezzato eMARS da quando è fruibile online); tale sistema è stato istituito per la prima volta dalla direttiva Seveso 82/501/CEE nel 1982 ed è tuttora in uso dopo le revisioni della direttiva. Lo scopo dell'eMARS è quello di facilitare lo scambio di lezioni apprese da incidenti e quasi incidenti che coinvolgono sostanze pericolose al fine di migliorare la prevenzione degli incidenti chimici e la mitigazione delle potenziali conseguenze.

Il database eMARS contiene rapporti di incidenti chimici e quasi incidenti forniti all'Ufficio per i rischi di incidenti rilevanti (Major Accident Hazards Bureau - MAHB) del Centro comune di ricerca (JRC) della Commissione europea dai paesi UE, SEE, OCSE e UNECE (ai sensi della Convenzione TEIA). La segnalazione di un evento in eMARS è obbligatoria per gli Stati membri dell'UE quando è coinvolto uno stabilimento Seveso e l'evento soddisfa i criteri di un "incidente grave" come definito dall'Allegato VI della Direttiva Seveso III (2012/18/UE). Per i paesi OCSE e UNECE non UE, la segnalazione degli incidenti al database eMARS è volontaria. Le informazioni sull'evento segnalato sono inserite in eMARS direttamente dall'autorità ufficiale di segnalazione del paese in cui si è verificato l'evento.

Si riportano di seguito alcuni grafici basati sui dati estratti dal sistema eMARS.

Si osserva che il database eMARS non restituisce ad oggi risultati per la ricerca delle seguenti parole chiave: Floating Storage and Regassification Unit (FSRU), FSRU, floating LNG, Floating Production Storage and Offloading Unit (FSPO).

La tipologia di impianto oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza storicamente non è stata coinvolta in alcun incidente rilevante.

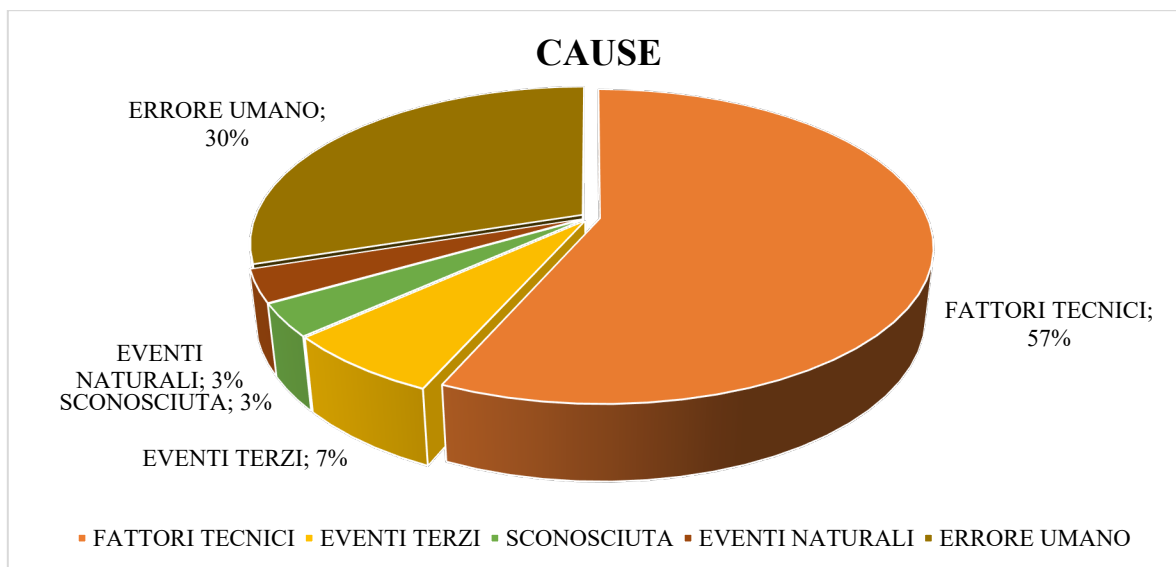
Nel database sono stati registrati 27 eventi classificati come Major Accident che hanno riguardato il settore del GNL.

Le principali cause di incidente sono riconducibili a problematiche di natura tecnica o all'errore umano, come mostrato dalla seguente tabella.

TIPOLOGIA	n.	%
FATTORI TECNICI	17	57%
EVENTI TERZI	2	7%
SCONOSCIUTA	1	3%
EVENTI NATURALI	1	3%
ERRORE UMANO	9	30%

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 78 di 79	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



Con l'analisi dettagliata delle cause di incidente è possibile individuare le azioni correttive più efficaci sia nella fase di progettazione che nella fase di manutenzione dell'impianto. Nelle tabelle riportate nel seguito le origini degli eventi sono sviluppate e descritte con maggior dettaglio, individuando per ciascuna delle tipologie, di incidente di cui alla tabella precedente, le cause prime.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 79 di 80	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

FATTORI TECNICI (cause riconducibili a guasti propri dell'impianto)	n.	%	PROCESSO	MOVIMENTAZIONE
Malfunzionamento strumentazione (valvole, trasmettitori..)	3	18%	1	2
Guasto elettrico	1	6%	1	0
Deviazione dalle condizioni operative del processo	3	18%	0	3
Mancata tenuta sistemi di sicurezza	1	6%	0	1
Perdita da accoppiamento flangiato/flangia	3	18%	1	2
Perdita da tubazione/apparecchiatura (anche corrosione)	6	35%	0	6

EVENTI TERZI	n.	%	PROCESSO	MOVIMENTAZIONE
Incendio	1	50%	1	0
Mancanza di elettricità	0	0%	0	0
Vandalismo/sabotaggio/terrorismo	1	50%	0	1

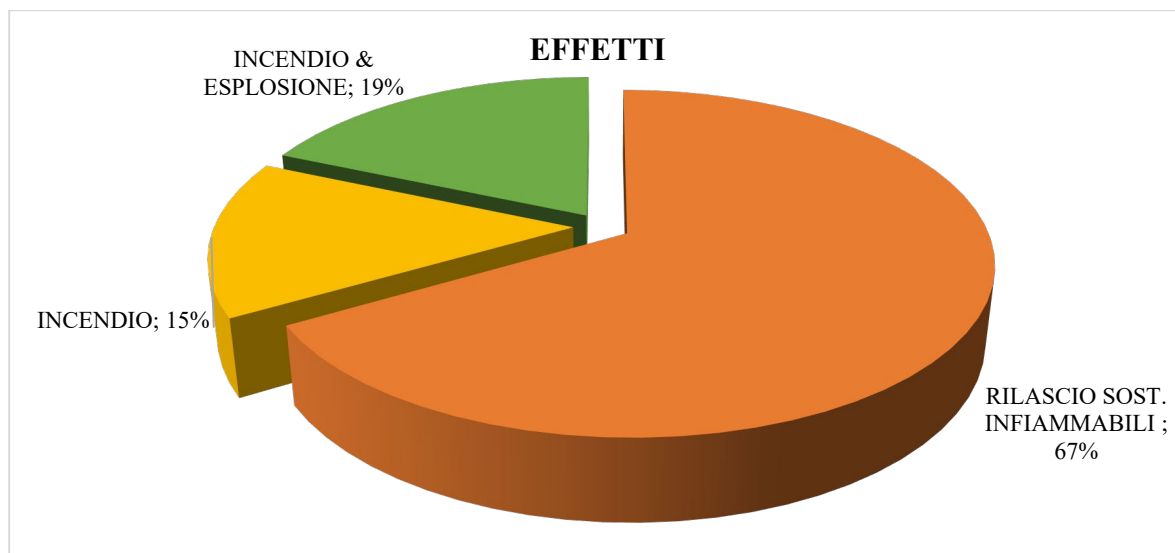
EVENTI NATURALI	n.	%	PROCESSO	MOVIMENTAZIONE
Freddo	0	0%	0	0
Caldo	0	0%	0	0
Vento	1	100%	1	0
Temporale	0	0%	0	0
Terremoto	0	0%	0	0
Inondazione	0	0%	0	0
Fulmine	0	0%	0	0

ERRORE UMANO	n.	%	PROCESSO	MOVIMENTAZIONE
Errata progettazione	3	33%	1	2
Errore durante la fase di manutenzione	2	22%	1	1
Errore durante la fase di riempimento	1	11%	1	0
Errore durante la fase di avviamento	1	11%	1	0
Errore durante operazioni generiche	2	22%	1	1

Lo studio di tali eventi conferma quanto già emerso dall'analisi della banca dati FACTS ovvero mostra che la maggior parte degli incidenti verificatisi nelle attività con GNL è legata all'infiammabilità dei prodotti trattati e ha generato eventi incidentali quali esplosioni e incendi. Si osserva tuttavia che la principale conseguenza (67%) degli eventi analizzati è costituita dal rilascio di sostanze infiammabili senza ulteriori conseguenze.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 80 di 81	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



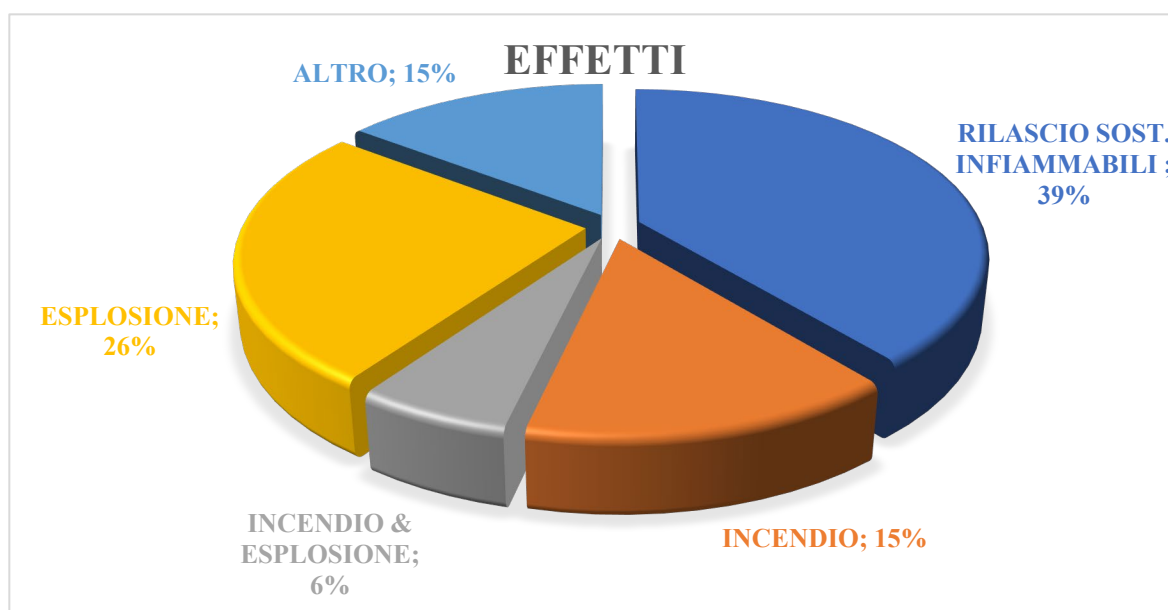
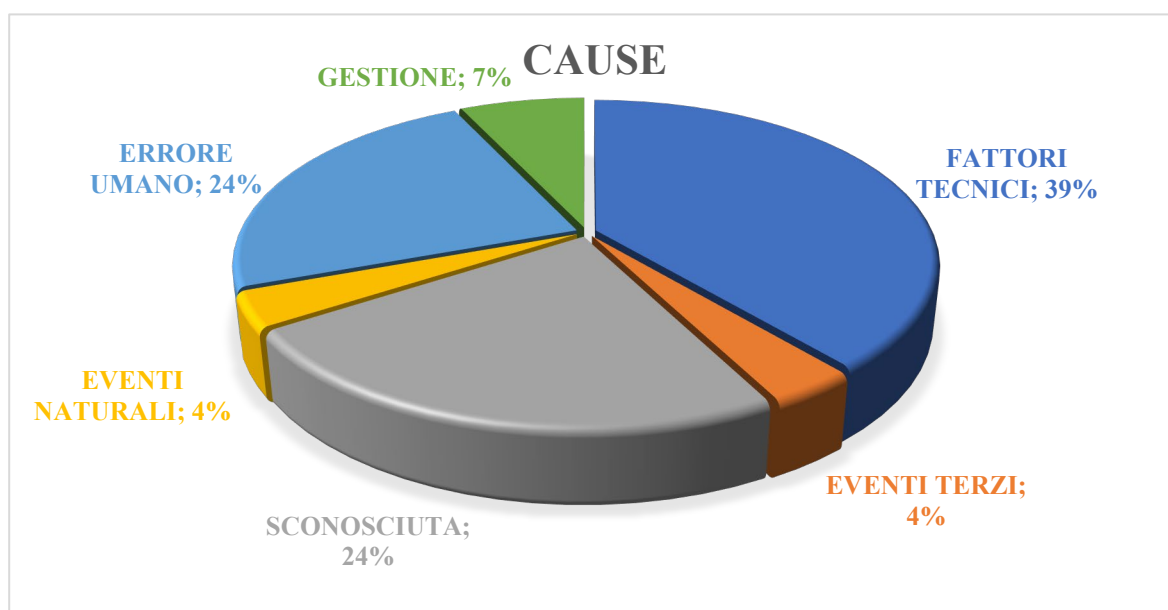
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 81 di 82	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.1.2.3 Conclusioni da Analisi storica esterna

I grafici seguenti offrono un confronto tra le principali cause degli incidenti emerse dall'analisi delle due banche dati FACTS e e-MARS e le corrispondenti conseguenze.

Il confronto conferma che le principali cause di incidente nelle attività dell'industria del GNL sono riconducibili a problematiche di natura tecnica o all'errore umano.





	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 82 di 83	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Alla luce della precedente analisi, è possibile individuare una serie di accorgimenti e precauzioni al fine della prevenzione degli incidenti.

Tali accorgimenti possono essere riassunti come segue:

- Addestramento specifico del personale operante sugli impianti e del personale esterno;
- Adeguata manutenzione e controllo della strumentazione, delle tubazioni e delle apparecchiature degli impianti;
- Idonea scelta dei materiali, del tipo di valvole e di accoppiamenti flangiati;
- Adeguate procedure per le operazioni sia di manutenzione che di processo;
- Progettazione ed esecuzione secondo norme e standard di qualificazione internazionale.

Si osserva che i suddetti accorgimenti saranno interamente adottati presso il Terminale.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 83 di 84	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.2 REAZIONI INCONTROLLATE

### C.2.1 Reazioni fortemente esotermiche e/o difficili da controllare

Nel Terminale di Ravenna non avverrà alcuna reazione chimica, ma unicamente attività connesse al trasferimento del GNL e alla sua rigassificazione.

Non è quindi ipotizzabile lo sviluppo di reazioni incontrollate, né fortemente esotermiche e/o difficili da controllare.

## C.3 EVENTI METEOROLOGICI, GEOFISICI, METEOMARINI, CERAUNICI E DISSESTI IDROGEOLOGICI

### C.3.1 Condizioni meteorologiche prevalenti

Il clima nell'area costiera centro settentrionale della regione Emilia Romagna rientra nella classe di clima temperato subcontinentale, stabilmente umido, con estate molto calda; i dati della stazione meteorologica di Ravenna Punta Marina (stazione di riferimento per il servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare e per l'Organizzazione Mondiale della Meteorologia, relativa all'area litoranea di Ravenna) indicano che:

- la temperatura media del mese più freddo, gennaio, è di +3,5 °C, mentre quella dei mesi più caldi, luglio e agosto, è di +23,9 °C; mediamente si contano 35 giorni di gelo all'anno e 36 giorni con temperatura massima uguale o superiore ai +30 °C;
- Le precipitazioni medie annue si attestano a 584 mm, mediamente distribuite in 70 giorni di pioggia, con minimo relativo in inverno, picco massimo in autunno e massimo secondario in primavera per gli accumuli.
- L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 80,7 % con minimi di 75 % a giugno e a luglio e massimo di 88 % a dicembre; mediamente si contano 60 giorni di nebbia all'anno.

In **Allegato C.3.1-A** sono disponibili dati metereologici per gli anni dal 2017 al 2021:

- i report meteorologici annuali elaborati da ARPA Emilia Romagna;
- le rose dei venti ricavati dal sito della Rete Mareografica Nazionale (RMN) del Servizio Mareografico Nazionale dell'ISPRA per la stazione di Ravenna.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 84 di 85	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.3.2 Cronologia degli eventi geofisici, meteo marini, ceraunici e dei dissesti idrogeologici

#### C.3.2.1 *Terremoti*

Relativamente alla classificazione sismica, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri No. 3519 del 28 Aprile 2006 ha fornito alle Regioni uno strumento per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire a quattro zone sismiche in cui è stata divisa l'Italia.

Zona sismica	Descrizione (Classificazione INGV)	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ )
1	È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti	$a_g > 0,25$	0,35
2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti	$0,15 < a_g \leq 0,25$	0,25
3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari	$0,05 < a_g \leq 0,15$	0,15
4	È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.	$a_g \leq 0,05$	0,05

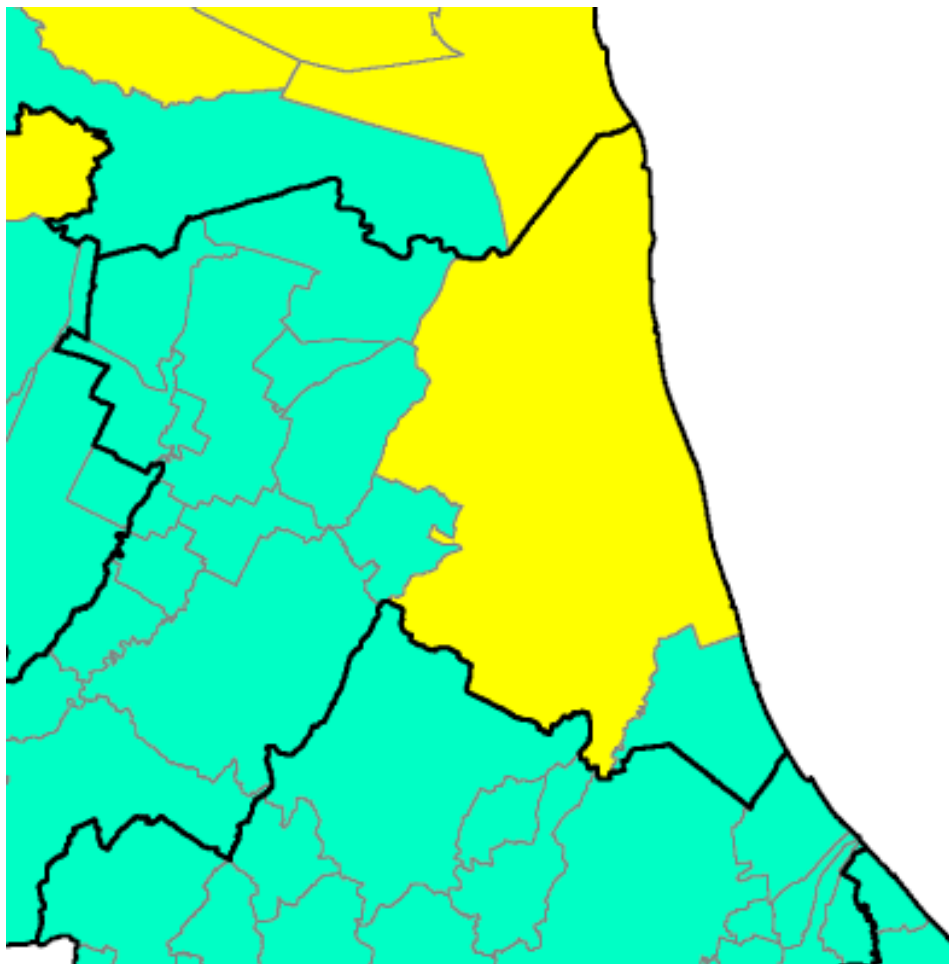
**Tabella 13: Zone Sismiche e Accelerazioni Associate – Italia**


In accordo alla classificazione sismica regionale approvata con Deliberazione GR n. 1164 del 23/07/2018, l'area di Ravenna risulta in Zona 3.


Nella seguente figura si riporta un estratto della mappa di classificazione regionale, disponibile in **Allegato C.3.1-B** insieme alla mappa della classificazione sismica italiana, redatta dal Dipartimento della Protezione Civile e aggiornata al 31 marzo 2022.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 85 di 86	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



 Zona 2

 Zona 3

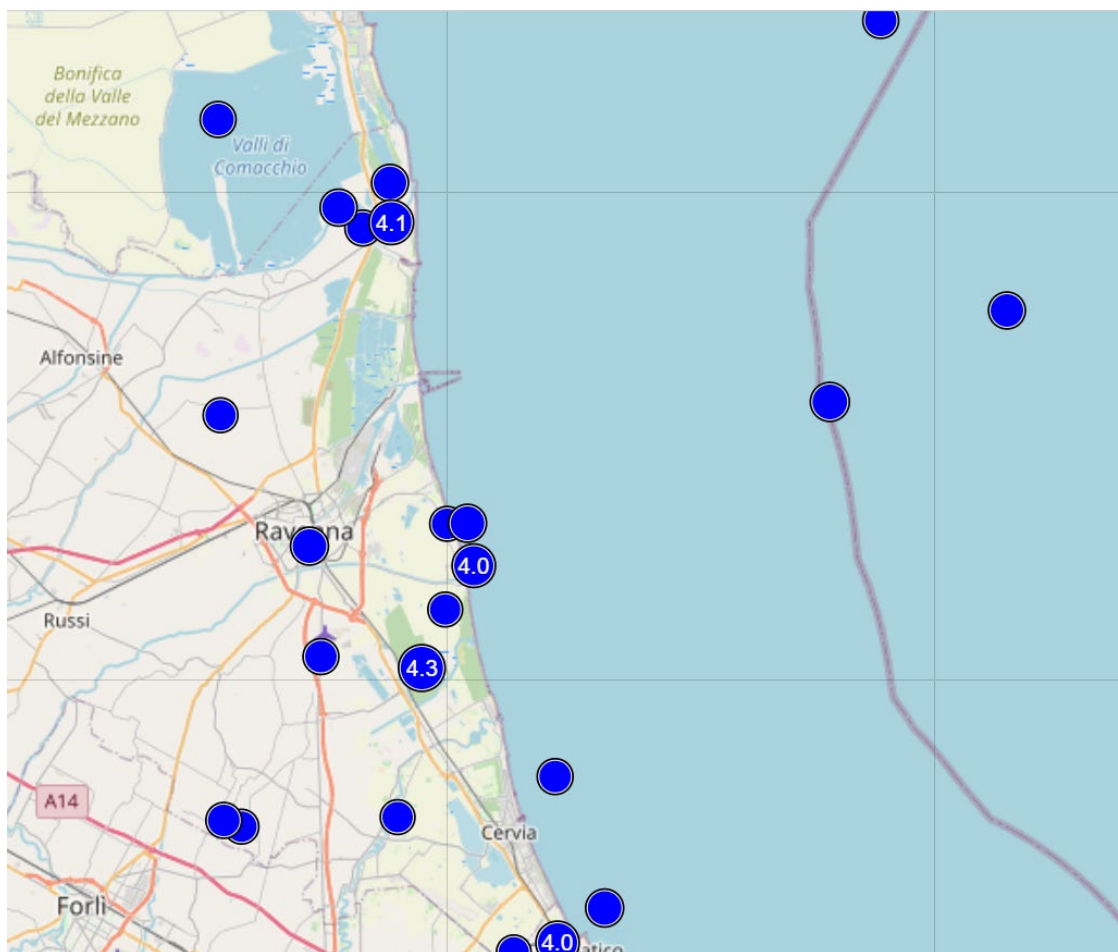
**Figura 13: Estratto classificazione sismica della regione Emilia Romagna – area di Ravenna**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 86 di 87	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

È stata effettuata una ricerca di carattere storico sui fenomeni sismici registrati, sul database dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). La ricerca è stata centrata sul comune di Ravenna e condotta su un raggio di 30 km.

Nel periodo Gennaio 1985 – Luglio 2022 sono stati individuati n. 23 eventi sismici di intensità superiore a 3.0 gradi della scala Richter, riepilogati nella seguente Figura 17.



**Figura 14: Mappa dei terremoti entro 30 km dal punto al largo di Punta Marina (RA)**  
(Fonte: INGV)

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 87 di 88	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.3.2.2 *Rischio idrogeologico*

In **Allegato C.3.2** è disponibile la Mappa delle pericolosità da frana e idraulica, dal sito ISPRA.

Il "Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico" per l'emilia Romagna è stato aggiornato con la "Variante di coordinamento PAI-PGRA" (DGR 2112/2016), che costituisce l'ultimo aggiornamento disponibile e costituisce, per lo stralcio relativo al rischio idraulico e al dissesto dei versanti, il quadro conoscitivo del sistema fisico, l'individuazione e la quantificazione delle situazioni di degrado in atto e potenziali nonché delle relative cause, e l'indicazione delle azioni di mitigazione dei rischi, declinate in termini di limitazione dello sviluppo antropico (vincoli) e di interventi strutturali (opere di difesa).

Di seguito si riporta un breve estratto del Piano limitato all'area costiera di fronte alla quale sarà posizionato il Terminale.

La zona della costa è inclusa nella zona idrometrica indicata come "zona di pianura" (quota inferiore a 100 m), con valore medio annuo compreso tra 602-912 mm di pioggia.

Per quanto riguarda la vegetazione, la foresta che copriva quasi per intero il territorio romagnolo è oggi notevolmente ridotta ed impoverita sia dal punto di vista biologico che da quello strutturale. In pianura, scomparsa oramai quasi totalmente la macchia mediterranea, si può notare il querceto caducifolio con la farnia, il frassino ed il pioppo; ad essi si associa il carpino bianco, l'olmo ed il leccio mentre le zone umide sono caratterizzate unicamente dalla presenza del pioppo bianco. La collina argillosa annovera boschetti prevalenti di robinia o di ambienti degradati ove roverelle e cespuglieti di ginestre si alternano all'orniello ed al sanguinello. I terreni più sabbiosi presentano un tipo di vegetazione che si collega sia ai boschi tipici della pianura sia a quelli montani; troviamo così il rovereto-cerreto ed il bosco xerofilo di roverella.

Il bacino idrografico di riferimento per il territorio di Punta Marina è il Canale Candiano, che si sviluppa per una lunghezza di circa 11 km a nord-est di Ravenna, mantenendo il collegamento tra la città e la Darsena S. Vitale (km 3) e fra questa ed il mare (km 8 circa). Comprende i territori della Piallassa Baiona a nord e della Piallassa Piomboni a sud: due zone fittamente canalizzate, riceventi acque da numerosi bacini scolanti agricoli ed urbanizzati e comprendenti tra l'altro i reflui del depuratore di Ravenna e di Russi, nonché dello stabilimento ANIC-ENICHEM, cui si aggiungono le acque depurate di Marina di Ravenna, di Punta Marina e di Lido Adriano.

In **Allegato C.3.2** è disponibile anche la Mappa del PAI-PGRA con la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico per l'area di Punta Marina. Si può osservare che l'area della costa dell'Adriatico è caratterizzata da un rischio di alluvioni frequenti.

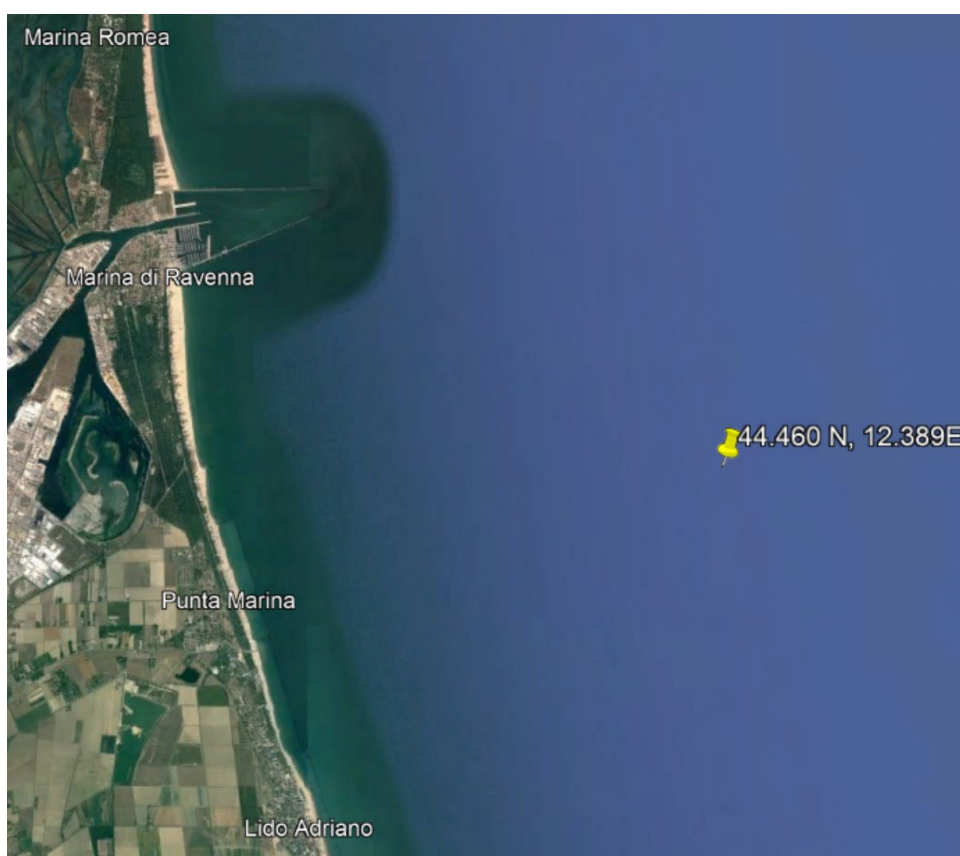
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 88 di 89	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.3.2.3 Maree, moto ondoso e correnti

Il Terminale di Ravenna sarà posto a circa 9 km dalla costa della località di Ravenna, nello specchio acqueo antistante Punta Marina.

Nell'ambito dello sviluppo del progetto è stato sviluppato uno studio meteo marino in corrispondenza del punto antistante Punta Marina di coordinate 44.460N 12.389E, disponibile al momento nella versione preliminare, di cui si riportano alcuni estratti di interesse.



**Figura 15: Punto analizzato nello studio meteo marino**

Nel sito di Punta Marina il vento soffia principalmente dai settori direzionali E – ENE nel periodo tra settembre e marzo mentre nel periodo tra aprile ed agosto è presente anche vento dai settori SE. La velocità annuale del vento rispetto alla distribuzione significativa dell'altezza delle onde è riportata nella Tabella 14.

Il superamento annuale della velocità del vento direzionale al di sopra delle soglie è riportato nella Tabella 15.



	<b>PROGETTISTA</b>	 <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>		
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 89 di 90	<b>Rev.</b> <b>1</b>	

Rif. TRR: 72341

WHOLE YEAR - Ws (m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point - Punta Marina - 44.460°N 12.389°E																									
Dir (°N)	Ws(m/s)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total
0.0	0.28	0.82	1.18	1.09	0.76	0.52	0.34	0.22	0.14	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65
30.0	0.29	0.84	1.26	1.21	0.97	0.82	0.68	0.57	0.43	0.35	0.27	0.23	0.17	0.13	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.44
60.0	0.24	0.84	1.36	1.24	0.86	0.78	0.80	0.78	0.75	0.63	0.52	0.41	0.29	0.20	0.12	0.07	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	10.01
90.0	0.26	0.77	1.30	1.46	0.93	0.55	0.43	0.36	0.31	0.23	0.17	0.11	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.04
120.0	0.24	0.74	1.24	1.70	1.62	1.10	0.69	0.46	0.30	0.21	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.54
150.0	0.24	0.67	1.18	1.53	1.71	1.41	0.91	0.56	0.37	0.27	0.18	0.11	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.24
180.0	0.24	0.63	0.85	0.92	0.82	0.55	0.33	0.20	0.11	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77
210.0	0.25	0.62	0.78	0.79	0.67	0.42	0.23	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.01
240.0	0.26	0.81	1.10	1.01	0.88	0.72	0.52	0.34	0.20	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.07
270.0	0.30	1.14	2.20	2.93	2.59	1.69	0.97	0.37	0.17	0.09	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.54
300.0	0.31	1.14	2.34	3.29	3.47	2.59	1.45	0.74	0.35	0.17	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.05
330.0	0.30	1.00	1.57	1.61	1.29	0.84	0.49	0.26	0.13	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.65
Omnidir	3.20	10.02	16.36	18.77	16.56	11.99	7.83	4.98	3.33	2.32	1.58	1.11	0.73	0.49	0.32	0.17	0.11	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	100.00

**Tabella 14: Velocità annuale con direzioni di provenienza nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021					
Whole year Exceedance - Ws (m/s) vs Dir (N)					
Wind Dir (from - °N)	Wind Speed (m/s)				
	> 10.0	> 15.0	> 20.0	> 25.0	> 30.0
	Exceedance over threshold (%)				
0	0.19	0.03	0.00	0.00	0.00
30	1.03	0.13	0.01	0.00	0.00
60	1.73	0.18	0.01	0.00	0.00
90	0.47	0.04	0.00	0.00	0.00
120	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00
150	0.41	0.01	0.00	0.00	0.00
180	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00
330	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00
Total	4.65	0.41	0.02	0.00	0.00

**Tabella 15: Superamento annuale della velocità del vento direzionale al di sopra delle soglie nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Nelle tabelle seguenti si riportano, per diversi periodi mediati, i valori annuali delle velocità del vento estremo a 10 m s.l.m. con le direzioni di provenienza e i valori mensili delle velocità del vento estremo a 10 m s.l.m..

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E																					
Whole Year extreme wind speed - 10 m above sea level																					
Return period		1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
Wind Incoming Direction	(°N)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
	0.0	20.6	18.6	17.1	15.9	27.2	24.4	22.2	20.5	33.9	30.1	27.1	24.9	40.5	35.7	32.0	29.1	47.3	41.4	36.8	33.2
	30.0	25.7	23.1	21.1	19.5	31.5	28.0	25.4	23.3	36.8	32.6	29.3	26.8	41.9	36.9	33.0	30.0	46.8	40.9	36.4	32.9
	60.0	25.3	22.7	20.7	19.2	29.4	26.2	23.8	21.9	32.9	29.3	26.5	24.3	36.2	32.0	28.8	26.4	39.1	34.5	31.0	28.2
	90.0	22.3	20.1	18.4	17.1	28.3	25.3	23.0	21.2	34.2	30.4	27.4	25.1	39.9	35.2	31.6	28.7	45.6	40.0	35.6	32.2
	120.0	19.4	17.5	16.1	15.0	24.2	21.8	19.9	18.5	28.9	25.9	23.5	21.7	33.6	29.8	26.9	24.7	38.2	33.7	30.3	27.6
	150.0	19.8	17.9	16.4	15.3	23.8	21.4	19.5	18.1	27.4	24.6	22.4	20.6	30.9	27.6	25.0	23.0	34.3	30.4	27.4	25.1
	180.0	16.2	14.7	13.6	12.7	20.1	18.2	16.7	15.6	23.9	21.5	19.6	18.2	27.4	24.5	22.3	20.6	30.8	27.5	24.9	22.9
	210.0	15.1	13.8	12.8	12.0	19.2	17.4	16.0	15.0	23.1	20.8	19.1	17.7	26.9	24.1	21.9	20.3	30.5	27.2	24.7	22.7
	240.0	17.7	16.0	14.8	13.8	21.9	19.8	18.1	16.8	25.9	23.2	21.2	19.6	29.7	26.5	24.1	22.2	33.4	29.7	26.8	24.6
270.0	16.4	14.9	13.8	12.9	20.2	18.2	16.8	15.6	23.8	21.4	19.6	18.2	27.4	24.6	22.4	20.6	31.0	27.6	25.0	23.0	
300.0	19.1	17.3	15.9	14.9	23.6	21.3	19.4	18.0	28.1	25.1	22.8	21.1	32.5	28.9	26.1	24.0	36.8	32.6	29.3	26.8	
330.0	18.0	16.3	15.0	14.0	23.4	21.0	19.3	17.9	28.8	25.8	23.4	21.6	34.4	30.5	27.5	25.2	40.0	35.2	31.6	28.8	
Omnidir	27.6	24.7	22.5	20.8	23.9	29.3	26.5	24.3	28.2	33.7	30.3	27.6	24.7	38.0	24.0	20.8	49.4	47.2	37.5	32.3	

**Tabella 16: Velocità annuali di vento estremo con direzioni di provenienza nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	<b>PROGETTISTA</b>	 <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>		
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 90 di 91		<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E																				
Monthly extreme wind speed - 10 m above sea level																				
Return period	1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
Month	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
Jan	20.9	18.9	17.4	16.2	25.5	22.9	20.9	19.3	29.7	26.5	24.0	22.1	33.6	29.9	27.0	24.7	37.5	33.1	29.8	27.2
Feb	23.3	21.0	19.2	17.8	29.3	26.2	23.8	21.9	35.1	31.1	28.1	25.7	40.8	35.9	32.2	29.2	46.3	40.5	36.1	32.6
Mar	22.9	20.6	18.9	17.5	28.4	25.4	23.1	21.3	33.7	29.9	27.0	24.8	38.7	34.2	30.7	28.0	43.7	38.3	34.2	31.0
Apr	20.2	18.3	16.8	15.6	25.0	22.5	20.5	19.0	29.7	26.5	24.0	22.1	34.2	30.3	27.4	25.1	38.5	34.0	30.6	27.9
May	19.2	17.4	16.0	14.9	24.2	21.8	19.9	18.5	29.2	26.1	23.7	21.8	34.1	30.3	27.3	25.0	39.0	34.4	30.9	28.2
Jun	18.6	16.9	15.6	14.5	23.7	21.3	19.5	18.1	28.8	25.7	23.4	21.5	33.8	30.1	27.1	24.9	38.9	34.4	30.8	28.1
Jul	19.2	17.4	16.0	14.9	25.0	22.5	20.5	19.0	30.9	27.5	25.0	22.9	36.9	32.7	29.4	26.8	43.1	37.8	33.8	30.7
Aug	18.2	16.5	15.2	14.2	23.6	21.2	19.4	18.0	29.1	26.0	23.6	21.7	34.6	30.7	27.7	25.4	40.3	35.5	31.8	28.9
Sep	20.2	18.3	16.8	15.7	25.6	22.9	20.9	19.4	30.7	27.4	24.8	22.8	35.8	31.8	28.6	26.2	40.9	36.0	32.3	29.3
Oct	21.6	19.5	17.9	16.7	27.2	24.3	22.2	20.5	32.6	29.0	26.2	24.0	37.8	33.4	30.0	27.4	43.0	37.8	33.7	30.6
Nov	24.6	22.1	20.2	18.7	30.8	27.5	24.9	22.9	36.8	32.6	29.3	26.8	42.7	37.5	33.5	30.4	48.4	42.3	37.5	33.9
Dec	23.7	21.4	19.5	18.1	29.3	26.1	23.7	21.9	34.5	30.6	27.6	25.3	39.5	34.9	31.3	28.5	44.4	38.9	34.7	31.5
Annual	27.6	24.7	22.5	20.8	32.9	29.3	26.5	24.3	38.2	33.7	30.3	27.6	43.3	38.0	34.0	30.8	48.4	42.2	37.5	33.9

**Tabella 17: Velocità mensili di vento estremo  
nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

### Moto ondoso

L'altezza d'onda significativa e la relativa direzione (proveniente da) rispetto ai siti di Punta Marina sono state analizzate e riportate di seguito in termini di:

- Superamento annuale direzionale e mensile al di sopra delle soglie per la classe Hs di 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 e 4.0 m.
- Distribuzione annuale e mensile dell'altezza d'onda significativa (Hs) rispetto al periodo di picco (Tp).
- Estremi delle onde direzionali annuali e mensili.
- Rapporto tra altezza d'onda annuale e mensile e periodo di picco spettrale.
- Altezza d'onda massima annuale e mensile e periodo d'onda associato.

Nel sito di Punta Marina, le onde provengono principalmente dai settori direzionali ENE, E ed ESE durante tutto l'anno, le onde dal settore direzionale E diventano prevalenti durante i mesi estivi. La distribuzione annuale Hs vs Dir e Hs vs Tp è riportata, rispettivamente, nella Tabella 6 2 e nella Tabella 6 2 e il superamento direzionale annuale al di sopra delle soglie è riportato nella Tabella 6 3.

WHOLE YEAR - Hs (m) vs Dir(*N) - DHI Data Point - Punta Marina - 44.460°N 12.389°E																				
Dir (*N)	Hs (m)																			Total
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	
0.0	1.24	0.79	0.27	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42
30.0	3.09	2.07	1.08	0.56	0.32	0.19	0.13	0.11	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.65
60.0	5.33	4.43	3.00	2.13	1.50	1.17	0.86	0.61	0.42	0.30	0.15	0.06	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	20.00
90.0	7.97	7.13	4.31	2.62	1.67	1.09	0.71	0.43	0.26	0.19	0.12	0.06	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	26.62
120.0	15.28	11.95	5.23	2.56	1.33	0.63	0.33	0.18	0.08	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.63
150.0	1.11	1.41	0.51	0.15	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23
180.0	0.14	0.22	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
210.0	0.06	0.18	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
240.0	0.05	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
270.0	0.06	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
300.0	0.09	0.17	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
330.0	0.33	0.53	0.17	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08
Omnidir	34.75	29.10	14.72	8.16	4.90	3.11	2.04	1.33	0.82	0.55	0.29	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00

**Tabella 18: Distribuzione annuale Hs-Dir nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	<b>PROGETTISTA</b>	 <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>		
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 91 di 92	<b>Rev.</b> <b>1</b>	

Rif. TRR: 72341

Whole year - Hs(m) vs Tp(s) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E																			
Peak wave period (s)	Hs (m)																		
	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	5.00
1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0	1.78	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0	9.76	3.80	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.0	9.87	8.47	2.49	0.42	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.0	7.07	9.59	5.80	2.49	1.06	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.0	4.15	4.20	3.75	3.35	2.31	1.62	0.87	0.31	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.0	1.60	2.05	1.65	1.11	0.93	0.86	0.83	0.77	0.54	0.27	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.0	0.43	0.74	0.66	0.65	0.42	0.24	0.22	0.20	0.21	0.25	0.21	0.10	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.0	0.06	0.13	0.14	0.12	0.13	0.12	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
10.0	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	34.75	29.10	14.72	8.16	4.90	3.11	2.04	1.33	0.82	0.55	0.29	0.12	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	100.00

**Tabella 19: Distribuzione annuale Hs-Tp nel sito di Punta Marina 44.460°N 12.389°E**

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021							
Whole year Exceedance - Hs (m) vs Dir (N)							
Wave Dir (from - °N)	Significant Wave Height (m)						
	> 1.0	> 1.5	> 2.0	> 2.5	> 3.0	> 3.5	> 4.0
	Exceedance over threshold (%)						
0	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.85	0.34	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00
60	5.11	2.45	0.98	0.26	0.06	0.01	0.00
90	4.59	1.83	0.69	0.24	0.06	0.02	0.00
120	2.61	0.65	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00
150	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	13.28	5.27	1.91	0.54	0.13	0.03	0.00

**Tabella 20: Superamento direzionale annuo delle soglie nel sito di Punta Marina 44.460°N 12.389°E**

Le altezze massime delle onde (Hmax) e i periodi d'onda associati ad Hmax sono riportati nelle seguenti tabelle.

Wave Directional Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N - Whole year										
Direction - coming from (°N)	1 yr Return Period		10 yr Return Period		100 yr Return Period		1000 yr Return Period		10000 yr Return Period	
	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)
0	2.19	5.50	3.06	6.15	3.94	6.67	4.82	7.08	5.71	7.42
30	4.20	6.80	5.49	7.34	6.75	7.74	7.98	8.05	9.20	8.30
60	5.93	7.49	7.33	7.90	8.67	8.20	9.96	8.43	11.21	8.62
90	5.92	7.49	7.40	7.92	8.84	8.23	10.25	8.48	11.63	8.68
120	4.66	7.01	5.93	7.50	7.20	7.87	8.48	8.16	9.76	8.40
150	2.18	5.48	2.84	6.00	3.49	6.42	4.12	6.76	4.74	7.05
180	1.29	4.63	1.87	5.21	2.43	5.69	2.99	6.10	3.55	6.45
210	1.24	4.57	1.72	5.07	2.16	5.47	2.58	5.81	2.97	6.09
240	0.89	4.17	1.53	4.88	2.30	5.58	3.16	6.22	4.13	6.76
270	0.82	4.09	1.31	4.65	1.84	5.18	2.40	5.67	2.99	6.10
300	1.17	4.50	1.70	5.05	2.21	5.51	2.70	5.90	3.18	6.23
330	1.68	5.03	2.29	5.58	2.88	6.02	3.45	6.39	4.01	6.70
OMNI	6.40	7.64	7.86	8.03	9.31	8.32	10.73	8.55	12.14	8.74

**Tabella 21: Hmax direzionale annuale e periodo d'onda associato nel sito di Punta Marina 44.460°N 12.389°E**

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 92 di 93	<b>Rev.</b> 1

Rif. TRR: 72341

Wave Monthly Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N										
Month	1 yr Return Period		10 yr Return Period		100 yr Return Period		1000 yr Return Period		10000 yr Return Period	
	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (s)
January	5.19	7.23	6.70	7.73	8.17	8.10	9.61	8.37	11.02	8.59
February	5.53	7.36	7.19	7.86	8.81	8.23	10.39	8.50	11.94	8.71
March	5.12	7.20	6.57	7.70	7.97	8.05	9.34	8.33	10.66	8.54
April	4.58	6.97	6.00	7.52	7.40	7.92	8.79	8.22	10.17	8.47
May	3.81	6.60	5.02	7.16	6.21	7.59	7.40	7.92	8.58	8.18
June	3.63	6.50	4.96	7.14	6.31	7.62	7.70	7.99	9.12	8.29
July	3.52	6.43	4.84	7.09	6.20	7.58	7.62	7.97	9.08	8.28
August	3.35	6.33	4.47	6.93	5.61	7.39	6.76	7.75	7.91	8.04
Septemebr	4.07	6.73	5.31	7.28	6.53	7.68	7.74	8.00	8.93	8.25
October	4.51	6.95	5.71	7.42	6.84	7.77	7.94	8.04	9.00	8.26
November	5.41	7.32	6.91	7.79	8.34	8.13	9.72	8.39	11.07	8.60
December	5.49	7.34	7.10	7.84	8.66	8.20	10.18	8.47	11.67	8.68

**Tabella 22: Hmax direzionale mensile e periodo d'onda associato nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Gli stati marini estremi annuali (durata 1 ora) sono stati valutati su base direzionale e omnidirezionale, mentre gli estremi mensili sono stati valutati su base omnidirezionale. Le seguenti tabelle riportano gli stati marittimi estremi direzionali annuali e gli stati mari estremi omnidirezionali mensili.

Wave Directional Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N - Whole year																
Direction - coming from (°N)	1 yr Return Period				10 yr Return Period				100 yr Return Period				1000 yr Return Period			
	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)
0	1.32	6.11	4.82	7.59	1.85	6.83	5.57	8.26	2.39	7.41	6.16	8.79	2.93	7.87	6.65	9.22
30	2.55	7.55	6.32	8.93	3.34	8.16	6.96	9.48	4.11	8.60	7.44	9.88	4.86	8.95	7.81	10.18
60	3.61	8.33	7.14	9.63	4.47	8.78	7.63	10.03	5.28	9.11	7.99	10.32	6.06	9.37	8.28	10.55
90	3.60	8.32	7.13	9.63	4.51	8.80	7.65	10.05	5.38	9.15	8.03	10.36	6.23	9.42	8.34	10.59
120	2.83	7.79	6.57	9.15	3.61	8.33	7.14	9.63	4.39	8.74	7.59	10.00	5.16	9.07	7.94	10.29
150	1.31	6.09	4.80	7.58	1.72	6.67	5.40	8.11	2.12	7.13	5.88	8.54	2.50	7.51	6.27	8.89
180	0.76	5.14	3.81	6.73	1.12	5.79	4.49	7.30	1.46	6.33	5.05	7.80	1.81	6.78	5.51	8.22
210	0.73	5.08	3.74	6.68	1.03	5.63	4.33	7.16	1.30	6.08	4.79	7.57	1.55	6.45	5.18	7.91
240	0.52	4.63	3.26	6.33	0.91	5.42	4.11	6.97	1.38	6.20	4.92	7.68	1.92	6.91	5.65	8.33
270	0.48	4.54	3.15	6.27	0.78	5.17	3.84	6.75	1.10	5.76	4.46	7.28	1.44	6.30	5.02	7.77
300	0.69	5.00	3.66	6.62	1.02	5.61	4.31	7.15	1.33	6.12	4.84	7.61	1.63	6.55	5.28	8.00
330	1.00	5.59	4.28	7.12	1.38	6.20	4.91	7.68	1.74	6.69	5.42	8.13	2.09	7.10	5.85	8.51
OMNI	3.90	8.49	7.32	9.78	4.79	8.92	7.78	10.16	5.66	9.25	8.14	10.44	6.52	9.50	8.43	10.66

**Tabella 23: Stati marittimi estremi direzionali annuali nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Wave Monthly Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N																
Month	1 yr Return Period				10 yr Return Period				100 yr Return Period				1000 yr Return Period			
	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)
January	3.16	8.03	6.82	9.37	4.09	8.59	7.42	9.87	4.98	9.00	7.87	10.23	5.85	9.30	8.21	10.49
February	3.37	8.18	6.98	9.50	4.38	8.74	7.58	10.00	5.36	9.14	8.03	10.35	6.31	9.45	8.36	10.61
March	3.12	8.00	6.79	9.34	4.01	8.55	7.38	9.83	4.86	8.95	7.81	10.18	5.68	9.25	8.15	10.45
April	2.78	7.75	6.53	9.11	3.66	8.35	7.17	9.66	4.51	8.80	7.65	10.05	5.35	9.14	8.02	10.35
May	2.32	7.33	6.09	8.72	3.05	7.96	6.74	9.30	3.78	8.43	7.25	9.72	4.51	8.80	7.65	10.05
June	2.21	7.22	5.97	8.62	3.02	7.93	6.72	9.27	3.85	8.46	7.29	9.75	4.69	8.88	7.74	10.12
July	2.14	7.15	5.90	8.56	2.94	7.87	6.66	9.22	3.78	8.43	7.25	9.72	4.64	8.86	7.71	10.10
August	2.03	7.04	5.78	8.45	2.72	7.70	6.47	9.06	3.42	8.21	7.01	9.52	4.12	8.61	7.44	9.88
Septemebr	2.47	7.48	6.24	8.86	3.24	8.09	6.88	9.41	3.98	8.54	7.36	9.82	4.71	8.89	7.75	10.13
October	2.75	7.72	6.49	9.08	3.48	8.24	7.05	9.56	4.17	8.64	7.47	9.91	4.84	8.94	7.80	10.17
November	3.30	8.13	6.93	9.45	4.21	8.66	7.49	9.93	5.08	9.04	7.91	10.26	5.92	9.33	8.23	10.51
December	3.34	8.16	6.96	9.48	4.32	8.71	7.55	9.97	5.27	9.11	7.99	10.32	6.19	9.41	8.32	10.58

**Tabella 24: Stati marittimi estremi omnidirezionali mensili nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 93 di 94	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### Correnti

La distribuzione direzionale annuale della velocità attuale in superficie, a 5 m s.l.m., a 10 m s.l.m. e vicino al fondo nonché il superamento direzionale annuo al di sopra delle soglie per i diversi livelli sono riportati nelle seguenti tabelle.

Whole year- Cs(m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E - SURFACE											
Dir (°N)	Cs(m/s)										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	Total
0	2.156	0.852	0.259	0.043	0.002	0	0	0	0	0	3.311
30	2.025	0.782	0.125	0.003	0	0	0	0	0	0	2.936
60	2.23	0.584	0.038	0	0	0	0	0	0	0	2.852
90	3.053	1.012	0.033	0	0	0	0	0	0	0	4.098
120	5.723	3.434	0.357	0.012	0	0	0	0	0	0	9.526
150	11.987	17.443	6.094	0.735	0.086	0.012	0.003	0	0	0	36.36
180	10.821	11.979	3.089	0.612	0.176	0.064	0.021	0.007	0.001	0.001	26.77
210	4.325	0.855	0.051	0.013	0.001	0	0	0	0	0	5.244
240	2.092	0.091	0.003	0	0	0	0	0	0	0	2.186
270	1.692	0.038	0	0	0	0	0	0	0	0	1.73
300	1.964	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	2.03
330	2.367	0.336	0.035	0.003	0	0	0	0	0	0	2.742
Total	50.434	37.471	10.083	1.422	0.264	0.077	0.024	0.007	0.001	0.001	99.783

**Tabella 25: Distribuzione direzionale annuale della velocità della corrente superficiale nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Whole year- Cs(m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E - 5m b.s.l.											
Dir (°N)	Cs(m/s)										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	Total
0	2.333	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	2.369
30	1.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.103
60	0.937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.937
90	1.396	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.396
120	4.491	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	4.518
150	22.158	13.766	1.958	0.089	0.001	0	0	0	0	0	37.972
180	19.097	8.352	0.886	0.047	0.003	0	0	0	0	0	28.387
210	5.795	0.019	0	0	0	0	0	0	0	0	5.814
240	3.179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.179
270	3.077	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	3.078
300	4.745	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	4.828
330	5.408	0.462	0.001	0	0	0	0	0	0	0	5.872
Total	73.719	22.745	2.846	0.136	0.005	0	0	0	0	0	99.451

**Tabella 26: Distribuzione direzionale annua della velocità attuale - 5 m s.l.m. nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 94 di 95	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Whole year- Cs(m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E - 10m b.s.l.											
Dir (°N)	Cs(m/s)										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	Total
0	2.802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.802
30	1.709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.709
60	1.919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.919
90	3.747	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	3.762
120	11.535	0.78	0.007	0	0	0	0	0	0	0	12.321
150	16.199	1.015	0.004	0	0	0	0	0	0	0	17.218
180	9.457	0.074	0	0	0	0	0	0	0	0	9.53
210	6.242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.242
240	6.256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.256
270	9.259	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	9.268
300	18.494	0.033	0	0	0	0	0	0	0	0	18.527
330	9.214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.214
Total	96.831	1.924	0.011	0	0	0	0	0	0	0	98.767

**Tabella 27: Distribuzione direzionale annua della velocità attuale - 10 m s.l.m.  
nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Whole year- Cs(m/s) vs Dir(°N) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E - Near bottom											
Dir (°N)	Cs(m/s)										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	Total
0	3.213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.213
30	1.774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.774
60	1.734	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.734
90	2.925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.925
120	9.426	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	9.456
150	17.528	0.657	0	0	0	0	0	0	0	0	18.185
180	10.437	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	10.537
210	6.501	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	6.502
240	6.171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.171
270	8.744	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	8.75
300	18.011	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	18.025
330	11.355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.355
Total	97.819	0.808	0	0	0	0	0	0	0	0	98.627

**Tabella 28: Distribuzione direzionale annua della velocità attuale – vicino al fondale  
nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021					
Whole year Exceedance - Cs (m/s) vs Dir (N)					
Curr Dir (to - °N)	Current Speed (m/s)				
	> 0.1	> 0.2	> 0.3	> 0.4	> 0.5
Exceedance over threshold (%)					
0	1.16	0.30	0.05	0.00	0.00
30	0.91	0.13	0.00	0.00	0.00
60	0.62	0.04	0.00	0.00	0.00
90	1.05	0.03	0.00	0.00	0.00
120	3.80	0.37	0.01	0.00	0.00
150	24.37	6.93	0.84	0.10	0.02
180	15.95	3.97	0.88	0.27	0.09
210	0.92	0.07	0.01	0.00	0.00
240	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.37	0.04	0.00	0.00	0.00
Total	49.35	11.88	1.80	0.37	0.11

**Tabella 29: Superamento direzionale annuo delle soglie – Superficie  
nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 95 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021					
Whole year Exceedance - Cs (m/s) vs Dir (N)					
Curr Dir (to - °N)	Current Speed (m/s)				
	> 0.1	> 0.2	> 0.3	> 0.4	> 0.5
	Exceedance over threshold (%)				
0	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
150	15.81	2.05	0.09	0.00	0.00
180	9.29	0.94	0.05	0.00	0.00
210	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	25.73	2.99	0.14	0.01	0.00

**Tabella 30: Superamento direzionale annuo delle soglie – 5 m s.l.m. nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021					
Whole year Exceedance - Cs (m/s) vs Dir (N)					
Curr Dir (to - °N)	Current Speed (m/s)				
	> 0.1	> 0.2	> 0.3	> 0.4	> 0.5
	Exceedance over threshold (%)				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.79	0.01	0.00	0.00	0.00
150	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1.94	0.01	0.00	0.00	0.00

**Tabella 31: Superamento direzionale annuo delle soglie – 10 m s.l.m. nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 96 di 97	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

44.460°N 12.389°E - DHI Data - Jan.1979 - Dec.2021					
Whole year Exceedance - Cs (m/s) vs Dir (N)					
Curr Dir (to - °N)	Current Speed (m/s)				
	> 0.1	> 0.2	> 0.3	> 0.4	> 0.5
	Exceedance over threshold (%)				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
300	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabella 32: Superamento direzionale annuo sopra le soglie – vicino al fondale nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

Lo studio meteomarinò completo è disponibile su richiesta, tale studio è parte integrante della documentazione di progetto predisposta dalla Committente.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 97 di 98	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.3.2.4 Tsunami

Per l'analisi dei possibili fenomeni di tsunami si fa riferimento alle linee guida tecniche, emesse dal Centro Allerta Tsunami dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (CAT-INGV) ([www.ingv.it/cat/it](http://www.ingv.it/cat/it)). Il CAT-INGV è stato costituito nel 2013 con il compito di realizzare e rendere operativo il servizio di sorveglianza per l'allerta da maremoti e predisporre la mappa di pericolosità da maremoti per le coste italiane. Il CAT è diventato pienamente operativo a gennaio 2017 ed è stato formalmente designato, da Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 17 febbraio 2017, come componente del Sistema di Allertamento nazionale per i Maremoti (SiAM) generati da eventi sismici nel Mar Mediterraneo, coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile nazionale.

Nell'ambito delle sue attività di sorveglianza e monitoraggio, il CAT utilizza i dati provenienti dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV e dalle stazioni sismiche di altri centri di ricerca internazionali, nonché i dati della rete mareografica dell'ISPRA e di quelli dei mareografi collocati sulle coste degli altri paesi del Mediterraneo. Nel documento del CAT "Linee Guida tecniche per la definizione delle fasce costiere (TSUMAPS-NEAM/Run-Up Max)", emesso ad ottobre 2018, viene proposto il modello S-PTHA TSUMAPS-NEAM come il migliore attualmente disponibile per lo screening della pericolosità legata a tsunami sulle coste italiane.

TSUMAPS-NEAM è lo strumento realizzato dal progetto europeo "Probabilistic TSUnami Hazard MAPS for the NEAM Region" (<http://www.tsumaps-neam.eu>), avente come scopo quello di realizzare una valutazione del rischio di tipo probabilistico degli tsunami generati da terremoti (Probabilistic Tsunami Hazard Assessment, PTHA) per la regione NEAM (Nordest Atlantico, Mediterraneo e mari collegati). Al progetto hanno partecipato come partner l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) in qualità di Project coordinator e altri organi degli altri Paesi interessati (NGI, Norvegia; IPMA, Portogallo; GFZ, Germania; METU, Turchia; UB, Spagna; NOA, Grecia; CNRST, Marocco; INM, Tunisia).

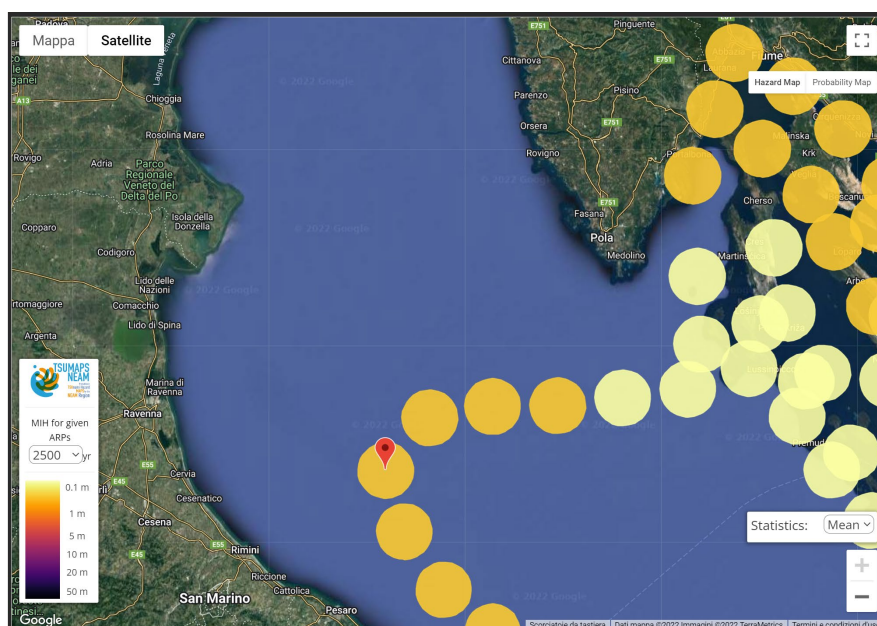
Il progetto ha prodotto delle curve di rischio e una mappa di rischio/probabilità, calcolate in specifici punti di interesse (POIs). La mappa è caratterizzata da più di 2.000 POIs distribuiti lungo tutte le coste dell'area NEAM, a distanza di circa 20 km l'uno dall'altro. Il parametro di misura dell'intensità degli eventi utilizzato nel modello è l'altezza massima di inondazione (Maximum Inundation Height, MIH), ovvero l'altezza massima raggiunta dall'onda, misurata rispetto al livello medio del mare. La mappa di rischio riporta per ogni POI il valore di MIH corrispondente a un certo tempo medio di ritorno (Average Return Period, ARP); il valore di MIH riportato rappresenta un valore medio dell'area coperta dal POI considerato, con i valori locali del MIH che possono di conseguenza essere maggiori o minori del valore medio riportato.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 98 di 99	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



**Figura 16: Distribuzione dei POIs nel territorio italiano, ARP = 2.500 anni**



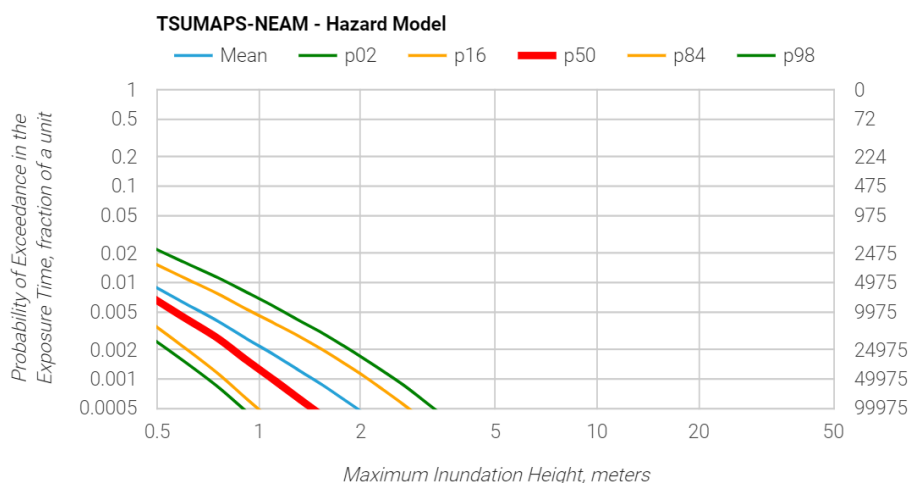
**Figura 17: Distribuzione dei POIs lungo il tratto di costa più prossimo all'area di Punta Marina e indicazione del POI assunto come riferimento, ARP = 2.500 anni**

Dalla mappa sopra riportata si evince che l'area occupata dall'impianto oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza è caratterizzata da un rischio tsunami basso in confronto ad altre coste del territorio italiano.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 99 di 100	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Scendendo più nel dettaglio, per ogni POI sono disponibili delle curve di pericolosità che esprimono la probabilità di superamento di un determinato valore di MIH in un dato tempo di esposizione (exposure time) assunto pari a 50 anni; ogni punto della curva fornisce quindi un'indicazione della frequenza con cui un evento di una data intensità può nel futuro essere superato nell'area in esame. La probabilità di superamento nel periodo di riferimento può essere espressa anche come periodo medio di ritorno (ARP) che è l'intervallo di tempo che intercorre tra due eventi della stessa intensità. Per ogni POI sono riportate diverse curve con differenti percentili, che rappresentano il grado di incertezza dello studio dovuto ai modelli e alle assunzioni considerate. Più lungo è il periodo di ritorno considerato, più scarse sono le osservazioni per testare e, eventualmente, falsificare il modello. Di conseguenza, le indicazioni del Dipartimento di Protezione Civile suggeriscono l'adozione dell'84° percentile delle curve di pericolosità ed un periodo di ritorno di 2.500 anni, ovvero, una probabilità di circa il 2% in 50 anni.



**Figura 18: Curve di rischio per il POI assunto.**

Dalla figura sopra riportata, si evince come l'altezza massima attesa (MIH) per un'onda conseguente ad uno tsunami pari a 0,5 metri sia legata ad una probabilità di accadimento di circa l'1,5% in 50 anni. Per MIH di 0,75 metri la probabilità di accadimento è pari a circa lo 0,1% in 50 anni (ART pari a 50.000 anni). MIH di 3 metri sono legate ad una probabilità di accadimento di circa 0,05% in 50 anni (ART pari a 100.000 anni).

In accordo, con le indicazioni del Dipartimento di Protezione Civile, i risultati di pericolosità di riferimento da considerare per la pianificazione territoriale sono:

- ART = 2.500 anni
- Probabilità in 50 anni = 0,15%
- Curva di pericolosità = 84° percentile (p84 in figura)
- MIH = 0,5 metri

Tali valori si possono ragionevolmente considerare come non elevati, per cui eventi delle entità descritte non costituiscono un rischio significativo per l'impianto.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 100 di 101	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.3.2.5 Trombe d'aria e tornado

La forza di una tromba d'aria può essere definita secondo la classificazione "Fujita Scale", che fornisce una misura empirica dell'intensità di un tornado in funzione dei danni che si riscontrano su strutture, beni e ambiente. La scala si struttura in sei classi da zero a cinque, con un livello crescente del grado dei danni. Il grado di intensità di una tromba d'aria corrisponde a quello associato alla categoria di danno di maggiore entità osservato nell'area colpita. Le categorie di danno vanno dalla rottura e trascinarsi di singoli rami dagli alberi (F0), sino alla deformazione strutturale di edifici alti, edifici robusti divelti dalle fondamenta, automobili trascinate per più di 100 m (F5). I dati riportati nelle banche dati specialistiche lasciano evincere che anche il territorio italiano è stato ed è interessato da episodi meteo riconducibili al fenomeno "tromba d'aria", con le intensità della maggior parte degli eventi registrati di recente che sono comprese tra le classi F1 e F2. Si riporta nel seguito una sintesi della Scala Fujita.

Categoria	Velocità del vento [km/h]	Velocità del vento [m/s]	Danni
F0	64-116	18-32	<i>Danni leggeri.</i> Alcuni danni ai comignoli e caduta di rami, cartelli stradali divelti.
F1	117-180	33-50	<i>Danni moderati.</i> Asportazione di tegole; danneggiamento di case prefabbricate; auto fuori strada.
F2	181-253	51-72	<i>Danni considerevoli.</i> Scopercchiamento di tetti; distruzione di case prefabbricate; ribaltamento di camion; sradicamento di grossi alberi; sollevamento di auto da terra.
F3	254-332	72-92	<i>Danni gravi.</i> Asportazione tegole o abbattimento di muri di case in mattoni; ribaltamento di treni; sradicamento di alberi anche in boschi e foreste; sollevamento di auto pesanti dal terreno.
F4	333-418	93-116	<i>Danni devastanti.</i> Distruzione totale di case in mattoni; strutture con deboli fondazioni scagliate a grande distanza; sollevamento totale di auto ad alta velocità.
F5	>418	>117	<i>Danni incredibili.</i> Case sollevate dalle fondamenta e scaraventate talmente lontano da essere disintegrate; automobili scaraventate in aria come missili per oltre 100 metri; alberi sradicati.

**Tabella 33: Scala Fujita**

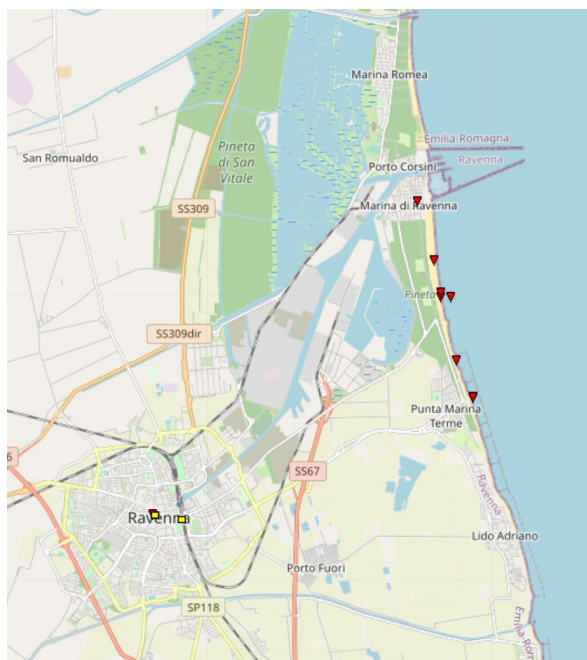
Di seguito si riportano le informazioni disponibili per gli eventi registrati nell'area in esame (compresa tra latitudine 44,35 N e 44,5 N e tra longitudine 12,2 E e 13 E), nel periodo gennaio 1980 – luglio 2022, per gli eventi verificati o con validazione, seppur incompleta. I risultati mostrano che nel periodo si sono registrati 12 eventi di trombe d'aria o forti venti (fonte dati European Severe Weather Database EWS [www.eswd.eu](http://www.eswd.eu)).



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 101 di 102	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Analizzando i report degli eventi classificati come tornado e forte vento individuati per l'area di interesse, due di tali eventi sono stati categorizzati all'interno della Scala Fujita, in quanto hanno comportato i danni descritti nella Tabella 33; entrambi gli eventi sono avvenuti presso Punta Marina e hanno avuto una durata di circa 5 minuti, il primo a giugno 2008 categorizzato come F1, il secondo a luglio 2011 categorizzato come F0.



**Figura 19: Eventi di tornado (rosso) nell'area di interesse  
(Fonte: EWS)**

Si osserva che non sono stati registrati eventi in luoghi prossimi al sito offshore previsto per l'installazione del Terminale oggetto del presente Rapporto Preliminare di Sicurezza. In base a queste informazioni si può ragionevolmente escludere il pericolo di trombe d'aria per il sito offshore in esame.

#### **C.3.2.6 Perturbazioni Cerauniche**

Il valore medio di fulminazione a terra è pari a 1,32 fulmini/anno/km<sup>2</sup> (tratto da Norma Italiana CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio"). In **Allegato C.3.2** è disponibile la mappa dello stabilimento con il valore medio di fulminazione Ng dall'applicazione CEI PRODIS.

Lo studio del Rischio Fulminazioni sarà effettuato nell'ambito del progetto facendo riferimento alla serie di norme UNI EN 62305-1/2/3/4 "Protezione contro i fulmini", ove applicabili. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo C.7.2.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 102 di 103	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.4 ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI

### C.4.0 Individuazione delle Unità Critiche dello Stabilimento

L'analisi preliminare è la tecnica che permette l'individuazione delle unità critiche di uno stabilimento e precede l'analisi di rischio volta a individuare, descrivere, analizzare e caratterizzare le sequenze incidentali che possono generare un incidente e gli scenari conseguenti.

L'analisi preliminare è stata effettuata secondo le metodologie contenute nel D.Lgs. 105/2015 e nella normativa collegata, ed in particolare secondo quanto previsto dal *D.P.C.M. 31/03/1989, Allegato II*.

Tale analisi consente la classificazione degli impianti di processo mediante l'attribuzione di fattori che vanno a definire degli indici di rischio, al fine di quello di fornire un quadro immediato e sintetico del grado di sicurezza delle unità di processo e di stoccaggio, così da poter individuare le aree sulle quali eventualmente approfondire l'indagine, qualora l'indice di rischio globale "intrinseco" evidenzia delle situazioni particolari.

In **Allegato C.4.1-A** si riportano le schede ed i fogli di calcolo derivanti dall'applicazione del Metodo Indicizzato. Al fine di dare una rappresentazione grafica di immediata lettura, sono state indicate graficamente le unità logiche analizzate ed è stato assegnato ad ognuna unità un colore in funzione della categoria di rischio ottenuta.

Il primo passo per attuare il metodo consiste nella suddivisione dello Stabilimento in unità omogenee, dette aree critiche, ciascuna di esse intesa come parte dell'impianto che può essere logicamente caratterizzata come entità fisica separata. Indipendente dall'essere separata fisicamente (o potenzialmente separabile) dalle unità adiacenti, una unità si distingue per:

- la natura del processo condotto;
- le sostanze contenute;
- le condizioni operative.

In particolare, per ogni unità nelle schede vengono riportate le scelte effettuate (ad es. sostanza predominante dell'unità), le valutazioni dei parametri e le relative motivazioni.

Per ciascuna unità sono inoltre indicate anche le misure di sicurezza volte a ridurre il numero di incidenti e la dimensione potenziale degli stessi, scegliendole tra gli elementi proposti nell'Allegato II del D.P.C.M. sopracitato.

Ogni unità logica viene quindi caratterizzata con 5 indici:

- Indice d'incendio, F;
- Indice di esplosione confinata, C;
- Indice di esplosione in aria, A;
- Indice di rischio generale, G;
- Indice di rischio tossico, T.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 103 di 104	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

In particolare, i valori di indice generale G dipendono in maniera diretta principalmente da:

- quantitativo di sostanza pericolosa considerato;
- pressione di esercizio;
- pericolosità della sostanza;
- layout delle apparecchiature che compongono l'unità.

I valori di indice generale G compensato tengono conto inoltre delle protezioni installate, tra cui principalmente:

- sistemi di controllo;
- criteri di progettazione delle apparecchiature;
- sistemi di intercettazione e antincendio;
- caratteristiche delle apparecchiature che compongono l'unità.

#### *C.4.0.1 Elenco delle unità e criteri seguiti per il calcolo degli hold-up*

Le unità individuate sono quelle ritenute più rappresentative per il Terminale di Ravenna.

I criteri utilizzati per la determinazione degli hold-up sono basati sulle dimensioni geometriche di apparecchiature e tubazioni contenenti le sostanze pericolose, tenendo conto della frazione di volume occupata dalle sostanze pericolose (ad es. cautelativamente 100% del volume per i serbatoi di stoccaggio, 30% del volume per i ricevitori come ad esempio il ricondensatore).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 104 di 105	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Unità	Descrizione	Metodo indicizzato	Componenti dell'unità
1	Sistema di trasferimento GNL da nave metaniera a FSRU	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera le manichette di scarico GNL e il circuito GNL fino ai serbatoi di stoccaggio
2	Sistema di ritorno BOG da compressore HD della FSRU a nave metaniera	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il sistema di ritorno vapori di BOG dai serbatoi di stoccaggio (tramite i compressori High Duty, collocati all'interno della Cargo Machinery della FSRU) alla tubazione dedicata al ritorno vapori alla nave metaniera
3	Serbatoi di stoccaggio GNL	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera i 4 serbatoi di stoccaggio GNL
4	Circuito GNL ricondensatore FSRU	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il circuito del ricondensatore della FSRU
5	Pompe HP Booster	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera le 4 pompe alta pressione di mandata GNL ai vaporizzatori e relative tubazioni di mandata
6	Circuito vaporizzatori FSRU	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il circuito del Gas Naturale dai vaporizzatori al sistema di scarico tramite manichette flessibili per l'invio a metanodotto piattaforma
7	Compressore LD di recupero BOG	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il sistema di ritorno vapori di BOG dai serbatoi di stoccaggio (tramite i compressori Low Duty di recupero BoG, situato nella Cargo Machinery della FSRU) fino al ricondensatore della FSRU
8	Bracci di scarico GN da FSRU per invio in rete	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera i bracci di scarico Gas naturale per invio a metanodotto
9	Metanodotto piattaforma - Alternativa A	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il metanodotto di gas naturale in piattaforma fino alla valvola di sezionamento / inizio metanodotto sottomarino

**Tabella 34: Elenco e descrizione delle unità logiche**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 105 di 106	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.0.2 Sintesi dei risultati ottenuti

Di seguito si riportano per ogni unità le tabelle riepilogative contenenti la distribuzione delle categorie di rischio e una tabella di sintesi per il Terminale.

UNITA' 1 – Sistema di scarico GNL da nave metaniera a FSRU				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,01	LIEVE	0,00	LIEVE
C	3,17	MODERATO	0,57	LIEVE
A	17,99	BASSO	1,47	LIEVE
<b>G</b>	<b>206,18</b>	<b>MODERATO</b>	<b>7,01</b>	<b>LIEVE</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 35: Indici di rischio per unità 1

UNITA' 2 - Sistema ritorno BOG da compressore HD della FSRU a nave metaniera				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,00	LIEVE	0,00	LIEVE
C	1,95	BASSO	0,35	LIEVE
A	0,00	LIEVE	0,00	LIEVE
<b>G</b>	<b>63,00</b>	<b>BASSO</b>	<b>1,93</b>	<b>LIEVE</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 36: Indici di rischio per unità 2

UNITA' 3 – Serbatoi di stoccaggio GNL				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	444,38	GRAVISSIMO	18,95	ALTO I
C	3,12	MODERATO	0,57	LIEVE
A	1040,45	MOLTO ALTO	38,08	MODERATO
<b>G</b>	<b>116910,98</b>	<b>GRAVISSIMO</b>	<b>1337,24</b>	<b>ALTO II</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 37: Indici di rischio per unità 3

UNITA' 4 – Circuito GNL Ricondensatore FSRU				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	1,97	LIEVE	0,21	LIEVE
C	2,80	MODERATO	0,51	LIEVE
A	239,44	ALTO	21,64	BASSO
<b>G</b>	<b>1529,28</b>	<b>ALTO II</b>	<b>57,59</b>	<b>BASSO</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 38: Indici di rischio per unità 4

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 106 di 107	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

UNITA' 5 – Pompe HP Booster				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,07	LIEVE	0,01	LIEVE
C	3,53	MODERATO	0,64	LIEVE
A	386,26	ALTO	34,91	MODERATO
<b>G</b>	<b>510,08</b>	<b>ALTO I</b>	<b>19,21</b>	<b>LIEVE</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 39: Indici di rischio per unità 5

UNITA' 6 – Circuito vaporizzatori FSRU				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,26	LIEVE	0,03	LIEVE
C	3,56	MODERATO	0,64	LIEVE
A	3203,23	GRAVE	289,48	ALTO
<b>G</b>	<b>3503,81</b>	<b>MOLTO ALTO</b>	<b>131,94</b>	<b>MODERATO</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 40: Indici di rischio per unità 6

UNITA' 7 – Compressore LD di recupero BOG				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,00	LIEVE	0,00	LIEVE
C	1,95	BASSO	0,35	LIEVE
A	0,00	LIEVE	0,00	LIEVE
<b>G</b>	<b>54,34</b>	<b>BASSO</b>	<b>1,84</b>	<b>LIEVE</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 41: Indici di rischio per unità 7

UNITA' 8 – Bracci di scarico GN da FSRU per invio in rete				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,35	LIEVE	0,03	LIEVE
C	2,61	MODERATO	0,47	LIEVE
A	708,50	MOLTO ALTO	57,80	MODERATO
<b>G</b>	<b>632,60</b>	<b>ALTO I</b>	<b>19,60</b>	<b>LIEVE</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 42: Indici di rischio per unità 8

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 107 di 108	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

UNITA' 9 – Metanodotto piattaforma - Alternativa A				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,41	LIEVE	0,04	LIEVE
C	2,61	MODERATO	0,47	LIEVE
A	1725,04	GRAVE	140,74	ALTO
<b>G</b>	<b>1111,58</b>	<b>ALTO II</b>	<b>34,43</b>	<b>BASSO</b>
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

**Tabella 43: Indici di rischio per unità 9**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 108 di 109	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Sezione del Terminale	Unità logica	Indice di Rischio Generale Iniziale (G)	Categoria iniziale	Indice di Rischio Generale Finale (G')	Categoria finale
Floating Storage Regassification Unit	1 Sistema di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	206,18	MODERATO	7,01	LIEVE
	2 Sistema ritorno BOG da compressore HD della FSRU a nave metaniera	63,00	BASSO	1,93	LIEVE
	3 Serbatoi di stoccaggio GNL	116.910,98	GRAVISSIMO	1.337,24	ALTO II
	4 Circuito GNL Ricondensatore FSRU	1.529,28	ALTO II	57,59	BASSO
	5 Pompe HP booster	510,08	ALTO I	19,21	LIEVE
	6 Circuito vaporizzatori FSRU	3.503,81	MOLTO ALTO	131,94	MODERATO
	7 Compressore LD di recupero BOG	54,34	BASSO	1,84	LIEVE
	8 Bracci di scarico GN da FSRU per invio in rete	632,60	ALTO I	19,60	LIEVE
Metanodotto piattaforma	9 Metanodotto piattaforma - Alternativa A	1.111,58	ALTO II	34,43	BASSO

**Tabella 44: Distribuzione delle categorie dell'indice di Rischio Generale Iniziale G e Finale (Compensato) G'**

Dalla tabella e dai valori dell'indice di rischio generale compensato, a conferma degli elevati livelli di protezione e sicurezza previsti nel Terminale, si può dedurre che delle unità esaminate:

- nessuna ricade nelle tre categorie di rischio più elevato (molto alto, grave e gravissimo);
- un'unica unità ricade nella categoria di rischio Alto (I e II), e si tratta dell'unità Serbatoi di stoccaggio GNL la cui classificazione di rischio è dovuta principalmente al fattore quantità;
- 8 unità ricadono in una fascia di rischio ridotta.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 109 di 110	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.1 Individuazione delle ipotesi incidentali e delle relative frequenze

##### C.4.1.1 *Criteri e metodologie utilizzati per l'individuazione delle ipotesi incidentali e delle relative frequenze*

##### C.4.1.1.1 *Tecniche utilizzate per l'individuazione delle ipotesi incidentali (cause iniziatrici)*

Le cause iniziatrici degli eventi incidentali ragionevolmente credibili vengono individuate mediante:

- Analisi Operativa (HazOp) delle sezioni impiantistiche più critiche al fine di identificare cause e protezioni delle ipotesi incidentali analizzate;
- Analisi da dati di tipo statistico-storico (letteratura) attraverso la metodologia individuata nella banca dati "Guideline for quantitative risk assessment, TNO, Purple book, 2005".

Tali tecniche si applicano alle unità prese in considerazione nell'applicazione del metodo indicizzato.

#### **Identificazione delle ipotesi incidentali mediante Analisi operativa delle sezioni impiantistiche più critiche (Hazop)**

L'analisi operativa permette di valutare possibili deviazioni dalle condizioni di regime di funzionamento, andando ad individuare le cause e le conseguenze elementari che, concatenate tra loro, possono portare all'accadimento di una causa iniziatrice.

L'analisi operativa è applicata con risultati apprezzabili a sistemi complessi, dove i rischi sono dovuti principalmente a deviazioni delle condizioni di funzionamento.

Per l'impianto oggetto del presente Rapporto di Sicurezza, il gestore ha reso disponibile un'analisi operativa (HazOp), condotta dal costruttore della nave FSRU con DNV sulla documentazione tecnica di una nave **gemella, in particolare per quanto riguarda le installazioni di processo**, alla FSRU del Terminale.

Su tale analisi e sui documenti sviluppati per la struttura di ormeggio, TRR ha proceduto ad un'analisi critica, identificando i Top Event sia lato nave che lato piattaforma.

La scelta delle ipotesi incidentali, coerentemente con il campo di applicazione dell'analisi operativa, è stata condotta sulla base della criticità delle operazioni e in base al grado di protezione di processo esistente.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 110 di 111	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Identificazione delle ipotesi incidentali mediante Analisi Statistico-Storica***

La tecnica analitica di tipo “statistico-storica” compie un’analisi macroscopica degli eventi incidentali caratteristici delle apparecchiature connesse con la linea in esame. Senza approfondire la sequenza logica che porta al verificarsi della causa iniziatrice, questa determina i punti critici delle installazioni esaminate e fornisce una stima approssimata della frequenza di accadimento.

Tale metodologia è applicata alle singole apparecchiature costituenti l’impianto in esame (es: vessel in pressione, tubazioni, pompe etc.), laddove le frequenze associate ai rilasci da tali apparecchiature, sono facilmente determinabili sulla base della sola esperienza storica, vista l’ampia disponibilità di dati in letteratura.

Per l’impianto in esame, l’analisi è stata condotta utilizzando le banche dati contenute nei seguenti riferimenti: “Guideline for quantitative risk assessment, TNO, Purple book, 2005”, “HSE - Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessment – 2012” e “IOGP Report 434-01 / 2019 - Risk assessment data directory - Process Release Frequencies”.

L’impianto oggetto di analisi è stato suddiviso in “sezioni isolabili”, dove per sezione isolabile si intende una parte d’impianto compresa tra almeno due valvole automatiche consecutive, che rimane isolata dal resto dell’impianto a seguito dell’intervento dell’ESD (Emergency Shut Down) o PSD (Process Shut Down) o blocco dell’impianto.

Il metodo proposto nel Rapporto di Sicurezza, ampiamente utilizzato nelle analisi di rischio nazionali ed internazionali, prevede la suddivisione logica delle parti di impianti tra due valvole automatiche di intercettazione (SDV) o equivalenti e si tratta di un criterio di suddivisione logica. La banca dati TNO Purple Book, presa come riferimento per la conduzione dell’analisi di rischio di codesto RdS, al paragrafo 2.3 precisa che due installazioni possono essere considerate separate se questo possono essere isolate in un tempo molto breve a seguito dell’incidente.

Le sezioni isolabili includono apparecchiature e tubazioni che sono state considerate, per la conduzione della presente analisi, separatamente ai fini della stima delle frequenze di rottura, così come riportato dal TNO Purple Book, trattandosi di elementi distinti con ratei di guasto e fori di rottura differenti.

Per ogni apparecchiatura e tubazione compresa all’interno della sezione isolabile, è prevista l’assegnazione di una specifica frequenza, fornita all’interno della banca dati sopra citata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 111 di 112	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.4.1.1.2**      *Determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi incidentali (cause iniziatrici)*

***Determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi incidentali mediante alberi di Guasto***

Le frequenze relative alle cause iniziatrici individuate attraverso l'analisi operativa vengono determinate attraverso la tecnica quantitativa dell'albero dei guasti (Fault Tree Analysis).

Gli alberi di guasto sono costruiti avvalendosi dei risultati dell'analisi operativa, combinando tra di loro le diverse "cause" e le "mancate protezioni". Per determinare la frequenza di accadimento dell'evento incidentale, si procede alla quantificazione degli alberi di guasto.

La quantificazione dell'albero di guasto è effettuata con l'ausilio del codice "Isograph" della Reliability Workbench (ultima versione disponibile alla data della presente relazione).

In funzione dei ratei di guasto, dei tempi di riparazione e delle frequenze di test attribuiti ai primari, si ottengono le frequenze di accadimento su base annua degli eventi incidentali selezionati. Ad ogni singolo evento primario, che entra nella quantificazione dell'albero di guasto, sono attribuiti i parametri di affidabilità ricavati da banche dati componenti specializzate.

Le banche dati componenti utilizzate nell'analisi sono:

- Oreda participant, OREDA Handbook, Offshore Reliability Data Handbook, 5th Edition, 2009.
- Sintef Tecnoloogy and Society, SINTEF, Reliability Data for Safety Instrumented System, PSD Data Handbook 2013 Edition.

Per quanto riguarda i tempi di verifica delle attrezzature critiche (allarmi, PSV e sistemi di blocco), gli alberi di guasto tengono conto di valori specifici adottati dallo Stabilimento, anziché della banca dati sopra riportata.

In particolare si è considerato:

- per le PSV un tempo di test pari a 2 anni;
- per i sistemi di blocco un tempo di test pari a 1 anno;
- per gli allarmi un tempo di test pari a 1 anno.

Inoltre non sono state considerate quali protezioni le indicazioni di strumenti in campo.

Si precisa che la frequenza di accadimento di un'ipotesi incidentale è stata calcolata considerando che le cause e le mancate protezioni occorrono contemporaneamente e a condizione che siano mantenuti i tempi di test e di riparazione dei componenti adottati nell'albero di guasto dell'ipotesi incidentale.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 112 di 113	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi incidentali mediante analisi statistico-storica***

La determinazione della frequenza di accadimento delle ipotesi incidentali, necessarie per l'applicazione dell'analisi statistico-storica, è stata effettuata analizzando i dati storici riportati nella banca dati "Guideline for quantitative risk assessment, TNO, Purple book, 2005", dove non diversamente specificato, di seguito richiamati per le apparecchiature di processo in funzione delle varie tipologie di rottura.

**a) Compressori**

Item	Riferimento	Foro > 110 mm	Foro > 75 mm e ≤ 110 mm	Foro > 25 mm e ≤ 75 mm	Foro ≤ 25 mm
		occ/anno	occ/anno	occ/anno	occ/anno
<b>Compressore Centrifugo</b>	HSE, 2012	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$

**Tabella 45: Ratei di guasto compressori centrifughi, HSE 2012**

Nel TNO Purple Book non sono riportate le frequenze di rottura per i compressori per cui sono stati considerati i ratei di guasto riportati dal HSE, Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments, 2012. La banca dati suggerisce di scegliere come dimensione del foro quella definita per le tubazioni (cfr. punti d) ed e) in seguito); come grandezza del foro di rottura totale, la fonte consiglia di utilizzare la dimensione del bocchello in ingresso o in uscita dal compressore.

SNAM, nei suoi Stabilimenti, predispone e attua la politica di prevenzione degli incidenti rilevanti adottando un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) conforme all'Allegato 3 del D.Lgs. 105/2015; tale documento è redatto secondo le linee guida definite all'Allegato B del citato decreto. Si precisa inoltre che le procedure e le istruzioni operative che costituiscono il SGS fanno parte di un sistema di gestione più ampio, integrato anche con aspetti ambientali, di salute e sicurezza dei lavoratori e di qualità.

Secondo quanto previsto dal SGS tutte le apparecchiature presenti negli stabilimenti sono oggetto di manutenzione, al fine di salvaguardarne la sicurezza, l'efficienza e la continuità di servizio. Le operazioni di manutenzione sono effettuate secondo permessi di lavoro specifici.

A seguito delle osservazioni effettuate, si possono ritenere non ragionevolmente ipotizzabili i rilasci di rottura totale che, pertanto, non saranno valutati nel prosieguo dell'analisi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 113 di 114	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## b) Tubazioni

Item	Riferimento	Rottura parziale	Rottura totale
		occ/anno/m	occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &lt; 3"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
<b>Tubazioni 3" ≤ DN ≤ 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 46: Ratei di guasto tubazioni, TNO Purple Book ed. 2005**

Come già evidenziato, SNAM, nei suoi Stabilimenti, predispone e attua la politica di prevenzione degli incidenti rilevanti adottando un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) conforme all'Allegato 3 del D.Lgs. 105/2015; tale documento è redatto secondo le linee guida definite all'Allegato B del citato decreto. Si precisa inoltre che le procedure e le istruzioni operative che costituiscono il SGS fanno parte di un sistema di gestione più ampio, integrato anche con aspetti ambientali, di salute e sicurezza dei lavoratori e di qualità.

Secondo quanto previsto dal SGS tutte le apparecchiature presenti negli stabilimenti sono oggetto di manutenzione, al fine di salvaguardarne la sicurezza, l'efficienza e la continuità di servizio. Le operazioni di manutenzione sono effettuate secondo permessi di lavoro specifici.

A seguito delle osservazioni effettuate, si possono ritenere non ragionevolmente ipotizzabili i rilasci di rottura totale che, pertanto, non saranno valutati nel prosieguo dell'analisi.

## c) Manichette

Item	Riferimento	Rottura totale	Rottura parziale
		occ/ore	occ/ore
<b>Rottura manichetta pressurizzata</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 47: Ratei di guasto manichette pressurizzate, TNO Purple Book ed. 2005**

Nel TNO Purple Book non sono riportate le frequenze di rottura per le manichette di trasferimento via nave per cui sono stati considerati i ratei di guasto relativi ai trasferimenti via terra.

Sono state considerate cautelativamente sia la rottura parziale che la rottura totale delle manichette di trasferimento di GNL.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 114 di 115	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

d) Bracci di trasferimento

Item	Riferimento	Rottura parziale	Rottura totale
		occ/anno per operaz	occ/anno per operaz
<b>Rottura bracci di carico gas tanker, semigas tanker</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 48: Ratei di guasto bracci di carico navali, TNO Purple Book ed. 2005**

Il TNO Purple Book riporta per i bracci di trasferimento navali dei ratei di guasto funzione del numero di operazioni effettuate. Presso il Terminale in analisi, tali bracci saranno permanentemente collegati al gasdotto di trasferimento della piattaforma per cui il numero di operazioni non risulta un dato significativo (sarebbe pari ad uno).

Per tale ragione, è stato ritenuto opportuno utilizzare la banca dati del Report 434-01 / 2019 pubblicata da IOGP (International Association of Oil & Gas Producers) "Process Release Frequencies", che riporta frequenze specifiche per le attrezzature di GNL ed in particolare per i bracci di trasferimento navali, in funzione del numero di bracci presenti.

Item	Riferimento	Pinhole/crack	Rupture
		occ/anno/n. bracci di carico	occ/anno/n. bracci di carico
<b>Braccio di trasferimento</b>	IOGP Report 434-01 2019	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 49: Ratei di guasto bracci di carico navali, IOGP Report 434-01 / 2019**

Sono state considerate cautelativamente sia la rottura parziale che la rottura totale dei bracci di trasferimento di GNL.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 115 di 116	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.4.1.1.3** *Criteri per l'individuazione della classe di probabilità delle ipotesi e degli eventi incidentali*

Ad ogni ipotesi incidentale individuata, in base alla frequenza di accadimento ottenuta, viene associata una "classe di probabilità", secondo quanto indicato nella seguente tabella tratta da "General Guidance on Emergency Planning within the COMAH (Control Of Major Accident Hazards Regulation).

CLASSE DELL'EVENTO	FREQUENZA (occ/anno)
PROBABLE (probabile)	$> 10^{-1}$
FAIRLY PROBABLE (abbastanza probabile)	$10^{-2} \div 10^{-1}$
SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile)	$10^{-3} \div 10^{-2}$
QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)	$10^{-4} \div 10^{-3}$
UNLIKELY (improbabile)	$10^{-5} \div 10^{-4}$
VERY UNLIKELY (molto improbabile)	$10^{-6} \div 10^{-5}$
EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)	$< 10^{-6}$

**Tabella 50: Classi delle probabilità stabilite da COMAH**

FREQUENZA	CLASSE
Maggiore di 1 volta ogni 10 anni	Molto Alta
Tra 10 e 100 anni	Alta
Tra 100 e 1.000 anni	Media
Tra 1.000 e 10.000 anni	Bassa
Minore di 1 volta ogni 10.000 anni	Molto Bassa

**Tabella 51: Classificazione qualitativa delle frequenze (All. III D.P.C.M. 31/03/89)**

Dove le classi "Bassa, Media e Alta" assumono il seguente significato:

**BASSA:** improbabile durante la vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito.

**MEDIA:** possibile durante la vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito.

**ALTA:** evento che si può verificare almeno una volta nella vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 116 di 117	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Pur non essendovi uno specifico riferimento nella legislazione nazionale, il D.P.C.M. 31 Marzo 1989 (Paragrafo 2.3.4) richiede, una volta *“identificati gli eventi incidentali”, “un calcolo basato su ipotesi conservative nell’ipotesi di caso peggiore fra quelli credibili”*.

A livello internazionale si possono citare, tra i più importanti, i seguenti riferimenti relativi all'identificazione di criteri di accettabilità del rischio:

- US. Environmental Protection Agency (1990), The National Oil and Hazardous Substances *Pollution Contingency Plan (NCP)*, Section 300.430(e), nel quale si cita espressamente il valore di  $10^{-6}$  come criterio generale di tolleranza dei rischi (*“The  $10^{-6}$  risk level shall be used as the point of departure for determining remediation goals”*).
- UK Government through HSE Health and Safety Executive (2007), *Proposals for revised policies to address societal risk around onshore non-nuclear major hazard installations*, nel quale si cita espressamente il valore di  $10^{-6}$  (*“For both workers and the public, an annual risk of death from an industrial activity of below 1 in 1,000,000 is considered to be a very low risk”*).

Secondo tali riferimenti, il criterio utilizzato è di considerare un evento ragionevolmente credibile se caratterizzato da una frequenza di accadimento superiore o uguale a  $1 \cdot 10^{-6}$  occasioni/anno.

Si osserva che tale criterio è in linea con quanto definito dalle Decreto Ministeriale del 09/05/2001 *“Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante”* che prevede la valutazione della compatibilità per scenari incidentali con frequenze inferiori a  $1 \cdot 10^{-6}$  occasioni/anno.

Tuttavia, in linea con i criteri da tempo adottati dal CTR Emilia-Romagna, nella presente analisi si suddividono gli eventi incidentali in:

- Eventi incidentali ragionevolmente credibili: quelli con frequenza di accadimento superiore o pari a  $1 \cdot 10^{-6}$  occasioni per anno;
- Eventi incidentali remoti ma analizzati ai fini della compatibilità territoriale e pianificazione dell'emergenza esterna: quelli la cui frequenza di accadimento è compresa tra  $1 \cdot 10^{-6}$  e  $1 \cdot 10^{-8}$  occasioni per anno;
- Eventi incidentali remoti e non analizzati: quelli la cui frequenza di accadimento è inferiore a  $1 \cdot 10^{-8}$  occasioni per anno.

Saranno pertanto valutate le conseguenze per tutti gli eventi che hanno frequenze di accadimento superiori a  $1 \cdot 10^{-8}$  occ/anno.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 117 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.1.2 Ipotesi incidentali

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa delle ipotesi incidentali e delle frequenze di accadimento calcolate e la relativa classe di evento ed alle pagine successive la descrizione dettagliata delle stesse. Le ipotesi dedotte da analisi operativa sono state denominate con un numero progressivo seguito da una H (HazOp), le ipotesi da analisi statistico-storica con un numero progressivo seguito da una R (Random).

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Classe dell'evento secondo COMAH
Riempimento FSRU	1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	Perdita significativa	$6,4 \cdot 10^{-2}$	FAIRLY PROBABLE (abbastanza probabile)
		Rottura totale	$6,4 \cdot 10^{-3}$	SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile)
	2R - Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera	Hole	$4,9 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
		Pinhole / crack	$2,2 \cdot 10^{-3}$	SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile)
	3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette	Perdita significativa	$1,8 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	4R - Linee di caricamento serbatoi FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$1,8 \cdot 10^{-6}$	VERY UNLIKELY (molto improbabile)
	5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$2,0 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	6R - Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$5,5 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	1H - Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	-	$1,8 \cdot 10^{-3}$	SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile)
	2H - Sovrappressione (e conseguente cedimento) collettore gas, dopo gassificazione	Perdita significativa	$3,0 \cdot 10^{-14}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)
	5H - Roll over serbatoio di GNL	-	$6,10 \cdot 10^{-9}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 118 di 119	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Classe dell'evento secondo COMAH
<b>FSRU in rigassificazione</b>	7R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU	Perdita significativa	$1,1 \cdot 10^{-4}$	QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)
	8R - Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster	Perdita significativa	$3,0 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Hole	$2,7 \cdot 10^{-4}$	QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)
		Pinhole / crack	$1,2 \cdot 10^{-2}$	FAIRLY PROBABLE (abbastanza probabile)
<b>Invio GN a metanodotto sottomarino</b>	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	$4,0 \cdot 10^{-4}$	<b>QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)</b>
		Rottura totale	$4,0 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino ALTERN. A	Perdita significativa	$1,6 \cdot 10^{-4}$	<b>QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)</b>
	3H - Rottura metanodotto piattaforma, per infragilimento criogenico	-	$8,7 \cdot 10^{-9}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)
	4H - Rottura braccio di scarico tra FSRU e metanodotto piattaforma per cedimento meccanico da sovrappressione	-	$2,6 \cdot 10^{-12}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)

**Tabella 52: Sintesi delle ipotesi incidentali e relative frequenze di accadimento**

Le ipotesi incidentali credibili secondo i criteri adottati sono evidenziate in grigio.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 119 di 120	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.1.2.1 *Ipotesi incidentali ricavate da Analisi Operativa*

Come già evidenziato, per l'impianto oggetto del presente Rapporto di Sicurezza, il gestore ha reso disponibile un'analisi operativa (HazOp), condotta dal costruttore della nave FSRU con DNV sulla documentazione tecnica di una nave **gemella, in particolare per quanto riguarda le installazioni di processo**, alla FSRU del Terminale.

Su tale analisi e sui documenti sviluppati per la piattaforma, TRR ha proceduto ad un'analisi critica, identificando i Top Event sia lato nave che lato piattaforma. Le sigle delle apparecchiature e delle valvole riportate nelle ipotesi si riferiscono pertanto alla nave **gemella** alla FSRU che sarà effettivamente utilizzata presso il Terminale.

In **Allegato C.4.1-B** sono disponibili gli Alberi di Guasto per le singole ipotesi dedotte dall'analisi operativa, con individuazione dei Minimal Cut Sets, che rappresentano i "percorsi critici" in termini di frequenze di accadimento dei singoli alberi.

In particolare le ipotesi sono state elaborate col fine di traghettare eventuali incidenti rilevanti da rilasci di gas. La configurazione operativa di riferimento è quella della gassificazione dell'LNG attuata dall'FSRU durante il carico del prodotto da nave metaniera.

La nave FSRU è dotata di quattro serbatoi di GNL, ciascuno dotato di una pompa di miscelazione, due pompe di caricamento navi metaniere (non previste in uso nell'assetto presso il porto di Ravenna) ed una pompa di alimentazione del GNL alla sezione di rigassificazione.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 120 di 121	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 1H: Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG***

Si considera l'assetto della FSRU con rigassificazione GNL ed invio al metanodotto onshore. In tale assetto è attivo il compressore di recupero Low Duty del BOG dei serbatoi FSRU in svuotamento, che invia il BOG al ricondensatore VX0050, al fine di processarlo nella sezione di gassificazione.

#### **CAUSE:**

1. Arresto compressore di recupero di BOG (Boil Off Gas) Low Duty e mancato avviamento compressore di riserva.
2. Chiusura valvola manuale di ingresso BOG nell'apparecchiatura di ricondensazione VX0050.
3. Guasto in chiusura del loop di controllo FCV-0022, che regola il gas BOG in ingresso in VX0050.
4. Eccesiva pressione nell'apparecchiatura in VX0050 (che impedisce l'ingresso del BOG) per sovra riempimento idraulico provocato dal guasto in apertura del loop di controllo PCV 0013 A/B in split range, che immette GNL in VX0050.
5. Eccesiva pressione nell'apparecchiatura in VX0050 (che impedisce l'ingresso del BOG) per sovra riempimento idraulico provocato dal guasto in chiusura del loop di controllo PCV 0090 (immissione gas di pressurizzazione, dopo rigassificazione).
6. Eccesiva pressione in VX0050 per chiusura spuria valvole di blocco gas in uscita (tra loro in alternativa) IV 0050/0131/0133 su linea gas uscita VX0050.

#### **MANCATO INTERVENTO PROTEZIONI**

- 1.,2.,3.,4.,5.,6. Mancato intervento della soglia di Allarme di bassa portata su trasmettitore di portata FE 0032 su linea gas BOG in ingresso all'apparecchiatura di ricondensazione, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco per arrestare le operazioni di scarica GNL
- 4.,5. Mancato intervento della soglia di Allarme di alta pressione PAHH 008 su VX 0050, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco per arrestare le operazioni di scarica GNL
- 4.5. Mancato intervento della soglia di Allarme di alto livello LAH 0013 su VX 0050, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco per arrestare le operazioni di scarica GNL.
- 4.5. Mancato intervento della soglia di intervento di altissimo livello LAHH 0043/0053 su VX 0050 che chiudono la FCV 0022 di ingresso BOG in VX 0050.
6. Mancato intervento della soglia di Allarme di alta pressione PAHH 008 su VX 0050, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco per arrestare le operazioni di scarica GNL.
6. Mancato intervento delle valvole di sicurezza PSV 0049/0051, di cui solo una ipotizzata inserita.

***Frequenza finale 1H:  $1,80 \cdot 10^{-3}$  occ/anno***

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 121 di 122	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 2H: Sovrappressione (e conseguente cedimento) collettore gas, dopo gassificazione***

Si considera una configurazione con i tre Skid di rigassificazione in servizio, in parallelo, ma con una sola coppia pompa/scambiatore acqua mare, per ciascuno skid.

**CAUSE:**

1. Guasto in chiusura loop PCV 0009 A/B, sulla linea di immissione gas a gasdotto: le valvole sono asservite, in maniera indipendente, a due controllori di pressione differenziale monte (pressione gas subito a valle della rigassificazione), valle (pressione gas dotto di ricezione).
2. Chiusura spuria valvola SDV IV 0505 su linea immissione a gasdotto.

**MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:**

- 1,2. Mancato intervento della valvola di sicurezza PSV 1321 posizionata sullo scambiatore LNG/acqua mare HA 1100 A.
- 1,2. Mancato intervento della soglia di allarme di alta pressione PAH 0009, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco per arrestare le operazioni di scarica GNL.
- 1,2. Mancato intervento della di altissima pressione PAHH 000519 che attiva in chiusura la valvola regolatrice in mandata pompa FCV1005A.
- 1,2. Mancato intervento Override di pressione (POC0007) che riduce forzatamente l'apertura della FCV 1005 A.
- 1,2. Mancato intervento del sistema HIPPS sulla linea di gassificazione, composto da doppia valvola asservita a pressostati di massima in logica due su tre.

***Frequenza finale 2H:  $3,00 \cdot 10^{-14}$  occ/anno***

L'ipotesi non risulta credibile secondo i criteri adottati e non sarà ulteriormente analizzata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 122 di 123	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 3H: Rottura metanodotto piattaforma, per infragilimento criogenico***

L'ipotesi si riferisce alla possibilità che il GNL non venga gassificato o venga gassificato parzialmente, provocando l'immissione di gas in condizioni criogeniche nel metanodotto, causandone la rottura per infragilimento (il materiale del metanodotto è previsto in acciaio al carbonio, non resiliente, così come normalmente in uso).

#### **CAUSE:**

Si collega l'evento alla mancanza di acqua mare dalla pompa PA 1000 A, utilizzata per il riscaldamento e la conseguente evaporazione del GNL nello scambiatore HA1100A che riceve il prodotto da trattare. Ci si riferisce allo scambiatore dello skid di rigassificazione n. 1, ma considerazioni analoghe si possono effettuare anche per gli skid n. 2 e n. 3. Sono previste tre pompe acqua mare che alimentano contemporaneamente i 6 scambiatori dei tre Skid. Le pompe sono ridondanti, il che consente di supporre che non sia sufficiente la fermata di una sola pompa per giustificare la mancanza di vaporizzazione. Si ipotizza quindi che le cause della mancanza d'acqua possano essere:

1. L'arresto contemporaneo di almeno due delle tre pompe P 1050, P 2050, P 3050.
2. L'ostruzione dei filtri di aspirazione acqua mare, previsti ridondati (due in parallelo, sempre in servizio).
3. L'ostruzione contemporanea di due filtri autopulenti, CA 1380, 2380, 3380 in mandata a ciascuna pompa delle tre pompe.
4. La chiusura spuria della valvola di blocco IV 1100 A, ingresso acqua allo scambiatore.

#### **MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:**

- 1.,2.,3.,4. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassa lato gas TAL 1061/1062, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
- 1.,2.,3.,4. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassissima temperatura lato gas TALL 1063/1064 che agiscono su valvola di blocco per arresto operazioni.
- 1.,2.,3.,4. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassa pressione lato acqua PAL 1119/1123, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
- 1.,2.,3.,4. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassissima pressione lato acqua PALL 1124/1119, che agiscono su valvola di blocco per arresto operazioni.
- 1.,2.,3.,4. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassissima temperatura, lato GNL, TALL 1125 che arresta la pompa P1000A.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 123 di 124	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

1. Mancato intervento delle soglie di allarme di bassa portata FAL 1153/1155 sui due misuratori di portata acqua posizionati sulle due linee di ingresso allo scambiatore, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
2. Mancato intervento dei trasmettitori di pressione, allarmati di minima su aspirazione/mandata pompe acqua mare, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
2. Mancato funzionamento dei misuratori di vibrazioni sulle pompe, provocate dall'ostruzione dei filtri in aspirazione, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
2. Mancato funzionamento dei misuratori di pressione differenziale sui filtri di aspirazione, che attivano l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
3. Mancato funzionamento dei misuratori di pressione differenziale filtri in mandata pompe.

***Frequenza finale 3H:  $8,70 \cdot 10^{-9}$  occ/anno***

L'ipotesi non risulta credibile secondo i criteri adottati e non sarà ulteriormente analizzata.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 124 di 125	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 4H: Rottura braccio di scarico tra FSRU e metanodotto piattaforma per cedimento meccanico da sovrappressione***

L'ipotesi viene formulata per la possibilità di superamento della pressione di progetto di una dei due bracci di carico adoperati per il trasferimento del gas tra FSRU e metanodotto onshore. Si assume che la pressione di progetto dei **bracci di scarico** sia di **100** barg, a fronte di una pressione massima disponibile su ciascuna delle quattro pompe di spinta (HP Booster) pari a **156,4** barg e di un valore di scatto delle PSV poste in mandata pompe, a valle dei vaporizzatori, pari a **120** barg.

**CAUSE**

1. A monte braccio di carico: guasto in apertura loop PCV 0009 A/B, sulla linea di immissione gas a metanodotto onshore: le valvole sono asservite, in maniera indipendente, a due controllori di pressione differenziale monte (pressione gas subito a valle della rigassificazione), valle (pressione gas dotto di ricezione).
2. A valle braccio di carico: chiusura spuria di una delle due SDV di piattaforma posizionate a valle del braccio di carico interessato dal flusso. Si suppone che la chiusura di tali valvole non provochi anche la sovrappressione del secondo braccio di carico al manifold di scarico, pur se interessato, conseguentemente a maggior flusso.

**MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:**

- 1,2. Mancato intervento delle soglie di allarme di alta pressione PAH 0009, che attiva l'operatore ad intervenire agendo su una valvola di blocco o su una valvola manuale per arresto operazioni.
- 1,2. Mancato intervento della soglia di intervento di altissima pressione PAHH 000519 che attiva in chiusura la valvola in mandata pompa FCV 1005 A e provoca la chiusura della valvola ESDV di radice metanodotto piattaforma.
- 1,2. Mancato intervento Override di pressione (POC0007) che riduce forzatamente l'apertura della FCV 1005 A.
- 1,2. Mancato intervento del sistema HIPPS sulla linea di gassificazione, composto da doppia valvola asservita a pressostati di massima in logica due su tre.

***Frequenza finale 4H:  $2,60 \cdot 10^{-12}$  occ/anno***

L'ipotesi non risulta credibile secondo i criteri adottati e non sarà ulteriormente analizzata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 125 di 126	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 5H: Roll over serbatoio di GNL***

Come già illustrato al paragrafo C.1.1, un fenomeno caratteristico del GNL è rappresentato dal “Roll-Over” o “Basculamento”, fenomeno che si può verificare in un serbatoio di stoccaggio di GNL a causa di una mancata miscelazione di prodotto fresco con il prodotto già presente, a cui consegue la formazione di due strati a diversa densità. Tale stratificazione, a causa degli scambi di calore tra il serbatoio e l'ambiente esterno, può comportare un rimescolamento brusco delle due masse, con una rapida produzione di vapore e conseguente rapido aumento di pressione. I serbatoi di GNL sono oggi progettati con una serie di precauzioni che consentono di rendere marginale il rischio connesso al fenomeno del roll-over.

Il fenomeno potrebbe avvenire solo durante la fase di riempimento dei serbatoi della FSRU, operazione che sarà discontinua: in particolare è stato assunto che, considerando le dimensioni medie di una nave metaniera e le portate di trasferimento, l'operazione di riempimento durerà circa 21 ore e sarà ripetuta 75 volte l'anno e pertanto tale fase durerà circa 1600 ore/anno.

Inoltre condizione necessaria perché avvenga il fenomeno è principalmente l'errore operativo: la fase di riempimento infatti sarà regolamentata da rigorose procedure di verifica e preparazione delle apparecchiature, sia lato nave FSRU che lato nave Shuttle Carrier, che includeranno la verifica delle condizioni di accettabilità del prodotto in fase di scarica (ed in particolare della temperatura).

L'ipotesi viene quindi formulata con le seguenti cause e mancate protezioni.

#### **CAUSE:**

1. Carico su nave metaniera con temperatura GNL elevata rispetto agli standard operativi previsti in funzione della temperatura del prodotto della tanica di ricezione (valutato come 1 carico ogni 100) e *contemporaneo* errore operativo nelle operazioni di riempimento sia del personale della nave metaniera) che del personale della nave FSRU e *contemporaneo* arresto intempestivo della pompa di miscelazione della tanica in ricezione.

#### **MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:**

1. Mancato intervento PSV (ipotizzate 2 in servizio, ciascuna dimensionata per l'evento di roll over).

***Frequenza finale 5H:  $6,10 \cdot 10^{-9}$  occ/anno***

L'ipotesi non risulta credibile secondo i criteri adottati e non sarà ulteriormente analizzata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 126 di 127	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.1.2.2 Ipotesi incidentali da Analisi Statistico Storica

##### **Ipotesi n. 1R Rottura manichette flessibili di scarico da nave metaniera a FSRU**

Il Gas Naturale Liquefatto (GNL) viene trasferito dai serbatoi della nave metaniera ai serbatoi della nave FSRU, mediante bracci di carico collegati a manichette flessibili. Si considera l'uso contemporaneo, durante le operazioni di scarica, di 4 manichette flessibili, di diametro nominale 12".

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Item	Riferimento	Rottura totale	Rottura parziale
		occ/ore	occ/ore
<b>Rottura manichetta pressurizzata<sup>2</sup></b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 53: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizzano sia la rottura significativa che la rottura totale di uno di tali bracci.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo delle manichette in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per le ipotesi in esame ( $\lambda_{finale}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	$\lambda_{finale}$
	Riferimento	occ/ore	n. item	h/anno	occ/anno
1R - Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da Shuttle Carrier a FSRU	Perdita significativa	$4,0 \cdot 10^{-5}$	4	1600	$6,4 \cdot 10^{-2}$
	Rottura totale	$4,0 \cdot 10^{-6}$	4	1600	$6,4 \cdot 10^{-3}$

**Tabella 54: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, i valori finali per le ipotesi di perdita significativa e rottura totale delle manichette sono:

**1R a) Perdita significativa:  $\lambda = 6,4 \cdot 10^{-2}$  occ/anno**

**1R b) Rottura totale:  $\lambda = 6,4 \cdot 10^{-3}$  occ/anno**

Le ipotesi risultano credibili secondo i criteri adottati e saranno ulteriormente sviluppate nei paragrafi successivi.

<sup>2</sup> Il dato di letteratura utilizzato è relativo ai trasferimenti via terra, non essendo disponibile un dato per le manichette pressurizzate per trasferimenti via nave.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 127 di 128	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 2R Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera***

Il BOG generato durante le operazioni di riempimento dei serbatoi della FSRU viene inviato, tramite i compressori High Duty della stessa FSRU, alla nave metaniera.

Si considera la presenza di 2 compressori HD.

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Item	Riferimento	Foro > 25 mm e ≤ 75 mm	Foro ≤ 25 mm
		occ/anno	occ/anno
<b>Compressore Centrifugo</b>	HSE, 2012	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$

**Tabella 55: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizzano le perdite significative con fori con diametri maggiori di 25 mm e minori uguali di 75 mm e fori con diametri minori uguali di 25 mm: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere fori con diametri maggiori.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo dei compressori HD in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per le ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	n. item	h/anno	occ/anno
2R - Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera	Hole	$2,70 \cdot 10^{-4}$	2	1600	$4,9 \cdot 10^{-5}$
	Pinhole / crack	$1,20 \cdot 10^{-2}$	2	1600	$2,2 \cdot 10^{-3}$

**Tabella 56: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, i valori finali per le ipotesi di perdita significativa dei tipi Hole e Pinhole/crack del compressore sono:

**2R a) Perdita significativa del tipo Hole:  $\lambda = 4,9 \cdot 10^{-5}$  occ/anno**

**2R b) Perdita significativa del tipo Pinhole / crack:  $\lambda = 2,2 \cdot 10^{-3}$  occ/anno**

Le ipotesi risultano credibili secondo i criteri adottati e saranno ulteriormente sviluppate nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 128 di 129	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 3R Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette***

Durante la fase di riempimento della nave FSRU, il GNL fluisce dalla nave metaniera prima nelle manichette di scarica e poi nel collettore principale del GNL, con diametro 24" (600 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 57: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo dei compressori HD in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	200	1600	$1,8 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 58: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa del collettore GNL di riempimento FSRU è:

***3R Perdita significativa:  $\lambda = 1,8 \cdot 10^{-5}$  occ/anno***

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 129 di 130	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 4R Linee di caricamento taniche FSRU durante caricamento da nave metaniera***

Durante la fase di riempimento della nave FSRU, il GNL fluisce dalla nave metaniera prima nelle manichette di discarica, poi nel collettore principale del GNL ed infine sulle linee di caricamento dei serbatoi di GNL, con diametro 16" (400 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 59: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo dei compressori HD in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
4R - Linee di caricamento taniche FSRU durante caricamento da nave metaniera	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	20	1600	$1,8 \cdot 10^{-6}$

**Tabella 60: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa delle linee di caricamento dei serbatoi FSRU durante il caricamento da nave metaniera è:

***4R Perdita significativa:  $\lambda = 1,8 \cdot 10^{-6}$  occ/anno***

L'ipotesi risulta non credibile secondo i criteri adottati e non sarà ulteriormente analizzata.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 130 di 131	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 5R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da Shuttle Carrier***

Durante la fase di riempimento della nave FSRU dalla nave metaniera, sarà attiva anche la rigassificazione del GNL per l'invio onshore. L'ipotesi quindi considera le linee di mandata GNL delle pompe di alimentazione della sezione di rigassificazione e relativo collettore principale, caratterizzate da diametro 14" (350 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 61: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo dei compressori HD in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	220	1600	$2,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 62: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa delle linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera è:

**5R Perdita significativa:  $\lambda = 2,0 \cdot 10^{-5}$  occ/anno**

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 131 di 132	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 6R Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera***

Durante la fase di riempimento della nave FSRU dalla nave metaniera, all'interno dei serbatoi in ricezione saranno in funzione le pompe di ricircolo GNL (pompe sommerse). L'ipotesi considera le linee di ricircolo GNL delle pompe di ricircolo, caratterizzate da diametro 3,2" (80 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
Tubazioni 3" ≤ DN ≤ 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$2,00 \cdot 10^{-6}$

**Tabella 63: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Considerando 75 scarichi di navi metaniere all'anno ed un tempo effettivo di scarico del GNL pari a circa 21 h a scarico, è possibile calcolare il fattore di utilizzo dei compressori HD in termini di ore di impiego/anno. In particolare il fattore di utilizzo risulta pari a circa 1.600 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
6R - Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	150	1600	$5,5 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 64: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa delle linee di ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera è:

**6R Perdita significativa:  $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-5}$  occ/anno**

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 132 di 133	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 7R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU***

Durante la fase di FSRU in rigassificazione, il GNL fluirà all'interno delle linee di mandata delle pompe di alimentazione della sezione di rigassificazione (pompe LNG Feed) e relativo collettore principale, caratterizzate da diametro 14" (350 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 65: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Cautelativamente è stato assunto che la fase di rigassificazione avvenga in continuo. Pertanto il fattore di utilizzo delle linee in analisi risulta pari a 8760 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
7R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	220	8760	$1,1 \cdot 10^{-4}$

**Tabella 66: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa delle linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU è:

***7R Perdita significativa:  $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-4}$  occ/anno***

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 133 di 134	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 8R Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster***

Durante la fase di FSRU in rigassificazione, il GNL prelevato dal ricondensatore sarà inviato dalle pompe ad alta pressione HP Booster ai vaporizzatori, attraverso le linee di mandata delle pompe, caratterizzate da diametro 8" (200 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 67: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Cautelativamente è stato assunto che la fase di rigassificazione avvenga in continuo. Pertanto il fattore di utilizzo delle linee in analisi risulta pari a 8760 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
8R - Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster	Perdita significativa	$5,00 \cdot 10^{-7}$	60	8760	$3,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 68: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa delle linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster è:

**8R Perdita significativa:  $\lambda = 3,0 \cdot 10^{-5}$  occ/anno**

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 134 di 135	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 9R Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU***

Durante la fase di FSRU in rigassificazione, il BOG generato durante le operazioni di svuotamento dei serbatoi della FSRU viene inviato, tramite i compressori Low Duty della stessa FSRU, al ricondensatore.

Si considera la presenza di 2 compressori LD.

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Item	Riferimento	Foro > 25 mm e ≤ 75 mm	Foro ≤ 25 mm
		occ/anno	occ/anno
<b>Compressore Centrifugo</b>	HSE, 2012	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$

**Tabella 69: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizzano le perdite significative con fori con diametri maggiori di 25 mm e minori uguali di 75 mm e fori con diametri minori uguali di 25 mm: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere fori con diametri maggiori.

Cautelativamente è stato assunto che la fase di rigassificazione avvenga in continuo. Pertanto il fattore di utilizzo delle linee in analisi risulta pari a 8760 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per le ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	n. item	h/anno	occ/anno
9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Hole	$2,70 \cdot 10^{-4}$	2	8760	$2,7 \cdot 10^{-4}$
	Pinhole / crack	$1,20 \cdot 10^{-2}$	2	8760	$1,2 \cdot 10^{-2}$

**Tabella 70: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, i valori finali per le ipotesi di perdita significativa dei tipi Hole e Pinhole/crack del compressore sono:

**9R a) Perdita significativa del tipo Hole:  $\lambda = 2,7 \cdot 10^{-4}$  occ/anno**

**9R b) Perdita significativa del tipo Pinhole / crack:  $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-2}$  occ/anno**

Le ipotesi risultano credibili secondo i criteri adottati e saranno ulteriormente sviluppate nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 135 di 136	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### ***Ipotesi n. 10R Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma***

Il Gas Naturale gassificato viene inviato al metanodotto in piattaforma mediante bracci di trasferimento. Si considera l'uso contemporaneo, durante le operazioni di invio al metanodotto, di 2 bracci, di diametro nominale 12".

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Item	Riferimento	Pinhole/crack	Rupture
		occ/anno/n. bracci di carico	occ/anno/n. bracci di carico
<b>Braccio di trasferimento</b>	IOGP Report 434-01 2019	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 71: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizzano sia la rottura significativa che la rottura totale di uno di tali bracci.

Cautelativamente è stato assunto che la fase di invio GN avvenga in continuo. Pertanto il fattore di utilizzo delle linee in analisi risulta pari a 8760 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per le ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	n. item	h/anno	occ/anno
10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	$2,0 \cdot 10^{-4}$	4	8760	$4,0 \cdot 10^{-4}$
	Rottura totale	$2,0 \cdot 10^{-5}$	4	8760	$4,0 \cdot 10^{-5}$

**Tabella 72: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, i valori finali per le ipotesi di perdita significativa e rottura totale **dei bracci di scarico** sono:

**10R a) Perdita significativa:  $\lambda = 4,0 \cdot 10^{-4}$  occ/anno**

**10R b) Rottura totale:  $\lambda = 4,0 \cdot 10^{-5}$  occ/anno**

Le ipotesi risultano credibili secondo i criteri adottati e saranno ulteriormente sviluppate nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 136 di 137	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

***Ipotesi n. 11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino  
Alternativa A***

Il Gas Naturale gassificato viene inviato al metanodotto in piattaforma, mediante bracci di carico. Il metanodotto della piattaforma sarà caratterizzato da un diametro nominale di 26" (650 mm).

Per la determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi sono stati utilizzati dati di letteratura, riportati nella seguente tabella.

Tubazioni	Riferimento	Rottura parziale
		occ/anno/m
<b>Tubazioni DN &gt; 6"</b>	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

**Tabella 73: Ratei di guasto da letteratura**

Si analizza la sola perdita significativa: le procedure di manutenzione periodica che saranno adottate nell'ambito del SGS di sicurezza permettono infatti di escludere la rottura totale delle tubazioni.

Cautelativamente è stato assunto che la fase di invio GN a metanodotto avvenga in continuo. Pertanto il fattore di utilizzo delle linee in analisi risulta pari a 8760 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame ( $\lambda_{\text{finale}}$ ).

Ipotesi	Frequenza rottura			$f_{\text{utilizzo}}$	$\lambda_{\text{finale}}$
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino ALTERNATIVA A	Perdita significativa	$5,0 \cdot 10^{-7}$	<b>310</b>	8760	<b><math>1,6 \cdot 10^{-4}</math></b>

**Tabella 74: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale**

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa del metanodotto in piattaforma è:

**11R Perdita significativa:  $\lambda = 1,6 \cdot 10^{-4}$  occ/anno**

L'ipotesi risulta credibile secondo i criteri adottati e sarà ulteriormente sviluppata nei paragrafi successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 137 di 138	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.1.2.1 Individuazione degli eventi finali (TOP EVENTS)

Le tipologie di scenario attese per i vari eventi incidentali sono qui di seguito descritte:

<b>Incendio di pozza</b> (Pool Fire)	: incendio di una pozza di liquido al suolo, senza effetti esplosivi.
<b>Getto incendiato</b> (Jet-Fire)	: incendio di un getto gassoso effluente da recipienti a pressione.
<b>Incendio di vapori</b> (Flash-Fire)	: incendio di una nuvola di gas con effetto non esplosivo.
<b>Esplosione</b> <b>Non confinata di vapori</b> (UVCE)	: fenomeno simile a quello descritto in Flash-Fire con la differenza che l'effetto è esplosivo ed in ambiente non confinato.
<b>Dispersione</b> (Dispersion)	: dispersione dei vapori di idrocarburi senza effetti dannosi

#### **Metodologie utilizzate per l'individuazione degli scenari incidentali e delle relative frequenze**

Per caratterizzare gli scenari incidentali conseguenti alle cause iniziatrici, si è fatto uso della tecnica degli Alberi degli Eventi; in tal modo è possibile determinare anche la probabilità di accadimento degli scenari.

La caratterizzazione degli scenari incidentali plausibili per la causa iniziatrice esaminata viene effettuata valutando la presenza di vari fattori. Tali fattori sono riconducibili alla presenza o meno di innesco immediato o ritardato, all'azionamento di sistemi tali da ridurre il rilascio della sostanza pericolosa, all'azionamento di sistemi di raffreddamento, ecc.

L'assegnazione, sulla base di dati statistici o ingegneristici, di un valore probabilistico ai fattori citati rende inoltre possibile la quantificazione delle frequenze degli scenari incidentali conseguenti.

Per gli eventi con rilascio di Gas Naturale in fase liquida è stato inserito un fattore per tenere conto della quota parte della quantità di GNL rilasciata che rimane allo stato liquido subito dopo il rilascio, corrispondente al "rain-out": in tal modo gli eventi conseguenti al rilascio di GNL potrebbero essere un incendio da pozza e/o un getto incendiato.

Inoltre è stata anche valutata la probabilità di intervento per il sezionamento di una eventuale perdita, attuata in automatico dai sistemi di sicurezza del Terminale e operativamente da remoto (ad es. dalla sala controllo della nave), per tenere conto della progettazione delle installazioni del Terminale ed in particolare:

- Lato nave, dove la FSRU è progettata per garantire il sezionamento delle linee e delle apparecchiature (sia per la fase gas che per la fase liquida) mediante valvole ad azionamento automatico (motorizzate o idrauliche);



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischio	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 138 di 139	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- lato piattaforma, dove i bracci di trasferimento dispongono di apposito sistema ERS (Emergency Release Systems) per la disconnessione in sicurezza dal manifold di nave e in ingresso al collettore da 26" in piattaforma sono installate valvole di emergenza SDV per l'intercettazione e protezione del sistema di trasporto gas verso terra.

Tale probabilità è stata assunta pari alla combinazione (in AND) della indisponibilità di una valvola di blocco in chiusura (pari a 0,0095 occ/anno – fonte Oreda 2009) e della probabilità di mancato intervento su allarme assunta pari a 0,001 (fonte: Human factors in the calculation of loss of containment frequencies", E&P Forum QRA Datasheet Directory, rev.0).

Molto importante risulta essere, per le sostanze infiammabili, la probabilità di innesco: a seconda che vi sia o meno innesco e che questo sia immediato o ritardato gli scenari che ne derivano sono infatti differenti.

I valori della probabilità di innesco immediato, presi a riferimento nei vari scenari di incendio, dipendono dalla portata del rilascio, mentre i valori della probabilità di innesco ritardato dipendono dalla quantità totale rilasciata; i dati statistici sulle probabilità d'innesco immediato sono ricavati dal TNO "Purple Book" ed. 2005; i dati statistici sulle probabilità d'innesco ritardato sono ricavati da B.J. Wiekema - TNO "Analysis of Vapour Cloud Accidents". Di seguito si riportano le due tabelle di riferimento.

PROBABILITÀ DI INNESCO IMMEDIATO			
RILASCIO		SOSTANZA	
CONTINUO	ISTANTANEO	LIQUIDO	GAS, REATTIVITÀ BASSA
< 10 kg/s	< 1000 kg	0,065	0,020
10 – 100 kg/s	1000 – 10000 kg	0,065	0,040
> 100 kg/s	> 10000 kg	0,065	0,090

**Tabella 75: Valori guida per la determinazione della probabilità di innesco immediato per le installazioni fisse**

PROBABILITÀ DI INNESCO RITARDATO	
ENTITÀ DEL RILASCIO TOTALE	PROBABILITÀ
Q < 100 kg	0,001
100 kg < Q < 1000 kg	0,01
Q > 1000 kg	0,1

**Tabella 76: Valori guida per la determinazione della probabilità di innesco ritardato per le installazioni fisse**

Un ulteriore fattore da considerare è infine la probabilità di confinamento dei vapori, funzione del layout dell'installazione (congestionamento dell'area di processo, presenza di confinamenti fisici, ecc.).

L'evolvere delle cause iniziatrici verso i vari scenari dipende, in termini di frequenza, dalla quantità rilasciata la quale a sua volta dipende dalla geometria del rilascio e dal tempo di intervento necessario ad eliminare la perdita, valutato in base alla struttura organizzativa del Terminale e alle protezioni previste sull'installazione (si rimanda al paragrafo relativo alla valutazione delle conseguenze degli scenari incidentali per ulteriori dettagli).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 139 di 140	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

In **Allegato C.4.1-C** si riportano gli alberi degli eventi sviluppati, suddivisi per area funzionale di impianto.

Nella seguente tabella si riporta il riepilogo dei possibili esiti per ogni ipotesi incidentale risulta credibile secondo i criteri adottati, rimandando all'allegato per ulteriori dettagli sui fattori applicati nei diversi rami degli alberi degli eventi.

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario
			(occ/anno)		(occ/anno)
Riempimento FSRU	1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	Perdita significativa	$6,40 \cdot 10^{-2}$	POOL-FIRE	$4,2 \cdot 10^{-3}$
				JET-FIRE	$0,0 \cdot 10^{+0}$
				UVCE	$6,0 \cdot 10^{-5}$
				FLASH-FIRE	$5,9 \cdot 10^{-3}$
				DISPERSION	$5,4E-02$
		Rottura totale	$6,40 \cdot 10^{-3}$	POOL-FIRE	$4,2 \cdot 10^{-4}$
				JET-FIRE	$0,0 \cdot 10^{+0}$
				UVCE	$6,0 \cdot 10^{-6}$
				FLASH-FIRE	$5,9 \cdot 10^{-4}$
				DISPERSION	$5,4 \cdot 10^{-3}$
Riempimento FSRU	2R - Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera	Hole	$4,93 \cdot 10^{-5}$	JET-FIRE	$9,9 \cdot 10^{-7}$
				UVCE	$4,8 \cdot 10^{-9}$
				FLASH-FIRE	$4,8 \cdot 10^{-7}$
				DISPERSION	$4,8 \cdot 10^{-5}$
		Pinhole / crack	$2,19 \cdot 10^{-3}$	JET-FIRE	$4,4 \cdot 10^{-5}$
				UVCE	$2,1 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$2,1 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Riempimento FSRU	3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette	Perdita significativa	$1,83 \cdot 10^{-5}$	POOL-FIRE	$1,2 \cdot 10^{-6}$
				JET-FIRE	$3,7 \cdot 10^{-9}$
				UVCE	$1,7 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$1,7 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Riempimento FSRU	4R - Linee di caricamento serbatoi FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$1,83 \cdot 10^{-6}$	POOL-FIRE	$1,2 \cdot 10^{-7}$
				JET-FIRE	$3,7 \cdot 10^{-10}$
				UVCE	$1,7 \cdot 10^{-9}$
				FLASH-FIRE	$1,7 \cdot 10^{-7}$
				DISPERSION	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Riempimento FSRU	5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$2,01 \cdot 10^{-5}$	POOL-FIRE	$1,3 \cdot 10^{-6}$
				JET-FIRE	$1,9 \cdot 10^{-9}$
				UVCE	$1,9 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$1,9 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$1,7 \cdot 10^{-5}$

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 140 di 141	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario
			(occ/anno)		(occ/anno)
Riempimento FSRU	6R - Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	$5,48 \cdot 10^{-5}$	JET-FIRE	$2,2 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$5,3 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$5,2 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$4,7 \cdot 10^{-5}$
Riempimento FSRU	1H - Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	-	$1,80 \cdot 10^{-3}$	JET-FIRE	$3,6 \cdot 10^{-5}$
				UVCE	$1,8 \cdot 10^{-7}$
				FLASH-FIRE	$1,7 \cdot 10^{-5}$
				DISPERSION	$1,7 \cdot 10^{-3}$
FSRU in rigassificazione	7R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU	Perdita significativa	$1,10 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$4,4 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$1,1 \cdot 10^{-7}$
				FLASH-FIRE	$1,0 \cdot 10^{-5}$
				DISPERSION	$9,5 \cdot 10^{-5}$
FSRU in rigassificazione	8R - Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster	Perdita significativa	$3,00 \cdot 10^{-5}$	JET-FIRE	$1,2 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$2,9 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$2,9 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$2,6 \cdot 10^{-5}$
FSRU in rigassificazione	9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Hole	$2,70 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$5,4 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$2,6 \cdot 10^{-7}$
				FLASH-FIRE	$2,6 \cdot 10^{-5}$
				DISPERSION	$2,4 \cdot 10^{-4}$
		Pinhole / crack	$1,20 \cdot 10^{-2}$	JET-FIRE	$2,4 \cdot 10^{-4}$
				UVCE	$1,2 \cdot 10^{-6}$
				FLASH-FIRE	$1,2 \cdot 10^{-4}$
				DISPERSION	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Invio GN a metanodotto sottomarino	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	$4,00 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$1,6 \cdot 10^{-5}$
				UVCE	$3,8 \cdot 10^{-7}$
				FLASH-FIRE	$3,8 \cdot 10^{-5}$
				DISPERSION	$3,5 \cdot 10^{-4}$
		Rottura totale	$4,00 \cdot 10^{-5}$	JET-FIRE	$1,6 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$3,8 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$3,8 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Invio GN a metanodotto sottomarino	11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino ALTERNATIVA A	Perdita significativa	$1,60 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$1,4 \cdot 10^{-5}$
				UVCE	$1,5 \cdot 10^{-7}$
				FLASH-FIRE	$1,4 \cdot 10^{-5}$
				DISPERSION	$1,3 \cdot 10^{-4}$

**Tabella 77: Riepilogo degli scenari incidentali credibili**

È possibile osservare negli alberi degli eventi che, nel caso di efficace intervento del sezionamento di una eventuale perdita, attuata in automatico dai sistemi di sicurezza del Terminale e operativamente da remoto (ad es. dalla sala controllo della nave), nessuno degli eventi incidentali risulta credibile.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 141 di 142	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Gli scenari incidentali credibili secondo i criteri adottati sono evidenziati in grigio.

Si osserva che la modalità operativa A.3 Servizio di rigassificazione e carico GNL su nave metaniera, al momento in fase di valutazione e non analizzata nel presente RdSp (sarà eventualmente sviluppata nella successiva fase di RdS definitivo) comporterebbe eventi analoghi alle ipotesi 1R e 2R e che il trasferimento di GNL da FSRU ad una nave metaniera sarebbe caratterizzato da portate inferiori rispetto alle portate considerate nelle suddette ipotesi.

#### *C.4.1.2.2 Ubicazione dei punti critici degli impianti*

L'ubicazione dei punti critici del Terminale, in relazione alle ipotesi incidentali individuate è visibile sulle mappe delle conseguenze in **Allegato C.4.3**.

#### *C.4.1.2.3 Identificazione e analisi degli eventi NATECH*

Con riferimento all'analisi degli eventi incidentali determinati da cause naturali (NATECH: Natural Hazard Triggering Technological Disasters) si rimanda a quanto riportato nel Paragrafo C.3.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 142 di 143	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.2 Stima delle conseguenze degli scenari incidentali

Come descritto ai paragrafi precedenti, sono state valutate le frequenze di accadimento degli scenari incidentali. La valutazione delle conseguenze di tali scenari è stata effettuata considerando gli scenari con frequenza di accadimento superiore a  $1 \cdot 10^{-8}$  occasioni/anno.

La stima delle conseguenze degli scenari incidentali è stata suddivisa in due parti, valutando separatamente:

- Gli scenari energetici (irraggiamento, dispersione di sostanze infiammabili, ecc.).
- Gli scenari di rilascio e dispersione di sostanze pericolose per l'ambiente sulle componenti ambientali sensibili (suolo, sottosuolo, falda, mare, ecc.).

Le due categorie sono state definite per brevità:

- Scenari incidentali.
- Effetti sugli elementi ambientali sensibili.

##### C.4.2.1 *Criteri adottati per la valutazione degli scenari incidentali*

Si riportano alcune note relative alle ipotesi di lavoro utilizzate per la valutazione degli scenari incidentali, che sono state ritenute degne di particolare attenzione.

##### a) Geometria dei rilasci – termini sorgente

In caso di perdita per rottura da apparecchiature, linee, flange, ecc., le sezioni di efflusso non sono univocamente definite ma vengono valutate caso per caso. Nota la geometria del rilascio e le condizioni di esercizio al momento della rottura, mediante programmi di simulazione si valuta la portata del rilascio. Relativamente alle sorgenti in esame sono stati considerati seguenti diametri di rilascio:

- Danneggiamento manichette di scarico GNL:
  - 20% del diametro della manichetta per la perdita significativa;
  - 100% del diametro manichetta per la rottura totale.

Per il calcolo della portata di efflusso nel caso di rottura totale delle manichette di trasferimento GNL, è stata considerata la massima portata di esercizio per ogni manichetta nell'assetto operativo di utilizzo contemporaneo di 4 manichette, corrispondente a un quarto della portata operativa di scarico GNL dalla nave metaniera, pari a circa 286 kg/s.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 143 di 144	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- Danneggiamento compressori:
  - 25 mm per la perdita significativa del tipo pinhole/crack;
  - 75 mm per la perdita significativa del tipo hole.
- Danneggiamento tubazioni:
  - 20% del diametro della tubazione per diametri DN  $\geq$  200 mm per la perdita significativa;
  - 100% del diametro della tubazione per diametri DN < 200 mm per la perdita significativa.
- Danneggiamento bracci di scarico GNV:
  - 20% del diametro del braccio per la perdita significativa;
  - 100% del diametro del braccio per la rottura totale.

Per il calcolo della portata di efflusso nel caso di rottura totale del braccio di carico, è stata considerata la massima portata di esercizio per ogni braccio nell'assetto operativo di utilizzo contemporaneo di 2 bracci, corrispondente a metà della portata operativa di scarico GN verso il metanodotto in piattaforma, pari a circa 100 kg/s.

#### b) Tempi di intervento e durate dei rilasci

Per il calcolo del quantitativo totale rilasciato è necessaria la valutazione del tempo di rilascio, coincidente con il tempo di intervento necessario per eliminare la perdita.

Il tempo d'intervento utilizzato per la stima delle conseguenze dello scenario incidentale ipotizzato è stato adottato tenendo conto della presenza o assenza di sistemi di rilevazione (allarme e/o blocco) e delle zone presidiate, valutati in accordo alla struttura organizzativa, alle protezioni presenti ed a quanto descritto nel D.M. 15/05/1996<sup>3</sup>.

Il D.M. del 15/05/1996 stabilisce che i tempi di intervento mediamente assunti a seguito di un rilascio di fluidi di tipologia simile a quelli in esame, sono:

- 20 – 40 secondi, in presenza di valvole motorizzate ad azionamento automatico;
- 1 – 3 minuti, in presenza di valvole motorizzate con allarme a mezzo di pulsanti di emergenza installati in più punti del deposito;
- 3 – 5 minuti, in presenza di valvole motorizzate ad azionamento remoto manuale da un solo punto;
- 10 – 30 minuti in presenza di valvole manuali.

Il tempo di intervento adottato tiene conto delle indicazioni del suddetto Decreto e dei sistemi tecnici installati.

Per quanto sopra sono state adottate le seguenti tempistiche in relazione all'area in esame e alle apparecchiature sorgenti di scenari incidentali:

<sup>3</sup> Decreto Ministeriale del 15/05/1996 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL)."

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 144 di 145	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- Manichette e bracci di trasferimento: 300 secondi (5 minuti) di cui si stima circa 60 secondi per la chiusura valvole di sezionamento e il tempo restante per l'azionamento a distanza delle valvole motorizzate; si osserva che tale ipotesi è cautelativa in quanto le manichette e i bracci di trasferimento saranno dotate di dispositivo di sgancio rapido che ne consentirebbe l'immediato sezionamento.
- Compressori: 300 secondi (5 minuti) di cui si stima circa 60 secondi per la chiusura valvole di sezionamento e il tempo restante per l'azionamento a distanza delle valvole motorizzate.
- Tubazioni: 300 secondi (5 minuti) di cui si stima circa 60 secondi per la chiusura valvole di sezionamento e il tempo restante per l'azionamento a distanza delle valvole motorizzate/idrauliche.
- Sistema BOG: 3600 s (1 ora) corrispondente al tempo considerato necessario, in via cautelativa, per il ripristino di almeno uno dei compressori di recupero di BOG (Boil Off Gas) Low Duty.

**c) Condizioni meteorologiche**

Un'altra ipotesi di lavoro riguarda le condizioni meteorologiche assunte per i modelli di simulazione degli incidenti. Nella valutazione degli effetti incidentali si considerano i valori medi di temperatura ed umidità atmosferica, mentre le condizioni di stabilità atmosferica e velocità del vento considerate sono quelle indicate dal D.M. 15/05/1996 e D.M. 20/10/1998.

<b>Vento</b>	<b>Temperatura ambiente media</b>
- 2 m/s	- 25°C
- 5 m/s	
<b>Umidità relativa media</b>	<b>Classe di stabilità di Pasquill/Guilford:</b>
- 70%	- D5 neutra
	- F2 molto stabile

**d) Valutazione degli scenari di UVCE**

Facendo riferimento a quanto definito nell'Appendice III del D.M. 15/05/1996 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL)", la probabilità dell'innescio di una nube di vapori infiammabili dipende dai seguenti fattori:

- quantità di vapori nel campo di infiammabilità;
- tipologia di confinamento / geometria del luogo.

Secondo tale D.M., la probabilità che l'innescio di una nube di GPL determini un'esplosione di nube di tipo non confinato (UVCE) anziché un FLASH - FIRE risulta non trascurabile solo quando:

- il rilascio interessa un ambiente essenzialmente chiuso;
- quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 1,5 t, se in ambiente parzialmente confinato (es. in presenza di grossi edifici o apparecchiature industriali nello spazio di sviluppo della nube);
- quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 5 t, se in ambiente non confinato.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 145 di 146	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Al di sotto dei limiti predetti, il contributo dell'esplosione di nube al rischio globale può ritenersi marginale e pertanto non rilevante ai fini di una valutazione complessiva del deposito.

Tali criteri, che sono stati formulati per il GPL, possono essere estesi al Gas Naturale: si osserva che il Gas Naturale è caratterizzato da un peso specifico minore rispetto all'aria, al contrario del GPL, e che questa caratteristica ne facilita la dispersione senza conseguenze.

Ai fini dell'analisi di rischio, a favore di sicurezza, è stato assunto un valore più conservativo rispetto a quanto indicato dal citato decreto, sviluppando la valutazione delle esplosioni senza limiti sulla quantità di massa rilasciata che risulta nel campo di infiammabilità.

Inoltre è stato applicato il metodo indicato nel TNO Yellow Book relativo al "blast strenght index" con identificazione dei parametri energia di ignizione, ostruzione e confinamento parallelo al piano. In particolare, con riferimento alla tabella 5.3 è stato considerato il valore mediano della categoria 9 ossia una classe 4 per l'indice "blast strenght".

Table 5.3 Initial blast strength index

Blast strength category	Ignition energy		Obstruction			Parallel plane confinement	Multi-Energy Unconfined	Class
	Low	High	High	Low	No			
	(L)	(H)	(H)	(L)	(N)	(C)	(U)	
1		H	H			C		7-10
2		H	H				U	7-10
3	L		H			C		5-7
4		H		L		C		5-7
5		H		L			U	4-6
6		H			N	C		4-6
7	L		H				U	4-5
8		H			N			4-5
9	L			L		C		3-5
10	L			L			U	2-3
11	L				N	C		1-2
12	L				N		U	1

#### e) Modelli di calcolo

Per la modellazione specifica degli scenari incidentali e delle relative conseguenze, è stato utilizzato il modello di calcolo in concessione d'uso alla società scrivente PHAST 8.61 edito da DNV (ultima versione di Febbraio 2022).

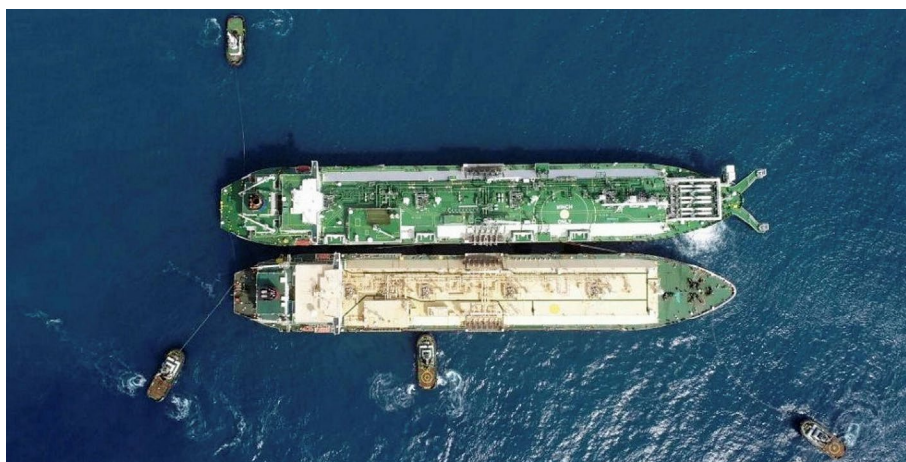
	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 146 di 147	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**f) Scenario di rottura manichetta pressurizzata di trasferimento STS**

Per il solo scenario di rottura manichetta Ship-To-Ship è stato ritenuto necessario affinare la modellazione, per consentire una descrizione realistica dello scenario stesso.

La nave Shuttle Carrier e la FSRU durante le operazioni di trasferimento saranno posizionate ad una distanza di circa 5 m l'una dall'altra, creando uno spazio tra di esse delimitato da due lati dai due scafi delle navi stesse.



**Figura 20: Affiancamento navi per operazioni STS**

In caso di rottura di una manichetta di carico, il GNL sarebbe sversato all'interno di questo spazio e fluirebbe verso il basso fino a raggiungere l'acqua e formare una pozza. Tale evoluzione non viene correttamente rappresentata dal modello "Pressure Vessel" con evento "Leak" del software PHAST di DNV normalmente usato per la simulazione degli scenari di rilascio da fori, in quanto non è permesso di dettagliare compiutamente la geometria del sistema.

Pertanto per tale scenario è stata usata una combinazione di modelli, simulando nell'ordine:

- Modello "Pressure Vessel" con evento "Leak" per la prima fase di rilascio di GNL dalla manichetta, con formazione della pozza nello spazio tra le due navi; questo modello è stato utilizzato per la determinazione della portata di rilascio e per il calcolo delle distanze di danno del Pool Fire.
- Modello "Standalone" con evento "Pool Vaporization" per la successiva fase di evaporazione della pozza; tale modello, partendo dalla portata e dal tempo di rilascio, restituisce la portata evaporante nel tempo, caratterizzata da un picco iniziale.
- Modello "Pressure Vessel" con evento definito dall'analista come rilascio della portata evaporante di picco (calcolata con il modello precedente), per il calcolo delle distanze di danno di Flash Fire ed UVCE.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 147 di 148	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.2.2 Scenari incidentali

Nelle seguenti tabelle si riportano le ipotesi e gli effetti relativi agli scenari incidentali credibili.

Per ciascuna delle ipotesi incidentali si mostrano:

- la frequenza delle ipotesi incidentali;
- le tipologie degli scenari incidentali conseguenti;
- la frequenza di accadimento degli scenari incidentali credibili;
- gli effetti degli scenari incidentali.

Per quanto riguarda i tabulati di calcolo degli scenari, si rimanda all'**Allegato C.4.2.**

Qualora abbia a verificarsi uno degli eventi di seguito descritti, si attiverà la messa in sicurezza sezionando le apparecchiature ed azionando i dispositivi antincendio nell'area interessata. In particolare:

- Le aree di stoccaggio e movimentazione e le aree di processo sulla nave FSRU saranno protette con impianti antincendio e di rivelazione, per la cui descrizione completa si rimanda ai paragrafi dedicati. Inoltre la nave sarà costantemente presidiata.
- La piattaforma sarà dotata di impianti antincendio (rete di idranti, monitor ad acqua automatici su palo e barriera ad acqua presso l'area bracci di scarica).

Sulla base dei risultati ottenuti nella presente fase di analisi preliminare è possibile osservare che:

- Il massimo valore di sovrappressione dinamica (barg) conseguente ad una UVCE a bordo FSRU è pari a 0,07 bar, corrispondente allo scenario 7R Perdita significativa da Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU.
- Sulla base dei dati di letteratura tale valore non è in grado di arrecare danno significativi alla struttura principale e alle apparecchiature in acciaio e non sono da escludere danneggiamenti alla strumentazione, ad accoppiamenti flangiati e alle parti strutturalmente più deboli (si veda il grafico in Figura 24).
- Gli scenari di esplosione verranno ulteriormente approfonditi nella fase di ingegneria di dettaglio e contestuale Rapporto di Sicurezza definitivo attraverso modellazioni CFD in grado di simulare l'effetti geometria e le turbolenze generate attorno agli ostacoli presenti sulla FSRU.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 148 di 149	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

COMPONENTE	SOVRAPPRESSIONE																											
	bar psi	0,03 0,5	0,07 1	0,10 1,5	0,14 2	0,17 2,5	0,21 3	0,24 3,5	0,28 4	0,31 4,5	0,35 5	0,38 5,5	0,41 6	0,45 6,5	0,48 7	0,52 7,5	0,55 8	0,59 8,5	0,62 9	0,66 9,5	0,69 10	0,83 12	0,97 14	1,10 16	1,24 18	1,38 20	1,38 20	
Tetto in acciaio allogg. Di controllo		a	c	d				n																				
Tetto in cemento allogg. Di controllo		a	e	p	d			n																				
Torre di raffreddamento		b			f			o																				
Serbatoio con tetto conico			d				k							u														
Celletta strumentazione				a			l m						t															
Installazione a fuoco					q	i					t																	
Reattore chimico					a				i					p					t									
Filtro					h					f										v		t						
Rigeneratore di calore							i				l p					t												
Serbatoio con tetto galleggiante							k							u													d	
Reattore incrinato								i							i							t						
Supporti tubazioni								p						s o														
Strum. Aus.: contatore di gas										q																		
Strum. Aus.: trasformatore elettrico										h						i						t						
Motore elettrico											h								i									v
ventilatore											q											t						
Colonna di Frazionamento												r			t													
Recipiente a pressione: orizzont.													pi						t									
Strum. Aus.: regolatore gas													i								m q							
Colonna di estrazione														i							v	t						
Turbina a vapore																i						m	s					v
Scambiatore di calore																i			t									
Serbatoio sferico																	i						i	t				
Recipiente a pressione: Verticale																						i	t					
Pompa																						i		y				

Fonte: Stephens, M.M. Minimizing damage to refineries, U.S. Department of the Interior, Office of Oil & Gas, February 1970

**LEGENDA:**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| a. Rotture Finestre Misuratori   | h. Danno causato da proiezione di frammenti   | o. Collasso della struttura                   |
| b. Cadute Feritoie di Ventilaz. A 0.3 - 0.5 psi                        | i. Spostamento dell'unità e rottura tubazioni | p. Deformazione della struttura               |
| c. Danno dell'apparecchiatura di manovra causata da collasso del tetto | j. Guasti al sistema di rinforzo              | q. Danni al rivestimento                      |
| d. Collasso del tetto  | k. Innalzamento unità (semipiena)             | r. Incrinamento della struttura               |
| e. Danni alla strumentazione   | l. Interruzione linee elettriche              | s. Rottura Tubazioni                          |
| f. Danni alle parti interne  | m. Danni ai dispositivi di controllo          | t. L'unità è ribaltata o distrutta            |
| g. Incrinatura mattoni   | n. inefficienza pareti di blocco              | u. Innalzamento unità (riempita 0.9)          |
|  |   | v. Spostamento unità rispetto alle fondamenta |

**Figura 21: Effetti di sovrappressione sui componenti di impianto**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 149 di 150	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
RIEMPIMENTO FSRU																
1R a Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da Nave metaniera a FSRU Perdita significativa	6,4 · 10 <sup>-2</sup>	Rilascio di gas naturale liquefatto  Øeq : 60 mm Quota del rilascio: 4 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 36,6 kg/s Quantità rilasciata: 11,79 t	Pool Fire  Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 14 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 14 m	4,2 · 10 <sup>-3</sup>	55 62	72 77	82 87	102 106								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	5,9 · 10 <sup>-3</sup>											70 140	86 221
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 486 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 354 kg	6,0 · 10 <sup>-5</sup>					- -	- -	150 247	190 284				
1R b Manichette flessibili di scarico GNL a servizio del braccio di scarico da Nave metaniera a FSRU Rottura totale	6,4 · 10 <sup>-3</sup>	Rilascio di gas naturale liquefatto  Øeq : 300 mm Quota del rilascio: 4 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 286,3 kg/s (considerata la massima portata di scarico con l'utilizzo contemporaneo di 4 manichette) Quantità rilasciata: 86,7 t	Pool Fire  Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 39 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 39 m	4,2 · 10 <sup>-4</sup>	133 149	174 186	202 212	250 260								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	5,9 · 10 <sup>-4</sup>											75 159	90 253
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 651 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 538 kg	6,0 · 10 <sup>-6</sup>					- -	- -	163 281	207 323				
2R a Compressore HD di ritorno BOG a Nave metaniera Hole	4,9 · 10 <sup>-5</sup>	Rilascio di BOG  Øeq : 75 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 1 bar Temp. del rilascio: -110 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 1,3 kg/s Quantità rilasciata: 0,47 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 15 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 17 m	9,9 · 10 <sup>-7</sup>	- -	- -	- -	18 18								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	4,8 · 10 <sup>-7</sup>											- -	- -
2R b Compressore HD di ritorno BOG a Nave metaniera Pinhole/crack	2,2 · 10 <sup>-3</sup>	Rilascio di BOG  Øeq : 25 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 1 bar Temp. del rilascio: -110 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 0,15 kg/s Quantità rilasciata: 0,12 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 6 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 6 m	4,4 · 10 <sup>-5</sup>	- -	- -	- -	- -								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	2,1 · 10 <sup>-6</sup>											- -	- -

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 150 di 151	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
RIEMPIMENTO FSRU																
3R Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette Perdita significativa	1,8 · 10 <sup>-5</sup>	<i>Rilascio di gas naturale liquefatto</i>  Øeq : 120 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  <i>Portata di rilascio: 147,0 kg/s</i> <i>Quantità rilasciata: 70 t</i>	Pool Fire  Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 44 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 44 m	1,2 · 10 <sup>-6</sup>	116 123	148 154	170 176	212 214								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,7 · 10 <sup>-6</sup>											173 141	392 248
4R Linee di caricamento taniche FSRU durante caricamento da Nave metaniera Perdita significativa	1,8 · 10 <sup>-6</sup>	<i>Rilascio di gas naturale liquefatto</i>  Øeq : 80 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 0,25 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  <i>Portata di rilascio: 14,6 kg/s</i> <i>Quantità rilasciata: 5,53 t</i>	Pool Fire  Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 14 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 14 m	1,2 · 10 <sup>-7</sup>	43 46	54 56	62 64	77 77								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,7 · 10 <sup>-7</sup>											98 42	183 79
5R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da Nave metaniera Perdita significativa	2,0 · 10 <sup>-5</sup>	<i>Rilascio di gas naturale liquefatto</i>  Øeq : 70 mm Quota del rilascio: 5 m Press. di rilascio: 9 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  <i>Portata di rilascio: 67,0 kg/s</i> <i>Quantità rilasciata: 33,92 t</i>	Pool Fire  Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 30 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 30 m	1,3 · 10 <sup>-6</sup>	85 90	108 112	124 128	155 156								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,9 · 10 <sup>-6</sup>											186 93	370 164
6R Linea ricircolo GNL FSRU durante riempimento da Nave metaniera Perdita significativa	5,5 · 10 <sup>-5</sup>	<i>Rilascio di gas naturale liquefatto</i>  Øeq : 80 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. Di rilascio: 10 bar Temp. Del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  <i>Portata di rilascio: 25,4 kg/s</i> <i>(considerata la massima portata delle 4 pompe di ricircolo della FSRU)</i> <i>Quantità rilasciata: 7,65 t</i>	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F <i>Ljet : 75 m</i> Vento 5 m/s Cat D <i>Ljet : 58 m</i>	2,2 · 10 <sup>-6</sup>	98 85	110 97	119 106	133 121								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	5,2 · 10 <sup>-6</sup>											- -	- -



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 151 di 152	Rev. 1

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
RIEMPIMENTO FSRU																
1H Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	1,8 · 10 <sup>-3</sup>	Rilascio di BOG  Øeq : 350 mm Quota del rilascio: 25 m Press. di rilascio: 0,25 bar Temp. del rilascio: 25 °C Tempo di intervento: 1 h  <i>Portata di rilascio: 0,1 kg/s (considerata la massima portata di un compressore LD della FSRU)</i> <i>Quantità rilasciata: 0,41 t</i>	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F <i>Ljet: 5 m</i> Vento 5 m/s Cat D <i>Ljet: 6 m</i>	3,6 · 10 <sup>-5</sup>	-	-	-	-								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,7 · 10 <sup>-5</sup>											-	-
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F <i>Mex: - kg</i> Vento 5 m /s Cat. D <i>Mex: - kg</i>	1,8 · 10 <sup>-7</sup>					-	-	-	-				

Tabella 78: Riepilogo delle conseguenze - Area Riempimento FSRU



	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 152 di 153	Rev. 1

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
FSRU IN RIGASSIFICAZIONE																
7R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU Perdita significativa	1,1 · 10 <sup>-4</sup>	Rilascio di gas naturale liquefatto  Øeq : 70 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. Di rilascio: 9 bar Temp. Del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio:67,0 kg/s Quantità rilasciata: 33,92 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet : 112 m Vento 5 m/s Cat D Ljet : 87 m	4,4 · 10 <sup>-6</sup>	150 130	169 149	182 162	205 185								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,0 · 10 <sup>-5</sup>											181 132	334 268
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 959 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 305 kg	1,1 · 10 <sup>-7</sup>					- -	- -	368 296	418 330				
8R Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster Perdita significativa	3,0 · 10 <sup>-5</sup>	Rilascio di gas naturale liquefatto  Øeq : 40 mm Quota del rilascio: 5 m Press. di rilascio: 126 bar Temp. del rilascio: -150 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 80,0 kg/s Quantità rilasciata: 24,9 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 105 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 81 m	1,2 · 10 <sup>-6</sup>	140 121	156 137	167 148	187 169								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	2,9 · 10 <sup>-6</sup>											92 101	142 205
9R a Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU Hole	2,7 · 10 <sup>-4</sup>	Rilascio di BOG  Øeq : 75 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 7,5 bar Temp. del rilascio: 45 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 4,0 kg/s Quantità rilasciata: 1,20 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 24 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 26 m	5,4 · 10 <sup>-6</sup>	- -	27 29	31 34	39 40								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	2,6 · 10 <sup>-5</sup>											- -	- -
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 1,2 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 0,9 kg	2,6 · 10 <sup>-7</sup>					- -	- -	34 24	39 29				

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 153 di 154	Rev. 1

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
FSRU IN RIGASSIFICAZIONE																
9R b Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU Pinhole/crack	1,2 · 10 <sup>-2</sup>	Rilascio di BOG  Øeq : 25 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 7,5 bar Temp. del rilascio: 45 °C Tempo di intervento: 5'  <i>Portata di rilascio: 0,4 kg/s</i> <i>Quantità rilasciata: 0,15 t</i>	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F <i>Ljet: 10 m</i> Vento 5 m/s Cat D <i>Ljet: 11 m</i>	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	-	-	-	-								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,2 · 10 <sup>-4</sup>											-	-
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F <i>Mex: 0,05 kg</i> Vento 5 m /s Cat. D <i>Mex: 0,04 kg</i>	1,2 · 10 <sup>-6</sup>					-	-	11	13				

Tabella 79: Riepilogo delle conseguenze - Area FSRU in rigassificazione

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 154 di 155	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Ipotesi Incidentale	Freq. di Accadim. (occ/anno)	Evento iniziale	Scenario conseguente	Freq. di accadim. (occ/anno)	Incendi				Esplosioni				Dispersioni			
					Distanza (m) delle soglie di irraggiamento (kW/m <sup>2</sup> ) da centro pozza				Distanza (m) delle soglie di sovrappressione (bar)				Distanza (m) alla quale si raggiungono le soglie di riferimento			
					12,5	7	5	3	0,3	0,14	0,07	0,03	LC50	IDLH	LFL	1/2LFL
INVIO GN A METANODOTTO SOTTOMARINO																
10R a Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma Perdita significativa	4,0 · 10 <sup>-4</sup>	Rilascio di gas naturale  Øeq : 60 mm Quota del rilascio: 4 m Press. di rilascio: 80 bar Temp. del rilascio: 50 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio:25,6 kg/s Quantità rilasciata: 8,0 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 48 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 52 m	1,6 · 10 <sup>-5</sup>	67 69	78 76	85 81	98 92								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	3,8 · 10 <sup>-5</sup>										- -	- -	
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 20 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 12 kg	3,8 · 10 <sup>-7</sup>					- -	- -	70 79	84 90				
10R b Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma Rottura totale	4,0 · 10 <sup>-5</sup>	Rilascio di gas naturale  Øeq : 300 mm Quota del rilascio: 4 m Press. di rilascio: 80 bar Temp. del rilascio: 50 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 99,2 kg/s (considerata la massima portata di scarico con l'utilizzo contemporaneo di 2 bracci di scarico) Quantità rilasciata: 30,1 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 83 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 88 m	1,6 · 10 <sup>-6</sup>	122 122	143 137	158 148	186 170								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	3,8 · 10 <sup>-6</sup>										- -	156 171	
11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino Perdita significativa ALTERNATIVA A	1,6 · 10 <sup>-4</sup>	Rilascio di gas naturale  Øeq : 130 mm Quota del rilascio: 1 m Press. di rilascio: 80 bar Temp. del rilascio: 50 °C Tempo di intervento: 5'  Portata di rilascio: 120,0 kg/s Quantità rilasciata: 39,3 t	Jet Fire  Vento 2 m/s Cat F Ljet: 96 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 75 m	1,4 · 10 <sup>-5</sup>	44 73	81 100	103 118	140 150								
			Flash fire  Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,4 · 10 <sup>-5</sup>										2 3	3 3	
			UVCE  Vento 2 m/s Cat. F Mex: 64 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 68 kg	1,5 · 10 <sup>-7</sup>					- -	- -	25 36	46 56				

Tabella 80: Riepilogo delle conseguenze - Area invio GN a metanodotto sottomarino

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 155 di 156	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.4.3 Mappe di danno

Le mappe di danno degli scenari incidentali credibili sono riportate in **Allegato C.4.3**.

#### C.4.4 Scenari con potenziali effetti sull'ambiente

##### C.4.4.1 *Descrizione dell'ambiente circostante lo stabilimento*

In **Allegato C.4.4** è riportata una corografia dell'area con i principali vincoli presenti. In particolare sono riportati:

- i relitti presenti;
- corridoi portuali e aree di ancoraggio, ai sensi della Ordinanza 32/2022 dal MIT – Capitaneria Ravenna;
- aree di rispetto delle linee esistenti offshore e Terminali – Ordinanza 34/202 del MIT – Capitaneria di porto di Ravenna;
- pipeline ed elettrodotti esistenti;
- aree di interesse naturalistico:
  - aree rete Natura 2000,
  - area umida di importanza internazionale (RAMSAR),
  - aree naturali protette – Legge 394/91,
  - area di tutela biologica “Area fuori Ravenna”;
- aree di allevamento ittico;
- elettrodotti e campi eolici offshore in progetto.

##### C.4.4.2 *Valutazioni delle conseguenze ambientali degli scenari incidentali*

Le sostanze pericolose per l'ambiente ai sensi del D.Lgs. 105/15 che saranno presenti presso il Terminale sono:

- gasolio, utilizzato per il sistema di alimentazione di emergenza e per le pompe antincendio;
- olio combustibile, che costituisce uno dei carburanti utilizzati per l'alimentazione dei motori della nave FSRU;
- ipoclorito di sodio, utilizzato come antivegetativo nel sistema di acqua di mare.

Il gasolio rientra tra le sostanze di categoria E2 di cui all'Allegato 1, Parte 1 del D.Lgs. 105/15, essendo caratterizzata da indicazione di pericolo H411.

L'ipoclorito di sodio e l'olio combustibile rientrano tra le sostanze di categoria E1 di cui all'Allegato 1, Parte 1 del D.Lgs. 105/15, essendo caratterizzati da indicazione di pericolo H410.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 156 di 157	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Tali sostanze saranno stoccate e movimentate in modo che eventuali perdite siano contenute e che la possibilità di contaminazione dei recettori ambientali sia estremamente remota.

In particolare si confermerà la presenza dell'ipoclorito di sodio nella successiva fase di Rapporto di Sicurezza definitivo, in quanto la FSRU sarà dotata di un sistema antivegetativo che potrebbe evitare l'utilizzo di tale sostanza.

In merito poi alle operazioni di rifornimento di Gasolio e Olio Combustibile, queste avverranno adottando le procedure standard previste all'interno di porto e con le opportune cautele e mezzi di mitigazione a disposizione (ad es. panne galleggianti), seguendo le procedure operative della nave FSRU per i rifornimenti di combustibili liquidi. Si precisa inoltre che l'assetto di marcia previsto per il Terminale prevede l'alimentazione dei generatori bifuel della FSRU con gas naturale e che, pertanto, l'alimentazione a combustibile liquido sarà sporadica e in concomitanza con fasi di fermata della sezione di rigassificazione.

Si può pertanto concludere che, per il Terminale di Ravenna, non sono ipotizzabili eventi incidentali rilevanti di tipo ambientale.

#### C.4.5 Comportamento dell'impianto in caso di indisponibilità delle reti di servizio

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 157 di 158	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.5 SINTESI DEGLI EVENTI INCIDENTALI E INFORMAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO

### C.5.1 Sintesi degli eventi incidentali

Nella tabella disponibile in **Allegato I.5** si riportano le risultanze qualitative e quantitative dell'analisi degli eventi incidentali.

Sulla base delle risultanze dell'analisi di rischio è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- gli scenari incidentali rappresentativi del nuovo terminale di Ravenna e le distanze di danno associate sono da considerarsi nel complesso congrue per la realtà impiantistica in esame;
- come dettagliato nel successivo paragrafo C.5.2, la compatibilità dello Stabilimento con il territorio circostante, valutata in relazione alla sovrapposizione delle tipologie di insediamento con l'involuppo delle aree di danno determinate dai singoli scenari incidentali credibili individuati, risulta rispettata.

Sulla base di quanto sopra esposto si può concludere che il rischio complessivo associato alle attività che saranno condotte presso il nuovo Terminale di Ravenna risulta accettabile.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 158 di 159	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.5.2 Elementi utili per la pianificazione del territorio

Gli elementi utili per la pianificazione territoriale sono stati definiti dal D.M. 09/05/2001 e sono di seguito riportati:

- Inviluppo delle aree di danno per ciascuna delle quattro categorie di effetti e secondo i valori di soglia di cui alla tabella sottostante;
- per i depositi di liquidi infiammabili e/o tossici, la categoria di deposito ricavata dall'applicazione del metodo indicizzato di cui al decreto ministeriale 20 ottobre 1998;
- per tutti gli stabilimenti, la classe di probabilità di ogni singolo evento; espressa secondo le classi indicate al suddetto decreto;
- per il pericolo di danno ambientale, le categorie di danno attese in relazione agli eventi incidentali che possono interessare gli elementi ambientali vulnerabili.

SOGLIE DI DANNO D.M. 9 MAGGIO 2001					
Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture Effetti domino
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12,5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>	12,5 kW/m <sup>2</sup>
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	raggio fireball	350 kJ/m <sup>2</sup>	200 kJ/m <sup>2</sup>	125 kJ/m <sup>2</sup>	200÷800 secondo il tipo di serbatoi
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	1/2 LFL	--	--	--
UVCE (sovrappressione di picco)	0,3 bar	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico	LC50 (30 min)	--	IDLH	--	--

**Tabella 81: Soglie di danno ai sensi del DM 9 Maggio 2001**

Il gestore, in accordo a quanto sopra esposto riporta le informazioni utili per consentire la verifica dell'elaborato tecnico rischi di incidente rilevante (ERIR) da parte delle autorità competenti.

In particolare, per la verifica della compatibilità territoriale del Terminale di Ravenna è necessario fare riferimento al solo DM 09/05/2001.

Con riferimento a tale normativa, è possibile dedurre che il territorio circostante lo stabilimento e potenzialmente coinvolto dagli scenari incidentali è classificabile come appartenente alla categoria F (aree interne o limitrofe agli stabilimenti).

Tali scenari coincidono con quelli individuati come riferimento per la Pianificazione delle Emergenze Esterne e quindi con impatto potenziale che si estende anche oltre i confini dello stabilimento.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 159 di 160	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Il citato decreto indica quali siano le categorie di territorio compatibili con gli effetti degli eventi incidentali, in funzione della frequenza di accadimento, per stabilimenti esistenti.

Categorie territoriali	Descrizione
A	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia superiore a 4,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (oltre 25 posti letto o 100 persone presenti).</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (oltre 500 persone presenti).</li> </ol>
B	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 4,5 e 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (fino a 25 posti letto o 100 persone presenti).</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (fino a 500 persone presenti).</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (oltre 500 persone presenti).</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (oltre 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, oltre 1000 al chiuso).</li> <li>Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri superiore a 1000 persone/giorno).</li> </ol>
C	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1,5 e 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (fino a 500 persone presenti).</li> <li>Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (fino a 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, fino a 1000 al chiuso di qualunque dimensione se la frequentazione è al massimo settimanale).</li> <li>Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri fino a 1000 persone/giorno).</li> </ol>

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 160 di 161	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Categorie territoriali	Descrizione
D	1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1 e 0,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . 2. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante, con frequentazione al massimo mensile - ad esempio fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri, ecc..
E	1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia inferiore a 0,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . 2. Insediamenti industriali, artigianali, agricoli, e zootecnici.
F	1. Area entro i confini dello stabilimento. 2. Area limitrofa allo stabilimento, entro la quale non sono presenti manufatti o strutture in cui sia prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone.

**Tabella 82: Categorie territoriali**

Classe di probabilità degli eventi	Categorie di effetti			
	Elevata letalità I Soglia	Elevata letalità II Soglia	Lesioni irreversibili III Soglia	Lesioni reversibili IV Soglia
< 10 <sup>-6</sup>	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	EF	DEF	CDEF	BCDEF
10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	F	EF	DEF	CDEF
>10 <sup>-3</sup>	F	F	EF	DEF

**Tabella 83: Categorie territoriali compatibili – DM 09/05/2001**

Le aree su cui insistono i potenziali scenari sono nell'intorno della piattaforma di ormeggio, che in senso lato può rientrare nella categoria F in quanto si tratta di aree interne allo stesso Terminale o limitrofe ad esso ed in cui non è prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone.

In linea con i criteri da tempo adottati dal CTR Emilia-Romagna, sono stati analizzati ai fini della compatibilità territoriale e pianificazione dell'emergenza esterna anche gli eventi incidentali la cui frequenza di accadimento è compresa tra 1·10<sup>-6</sup> e 1·10<sup>-8</sup> occasioni per anno, sebbene siano eventi incidentali remoti: in **Allegato C.5.2-A** è disponibile la tabella di riepilogo delle conseguenze di tali eventi incidentali remoti e in **Allegato C.5.2-B** la relativa mappa delle conseguenze.

Confrontando le aree di impatto degli scenari con le categorie del territorio si ottengono la tabella sottostante e la mappa di sintesi in **Allegato C.5.2-C**, nella quale sono riportati gli inviluppi delle quattro soglie di categorie di effetti ai sensi del D.M. 09/05/2001.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 161 di 162	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Da tale tabella si può dedurre che le valutazioni di cui sopra fanno ritenere, sulla base degli elementi disponibili, che la compatibilità territoriale con il territorio il Terminale di Ravenna è rispettata; circa la compatibilità territoriale, sarà compito dell'Autorità di Sistema Portuale, in quanto soggetto amministratore del bene demaniale marittimo, fornire alle autorità competenti in materia di pianificazione territoriale e urbanistica le informazioni relative agli scenari incidentali e in particolare quelli che coinvolgano aree esterne a quella portuale, ai sensi dell'Art. 6 del DM 09/05/2001.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 162 di 163	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
Riempimento FSRU	1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	Perdita significativa	6,40 · 10 <sup>-2</sup>	POOL-FIRE	4,2 · 10 <sup>-3</sup>	>10 <sup>-3</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	EF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	DEF
				UVCE	6,0 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				FLASH-FIRE	5,9 · 10 <sup>-3</sup>	>10 <sup>-3</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	EF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	DEF
Riempimento FSRU	1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	Rottura totale	6,40 · 10 <sup>-3</sup>	POOL-FIRE	4,2 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
				UVCE	6,0 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				FLASH-FIRE	5,9 · 10 <sup>-4</sup>	10-3 - 10-4	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	F
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	CDEF

<sup>4</sup> Criterio di verifica non definito dal decreto per impatto sul mare  
Documento di proprietà Snam. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 163 di 164	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
Riempimento FSRU	2R - Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera	Hole	4,93 · 10 <sup>-5</sup>	JET-FIRE	9,9 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	ABCDEF
				FLASH-FIRE	4,8 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABCDEF
		Pinhole / crack	2,19 · 10 <sup>-3</sup>	JET-FIRE	4,4 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
				UVCE	2,1 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABCDEF
		FLASH-FIRE	2,1 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF		
					II Soglia Inizio Letalità	-	DEF		
					III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF		
					IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF		
Riempimento FSRU	3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette	Perdita significativa	1,83 · 10 <sup>-5</sup>	POOL-FIRE	1,2 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	1,7 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,7 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 164 di 165	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
Riempimento FSRU	4R - Linee di caricamento serbatoi FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	1,83 · 10 <sup>-6</sup>	POOL-FIRE	1,2 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,7 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABCDEF
Riempimento FSRU	5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	2,01 · 10 <sup>-5</sup>	POOL-FIRE	1,3 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	1,9 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,9 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 165 di 166	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
Riempimento FSRU	6R - Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	5,48 · 10 <sup>-5</sup>	JET-FIRE	2,2 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F (Area industriale e area marina vicina)	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	5,3 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	5,2 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
Riempimento FSRU	1H - Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	-	1,80 · 10 <sup>-3</sup>	JET-FIRE	3,6 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
				UVCE	1,8 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,7 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
FSRU in rigassificazione	7R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU	Perdita significativa	1,10 · 10 <sup>-4</sup>	JET-FIRE	4,4 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	1,1 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,0 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 166 di 167	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
FSRU in rigassificazione	8R - Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster	Perdita significativa	3,00 · 10 <sup>-5</sup>	JET-FIRE	1,2 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	2,9 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	2,9 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
FSRU in rigassificazione	9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Hole	2,70 · 10 <sup>-4</sup>	JET-FIRE	5,4 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	2,6 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	2,6 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 167 di 168	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
FSRU in rigassificazione	9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Pinhole / crack	1,20 · 10 <sup>-2</sup>	JET-FIRE	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	F
							II Soglia Inizio Letalità	-	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	CDEF
				UVCE	1,2 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	BCDEF
				FLASH-FIRE	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	F
							II Soglia Inizio Letalità	-	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	CDEF
Invio GN a metanodotto sottomarino	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	4,00 · 10 <sup>-4</sup>	JET-FIRE	1,6 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	3,8 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	3,8 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 168 di 169	Rev. 1

Rif. TRR: 72341

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta <sup>4</sup>	Categorie Compatibili
			(occ/anno)		(occ/anno)				
Invio GN a metanodotto sottomarino	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Rottura totale	4,00 · 10 <sup>-5</sup>	JET-FIRE	1,6 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	3,8 · 10 <sup>-8</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	3,8 · 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BCDEF
Invio GN a metanodotto sottomarino	11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino ALTERNATIVA A	Perdita significativa	1,6 · 10 <sup>-4</sup>	JET-FIRE	1,5 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
				UVCE	1,5 · 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BCDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABCDEF
				FLASH-FIRE	1,4 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	BCDEF

Tabella 84: Categorie territoriali compatibili (DM 09/05/2001) – Scenari

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 169 di 170	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.6 DESCRIZIONE DELLE PRECAUZIONI ASSUNTE PER PREVENIRE O MITIGARE GLI INCIDENTI

### C.6.1 Descrizione delle precauzioni assunte per prevenire o mitigare gli incidenti

#### C.6.1.1 *Precauzioni dal punto di vista impiantistico*

A livello impiantistico, le precauzioni che saranno assunte a livello generale possono essere riassunte come segue:

- progettazione e costruzione degli impianti/apparecchiature eseguite in accordo a norme e standard riconosciuti a livello internazionale;
- opportuna scelta dei materiali e dei dispositivi di tenuta in relazione al fluido circolante;
- impiego di strumentazione di controllo altamente affidabile e, per le variabili critiche, ridondante;
- indipendenza tra la strumentazione asservita ai blocchi di sicurezza da quella di controllo;
- adozione sulle linee e sulle apparecchiature, in accordo con le normative di legge, di valvole di sicurezza (PSV) e di depressurizzazione (BDV);
- minimizzazione delle tubazioni/stacchi di piccolo diametro e/o comunque maggiormente esposti a perdite in conseguenza di urti accidentali;
- minimizzazione di raccordi flangiati;
- adozione di valvole di intercettazione a comando remoto atte all'isolamento di linee e apparecchiature, in modo da ridurre il quantitativo di sostanze pericolose rilasciato in caso di perdita accidentale.

#### C.6.1.2 *Precauzioni dal punto di vista gestionale*

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

#### C.6.1.3 *Controlli sistematici delle zone critiche, programmi di manutenzione e ispezione periodica, verifica dei sistemi di sicurezza*

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 170 di 171	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.6.1.4** *Criteri e strumenti utilizzati per la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza e per la valutazione costante delle prestazioni*

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

**C.6.1.5** *Criteri utilizzati per l'adozione e l'attuazione delle procedure di valutazione periodica e sistematica della politica di prevenzione degli incidenti rilevanti e dell'efficacia e adeguatezza del Sistema di Gestione della Sicurezza,*

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

**C.6.2** Accorgimenti previsti per prevenire i rischi dovuti ad errore umano in aree critiche

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

**C.6.3** Sicurezza degli impianti nelle diverse condizioni di esercizio

L'analisi di rischio, per i cui dettagli si rimanda al precedente Paragrafo C.4, è stata condotta prendendo in considerazione le possibili modalità operative in cui opera il Terminale, descritte nel precedente Paragrafo B.3.1.2.

Le manovre da compiersi a bordo FSRU, nelle varie fasi delle attività, e le precauzioni da adottare, al fine di evitare la possibilità di incidenti, sono descritte nel Manuale Operativo.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 171 di 172	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.7 CRITERI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Si riportano in questa sezione le precauzioni e i coefficienti di sicurezza adottati per la progettazione dell'Impianto.

### C.7.1 Precauzioni e coefficienti di sicurezza adottati nella progettazione delle strutture

#### C.7.1.1 *Struttura di ormeggio*

Le strutture dell'impianto saranno progettate per resistere ai carichi/stress causati da eventi naturali e dagli scenari incidentali ragionevolmente prevedibili.

In particolare, di seguito si indicano le precauzioni e i coefficienti di sicurezza adottati anche sulla base di leggi, regolamenti o norme di buona tecnica, riguardanti gli ambiti applicabili indicati dal D.Lgs. 105/2015.

##### ✓ *Sicurezza in caso di eventi sismici*

Con riferimento alla classificazione sismica, l'area di Ravenna risulta in Zona 3, dove la Zona 4 rappresenta la zona meno pericolosa. Le installazioni della piattaforma di ormeggio saranno progettate in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC).

##### ✓ *Impianti di protezione dalle scariche atmosferiche*

Nell'attuale fase di sviluppo del progetto tali impianti non sono compiutamente definiti (si rimanda al paragrafo C.7.2.1.3).

##### ✓ *Rivestimenti di protezione delle strutture e delle apparecchiature ai fini dei requisiti di resistenza al fuoco*

Sulla base dell'analisi di rischio sviluppata e delle norme tecniche di riferimento, sono stati previsti requisiti di resistenza al fuoco pari almeno a REI 60 per il metanodotto in piattaforma e per il container che ospiterà la sala pompe antincendio.

##### ✓ *Sale di controllo a prova di esplosione esterna:*

Sulla base dell'analisi di rischio sviluppata, sarà garantita adeguata resistenza della cabina containerizzata modulare per quadri elettrici e controllo dei sistemi nella piattaforma di ormeggio.

##### ✓ *Precauzioni adottate per garantire il mantenimento, in occasione degli eventi di cui al punto C.3, della funzionalità e/o messa in sicurezza delle apparecchiature critiche*

Il Terminale sarà dotato di sistemi di controllo di processo, di sistemi di blocco di sicurezza e di sfiati di emergenza per permettere la messa in sicurezza delle apparecchiature.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 172 di 173	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.7.1.2 FSRU

Per unità navali che attraccano e gassificano per lunghi periodi il GNL stoccato all'interno dei serbatoi di cui l'unità è dotata, come appunto l'FSRU in oggetto, il principale codice di progettazione internazionale che viene adottato è l'IGC Code "International Code For Construction and Equipment Of Ships Carrying Liquefied gases in bulk" che prevede norme prescrittive relativamente alla progettazione, costruzione ed esercizio dell'unità.

La nave FSRU che si prevede di impiegare è dotata delle seguenti certificazioni di conformità relative ai principali regolamenti applicabili:

- a) Certificazione secondo Load line (International load line conv. 1966, come modificata da protocollo del 1988).
- b) Certificazione secondo SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 e modifiche da protocollo del 1988).
- c) Certificazione secondo IGC Code.
- d) Certificazione secondo Tonnage (International Convention on Tonnage Measur. Of Ships, 1969).
- e) Certificazioni secondo Marine Pollution (MARPOL) Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi 73/78 (allegato I, IV, V, VI) ed emendamenti.
- f) Certificazione secondo I. M. O. (Certificate of Fitness risoluzione IMO).
- g) Certificazione secondo USCG (Lettera con Dichiarazione di conformità per i regolamenti USCG per la classe bandiera straniera rilasciata da Class).
- h) Certificazione secondo Independent Sworn Measurer (Certificato di Taratura cisterna di carico con Tabelle emesse da perito indipendente Intertek o NKKK).
- i) Adesione al programma di ispezioni SIRE.
- j) Certificazione secondo ISM.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 173 di 174	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.7.2** Norme e criteri di progettazione degli impianti elettrici, dei sistemi di strumentazione di controllo, degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche

**C.7.2.1** *Struttura di ormeggio*

**C.7.2.1.1** *Alimentazione e Distribuzione elettrica*

L'approvvigionamento energetico della piattaforma di ormeggio del terminale avverrà tramite il sistema di generazione installato a bordo della FSRU.

La FSRU sarà collegata alla piattaforma con una connessione di potenza nave-terra, in grado di fornire 1,5 MW, valore stimato per le utenze nella struttura di ormeggio sulla base dei carichi elettrici previsti: la fornitura avrà una tensione disponibile di 6.6 kV @ 50 Hz.

Tale connessione alimenterà tutte le utenze elettriche presenti sulla struttura di ormeggio.

La piattaforma sarà dotata di un sistema di generazione di emergenza da circa 500 kW per il back-up delle utenze in bassa tensione.

**C.7.2.1.2** *Sistema di controllo di processo*

Si riportano di seguito le informazioni di carattere generale relativamente ai sistemi di controllo che saranno previsti per la struttura di ormeggio.

Le aree impiantistiche installate nel Terminale in piattaforma saranno equipaggiate con sistemi di controllo e monitoraggio che permetteranno, come minimo, le seguenti funzioni:

1. Controllo e monitoraggio delle fasi di processo (gas/liquido) e utilities varie.
2. Rapidità ed accuratezza nel segnalare qualsiasi incidente che possa portare ad una situazione di pericolo.
3. Controllo e monitoraggio dei parametri di sicurezza di processo, marittimi e ambientali.
4. Controllo e monitoraggio degli accessi e delle uscite alle/dalle strutture.
5. Scambio di informazioni esterne/interne in condizioni normali e di emergenza.

Le principali funzioni sopra indicate saranno svolte dai sistemi/apparati di seguito elencati:

- Sistema di Controllo del Processo (DCS).
- Sistema di Blocco di Emergenza (ESD).
- Sistema di Controllo Fire & Gas (F&G).
- Rete di comunicazione interna/esterna.

Le sottosezioni del sistema relative alla sicurezza (ESD, F&G) saranno completamente indipendenti dal DCS relativo al controllo del processo e dei servizi. Nessuna azione di arresto di emergenza sarà eseguita da DCS.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 174 di 175	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Si rimanda al paragrafo C.7.10.1 per la descrizione dei sistemi ESD e F&G.

Il Safety Integrity Level sarà assegnato alle funzioni di sicurezza in base alla sessione di valutazione SIL e ai sistemi di sicurezza.

I quadri di controllo relativi ai sistemi descritti saranno installati in apposita sala quadri allocata in impianto di ricezione.

Il sistema di sicurezza e controllo di impianto sarà centralizzato, completamente automatizzato per fornire sia funzioni di controllo che di protezione disponibili in piattaforma.

Stazioni di controllo operatore ridondate equipaggiate con le suddette Interfaccia Uomo-Macchina (HMI: Human-Machine Interface o consolle) saranno installate all'interno della Sala Controllo prevista in piattaforma e comunicante con il sistema di controllo dell'FSRU.

Tutte le operazioni dell'impianto saranno generalmente controllate e dirette da tali HMI interfacciate all'ESD, al sistema F&G e al DCS per tutte le aree, i sistemi navali etc.

Gli operatori delle sale controllo saranno messi nelle condizioni di poter monitorare tutte le variabili importanti dell'impianto e, grazie ad un sistema di allarme, saranno avvertiti dell'esistenza di condizioni anomale in modo che possano informare il personale esterno ed effettuare interventi correttivi in modo tempestivo.

Le informazioni minime scambiate tra le sale saranno le seguenti:

- Telemetria dati dalla struttura di ormeggio ad FSRU (area di processo).
- Telemetria dati da FSRU a struttura di ormeggio (condizioni di scarico GN).

Il sistema di automazione e controllo sarà realizzato mediante l'utilizzo di tecnologie miste quali: cablaggi tradizionali, bus di campo, ethernet e fibre ottiche.

Tutti i cablaggi provenienti dalla strumentazione di campo saranno raggruppati in Junction Box dalle quali con un uno o più multicavi saranno collegati ai relativi quadri delle terminazioni da campo (marshalling panel) o ad RTU (Remote Terminal Unit) locali o PLC forniti con i package, i quali saranno poi collegati ai sistemi centrali in parte tramite connessioni seriali ed in parte filo-filo.

I segnali strumentali saranno segregati in funzione della tipologia degli stessi (al minimo segnali analogici, digitali, alimentazioni in corrente continua, alternata, segnali a sicurezza intrinseca).

La rete in sala controllo sarà realizzata mediante l'impiego di reti di tipo ETHERNET.

In merito al Sistema di Controllo Distribuito (DCS) esso sarà progettato per garantire, come minimo, i seguenti requisiti:

- fornire all'operatore informazioni in tempo reale per consentire un controllo completo del processo ed un funzionamento sicuro, rispettoso dell'ambiente ed efficiente dell'impianto di rigassificazione;

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 175 di 176	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- assicurare un livello di affidabilità elevato atto a garantire la disponibilità dell'impianto per 365 giorni/anno;
- essere tale che il suo malfunzionamento o guasto (totale o parziale) non causi una situazione di pericolo;
- essere concepito e realizzato per ridurre le conseguenze del guasto dei componenti;
- indicare, memorizzare ed archiviare tutte le informazioni provenienti dai dispositivi di controllo del processo necessarie come detto per il funzionamento sicuro ed efficiente dell'impianto ed in aggiunta dovranno essere visualizzabili i trend delle principali variabili di processo;
- discriminare cronologicamente e memorizzare tutte le informazioni avvenute nel tempo e tutte le azioni eseguite dall'operatore prima e dopo un evento;
- gestire gli allarmi;
- interfacciarsi con l'ESD e il sistema F&G, con i sistemi Packages aventi un proprio PLC di controllo;
- gestire ed elaborare i dati per l'attuazione di logiche funzionali (non di sicurezza) quali calcoli, algoritmi e sequenze operative, che permettano di esercire l'impianto da sala controllo.

Il DCS sarà utilizzato per l'automazione dei sistemi coinvolti nella gestione ed invio a rete del GN e per gli impianti e sistemi ausiliari. Le attività centrali, come il comando e il controllo del Terminale, l'elaborazione e la registrazione dei dati di processo e l'elaborazione degli allarmi, saranno da esso gestiti. I segnali necessari per la supervisione, il controllo e il monitoraggio saranno quindi ad esso trasferiti.

Per l'automazione di sistemi ausiliari di impianto potranno essere utilizzati dei sistemi di controllo ausiliari indipendenti e basati su microprocessori di tipo PLC, in configurazione tale che un eventuale guasto non abbia conseguenze dirette sulla disponibilità del sistema di invio a rete GN. In linea di principio, ai PLC dei sistemi ausiliari dovrà essere demandata la sola funzionalità del controllo di processo lasciando la gestione dei loop di sicurezza all'ESD principale. Per alcune tipologie di package di particolare complessità e dimensioni, laddove si dimostri la convenienza tecnica e commerciale potrà essere valutata la fornitura di PLC certificati per applicazioni di sicurezza. In tal caso il sistema sarà richiesto con grado SIL ad esse idoneo, secondo i requisiti delle IEC 61508 ed IEC 61511.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 176 di 177	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Il sistema di controllo ausiliario comprenderà:

1. un sistema di automazione, in cui saranno eseguite le funzioni di interfaccia con il campo, l'esecuzione delle logiche di comando e di regolazione e i controlli di gruppo sequenziali;
2. i sistemi di trasmissione dati verso il sistema di controllo principale.

La supervisione, il controllo e il monitoraggio degli impianti ausiliari saranno svolte attraverso il sistema di interfaccia operatore del sistema di controllo principale.

Il collegamento al sistema di controllo principale sarà effettuato mediante sistemi ridondanti di trasmissione dati ad alta velocità, con protocollo software di comunicazione, e con un numero limitato di segnali cablati.

#### C.7.2.1.3 *Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche*

La valutazione del rischio fulminazione sarà condotta nell'ambito del progetto in accordo alle seguenti norme tecniche di riferimento:

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali", Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008).
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio", Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008).
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone", Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008).
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture", Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008).

In particolare, la procedura di calcolo sarà in accordo alla norma CEI EN 62305-2.

Con particolare riferimento al rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti), lo studio consentirà di concludere che, grazie all'adozione di idonee misure di protezione contro le scariche atmosferiche, esso non risulterà superiore al valore di rischio tollerato.

La valutazione integrale del rischio fulminazioni sarà finalizzata nella successiva fase del Rapporto di Sicurezza definitivo.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 177 di 178	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.7.2.2 FSRU

### C.7.2.2.1 Alimentazione e Distribuzione elettrica

La FSRU è dotata di generatori di bordo, che forniranno il pieno carico al Terminale, incluso il sistema elettrico della piattaforma di ormeggio.

In particolare a bordo della FSRU sono presenti 4 generatori bifuel (alimentati a BOG e a gasolio/olio combustibile) di cui si riportano i dati tecnici principali:

- n. 3 Generatori modello Wartsila 12V50DF in grado di produrre cadauno 11,7 MW;
- n. 1 Generatore modello Wartsila 6L50DF in grado di produrre cadauno 5,85 MW.

I generatori possono essere commutati da un carburante all'altro durante il funzionamento senza alcuna interruzione dell'alimentazione.

In Figura 25 si riporta uno stralcio del manuale operativo della FSRU che sarà impiegata presso il Terminale di Ravenna, con evidenza dei generatori.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 178 di 179	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.7.2.2.2 Sistema di controllo di processo

In accordo al Codice IGC, il sistema di controllo è realizzato per mezzo di un sistema distribuito (DCS) e le variabili di maggior interesse soggette alla regolazione sono i livelli, le temperature e la pressione dei serbatoi, nonché la pressione del gas erogato.

La FSRU dispone di sistemi per il controllo della navigazione, per il controllo e gestione del “cargo” per il controllo dei motori. Tale sistema, denominato IAS (Integrated Automation System, sistema di automazione integrato) consente la gestione integrata dei parametri relativi a stoccaggio, rigassificazione, generazione di energia elettrica e vapore, sistema di zavorramento, e sistemi di allarme. Il sistema, che unisce le prerogative di un DCS per applicazioni petrolchimiche a quelle dei sistemi per la gestione della navigazione con una architettura ridondata “fault tolerant”, ha l’architettura mostrata in Figura 26.



Il sistema di automazione integrato consente di gestire i seguenti compiti principali:

- Gestione stoccaggio GNL.
- Gestione compressione riscaldamento e vaporizzazione del gas.
- Gestione e monitoraggio allarmi sala motori.
- Gestione e monitoraggio allarmi cargo GNL.
- Gestione CTS (travaso GNL da shuttle carrier).
- Gestione allarmi&blocchi da ESD.
- Gestione allarmi (riconoscimento prioritizzazione).
- Gestione estensione allarmi e da giro operatore (patrol man system).
- Gestione power supply generation.
- Gestione gruppi diesel ausiliari.
- Gestione sistema di zavorramento.
- Registrazione dei segnali (trend function).

I sistemi di controllo previsti in piattaforma dialogheranno con lo IAS della FSRU, come già descritto al paragrafo C.7.2.1.2.

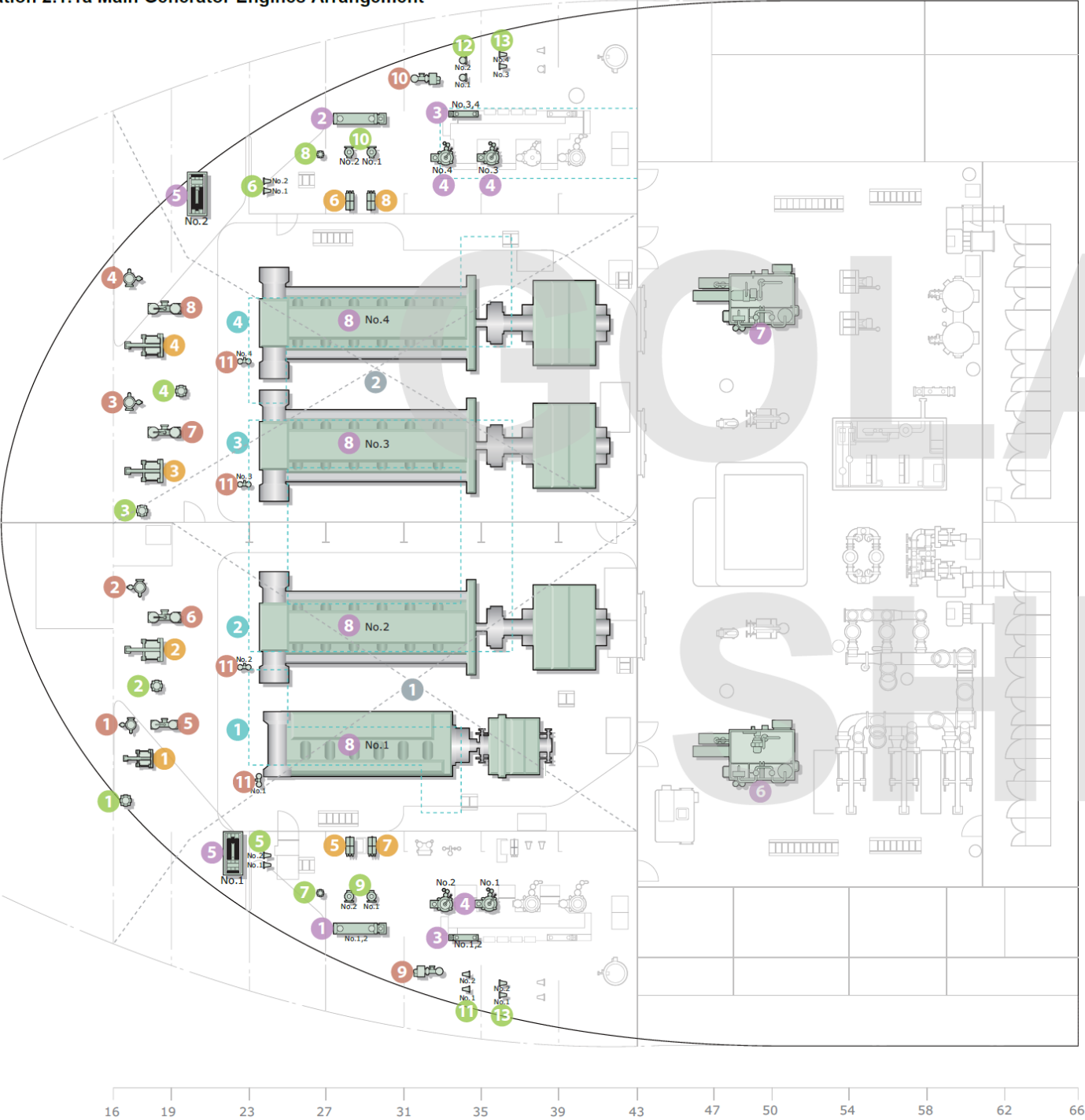
#### C.7.2.2.3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

La FSRU, in conformità alle regole per la classificazione navale DNV, non è dotata di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche dal momento che sia lo scafo che gli alberi presenti sono in materiale metallico.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA'
	LOCALITA'	RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	-
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 179 di 180	Rev. 1

Rif. TRR: 72341

Illustration 2.1.1a Main Generator Engines Arrangement



- 1

No.1 Main G.E. L.O. Sump Tank
- 2

No.2 Main G.E. L.O. Sump Tank
- 3

No.3 Main G.E. L.O. Sump Tank
- 4

No.4 Main G.E. L.O. Sump Tank
- 1

Main G.E. No.1 L.O. Priming Pump
- 2

Main G.E. No.2 L.O. Priming Pump
- 3

Main G.E. No.3 L.O. Priming Pump
- 4

Main G.E. No.4 L.O. Priming Pump
- 5

Main G.E. No.1/2 Pilot F.O. Feed Pumps
- 6

Main G.E. No.3/4 Pilot F.O. Feed Pumps
- 7

Main G.E. No.1/2 Em'cy M.D.O. Pump
- 8

Main G.E. No.3/4 Em'cy M.D.O. Pump
- 9

Main G.E. No.1/2 H.F.O. Circ. Pumps
- 10

Main G.E. No.3/4 H.F.O. Circ. Pumps
- 11

Main G.E. No.1/2 H.F.O. Supply Pumps
- 12

Main G.E. No.3/4 H.F.O. Supply Pumps
- 13

Main G.E. L.O. Purifier Feed Pumps
- 1

Main G.E. No.1 L.O. Cooler
- 2

Main G.E. No.2 L.O. Cooler
- 3

Main G.E. No.3 L.O. Cooler
- 4

Main G.E. No.4 L.O. Cooler
- 5

Main G.E. No.1/2 Pilot F.O. Cooler
- 6

Main G.E. No.3/4 Pilot F.O. Cooler
- 7

Main G.E. No.1/2 M.D.O. Cooler
- 8

Main G.E. No.3/4 M.D.O. Cooler
- 1

Main G.E. No.1 L.O. Auto Filter & Checker Filter
- 2

Main G.E. No.2 L.O. Auto Filter & Checker Filter
- 3

Main G.E. No.3 L.O. Auto Filter & Checker Filter
- 4

Main G.E. No.4 L.O. Auto Filter & Checker Filter
- 5

Main G.E. No.1 L.O. Manual By-Pass Filter
- 6

Main G.E. No.2 L.O. Manual By-Pass Filter
- 7

Main G.E. No.3 L.O. Manual By-Pass Filter
- 8

Main G.E. No.4 L.O. Manual By-Pass Filter
- 9

Main G.E. No.1/2 Auto Back Flushing Filter with Manual By-Pass Filter
- 10

Main G.E. No.3/4 Auto Back Flushing Filter with Manual By-Pass Filter
- 11

Main G.E. Safety Filters

1

Main G.E. No.1/2 F.O. Heaters

2

Main G.E. No.3/4 F.O. Heaters

3

Main G.E. L.O. Purifier Heaters

4

Main G.E. L.O. Purifiers

5

Main G.E. Jacket Preheating Unit

6

Main G.E. No.1/2 M.G.O. Chiller Unit

7

Main G.E. No.3/4 M.G.O. Chiller Unit

8

Main Generator Engine

1

No.1 Main Generator Engine Room

2

No.2 Main Generator Engine Room

Figura 22: Generatori elettrici bifuel FSRU





	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 181 di 182	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.7.3 Norme e criteri di progettazione dei recipienti e apparecchiature di processo, dei serbatoi e delle tubazioni, dei dispositivi di scarico della pressione e dei sistemi di convogliamento ed eventuale abbattimento**

**C.7.3.1 *Struttura di ormeggio***

Saranno seguite le principali norme e prescrizioni italiane, europee e internazionali e dei principali standard di riferimento per la progettazione delle apparecchiature di processo, dei serbatoi e delle tubazioni.

Tutti i componenti del sistema di scarico a candela saranno dimensionati in accordo alle norme tecniche API RP 520 (Parti I e II), API STANDARD 521, API RP 2000.

**C.7.3.2 *FSRU***

Nell'unità galleggiante i recipienti per lo stoccaggio del GNL sono realizzati conformemente al codice IGC. Tale codice fornisce regole tecniche prescrittive da seguire per il calcolo dello spessore dei serbatoi e delle tubazioni e dei relativi controlli non distruttivi, fornendo indicazioni sui carichi da adottare.

Il Codice indica come realizzare gli spazi della Nave per adeguarli al posizionamento delle apparecchiature principali (disposizione geometrica di piping, apparecchiature, serbatoi, macchine).

Il Codice fornisce regole tecniche prescrittive da seguire per il calcolo dello spessore dei serbatoi e delle tubazioni e dei relativi controlli non distruttivi, fornendo indicazioni sui carichi da adottare. Per ulteriori dettagli costruttivi sui serbatoi a membrana di GNL, realizzati in conformità al codice IGC, si rimanda al paragrafo B.3.2.2. Ogni serbatoio è inoltre dotato di due valvole di sicurezza, di tipo pilotato, calcolate per incendio esterno, in accordo al Codice, ed a scarico convogliato a vent con sfiato dedicato, flussabile internamente con azoto, in caso di accensione accidentale.

Le linee del GNL, ove sezionabili, sono protette da valvole di sicurezza per dilatazione termica impedita.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 182 di 183	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### C.7.4 Torce e scarichi d'emergenza all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili

##### C.7.4.1 *Descrizione dei sistemi di sfiato della FSRU e della struttura di ormeggio*

Per gestire la quantità di idrocarburi durante la procedura di depressurizzazione in caso di emergenza a bordo della FSRU, sarà previsto di convogliare i collettori di sfiato di emergenza su di un unico traliccio posto nella parte prodiera della FSRU.

Per quanto riguarda lo sfiato di emergenza della struttura di ormeggio, la posizione è stata scelta in maniera da minimizzare le interferenze con gli equipaggiamenti installati.

Nell'ambito del progetto è stato condotto uno studio di dispersione e irraggiamento al fine di verificare che, considerando i dati di progetto relativi alla geometria agli sfiati (sia della FSRU che della struttura di ormeggio), alla composizione di GNL di riferimento, alle condizioni ambientali e alla portata scaricata, un eventuale scarico di emergenza non possa costituire una fonte di pericolo, come meglio illustrato nei paragrafi successivi.

##### C.7.4.2 *Sfiato struttura di ormeggio*

La piattaforma Petra sarà dotata di un sistema dedicato che rilascerà in zona sicura la quantità di gas segregata nel volume dei bracci di carico con relative tubazioni da 12" oltre che del tratto di condotta da 26" fino alla prima valvola di intercetto.

Per tale sezione intercettata sarà prevista una valvola di scarico (BDV), che apre se azionata dal sistema ESD. Sia la BDV che le SDV saranno valvole a chiusura ermetica (TSO). La portata di scarico sarà inviata alla rete di candela.

In caso di incidente rilevante (incendio in piattaforma o FSRU), l'area della struttura di ormeggio dovrà essere depressurizzata e sarà possibile azionare la depressurizzazione:

- In manuale, da operatore tramite un pulsante d'emergenza e previa chiusura accertata di tutte le SDV;
- In automatico, attraverso le logiche di rilevamento Fuoco e Gas, nel caso di Fuoco confermato o Gas confermato.

Lo sfiato sarà impiegato solo in caso di emergenza per rilasciare il gas nella sezione intercettata; in condizioni normali, lo sfiato non rilascerà nessun gas o fiamma. Esso sarà comunque dotato di sistema di spegnimento a CO<sub>2</sub>.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 183 di 184	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Nell'ambito dello sviluppo del progetto sarà predisposto uno studio con l'obiettivo primario di definire l'ampiezza dell'area intorno allo sfiato in cui sarà possibile avere la presenza di una miscela gassosa infiammabile a seguito di un rilascio in emergenza di gas naturale; l'altezza e la posizione dello sfiato sarà quindi definita valutando l'estensione di tale area e prendendo in considerazione anche eventuali fenomeni incidentali associati all'innesco involontario del gas rilasciato, tra cui:

- **Flash Fire:** quando i tempi caratteristici del rilascio dell'energia di combustione non sono abbastanza rapidi da generare un'esplosione (UVCE) si verifica il fenomeno denominato flash fire. In questo caso si assiste alla propagazione di una fiamma premiscelata nella zona della nube con concentrazione compresa tra i limiti inferiore e superiore di infiammabilità, cioè nella zona più esterna della nube. Quando la fiamma raggiunge la zona più interna con concentrazione superiore al limite superiore di infiammabilità, la fiamma si propaga come una fiamma diffusiva.
- **Irraggiamento:** radiazione sviluppata dalla fiamma diffusiva presente sopra il terminale di scarico a seguito dell'innesco accidentale della miscela rilasciata. In tale ipotesi lo sfiato si comporta come una torcia accesa.

La posizione e l'altezza del vent saranno definite per garantire l'assenza di irraggiamenti superiori a 3 kW/m<sup>2</sup> sul piano della piattaforma di ormeggio.

Di seguito si riportano i dati elaborati nell'attuale fase di sviluppo del progetto:

- Portata: 31.000 kg/h
- Altezza: 25 m, inclinazione di 60°
- Temperatura operativa/design: -70/-100°C
- Pressione operativa/design: 0,2/15,9 barg
- Diametro: 250 mm.





	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 185 di 186	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

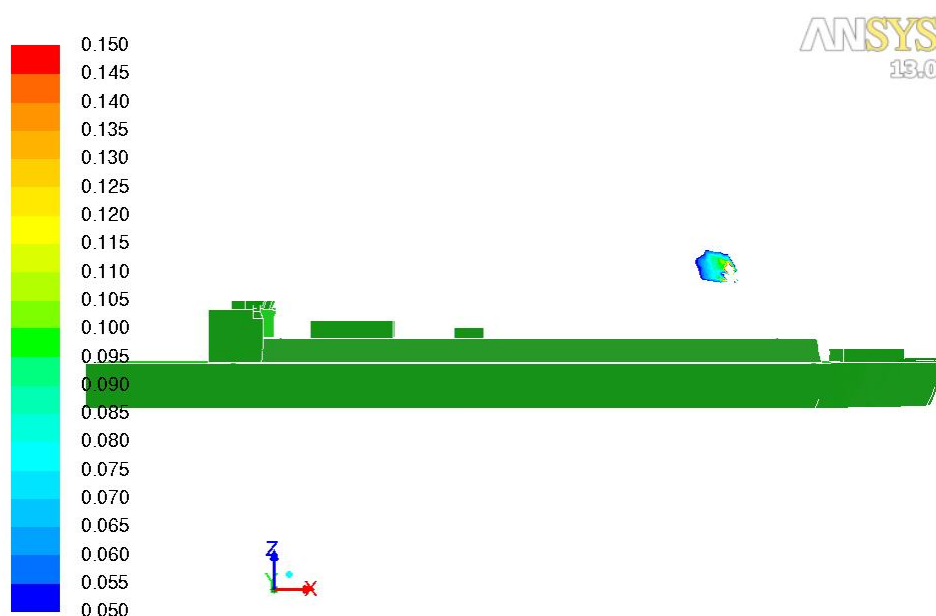
Lo studio ha considerato le caratteristiche geometriche del vent, una composizione media del GNL scaricato di riferimento (molto prossima alla composizione del GNL pesante considerato nel presente RdS) e una portata di rilascio di 88,17 kg/s.

Sono state inoltre considerate 4 velocità del vento corrispondenti a 30 nodi, 15 nodi, 5 nodi e "0 nodi" di velocità del vento reale.

Le simulazioni della dispersione sono state effettuate mediante tecnica CFD, con il software commerciale FLUENT.

Le principali primitive considerate sono il limite e la temperatura di infiammabilità del metano ( $\text{CH}_4$ ). Il contorno del metano illustrato nelle seguenti figure è una frazione molare nell'intervallo 0,05 ~ 0,15, che costituisce l'intervallo di infiammabilità.

Dai risultati ottenuti da CFD, né il gas naturale né la temperatura influenzano il ponte principale e gli alloggi per tutta l'altezza dell'albero del vent. I valori di concentrazione del gas naturale sono risultati ben al di sotto dell'intervallo di infiammabilità e le temperature sono prossime alla temperatura ambiente. Anche ipotizzando uno scarico continuo del gas dell'unità di rigassificazione, la dispersione del gas non influirebbe in alcun punto sul ponte principale o sugli alloggi.



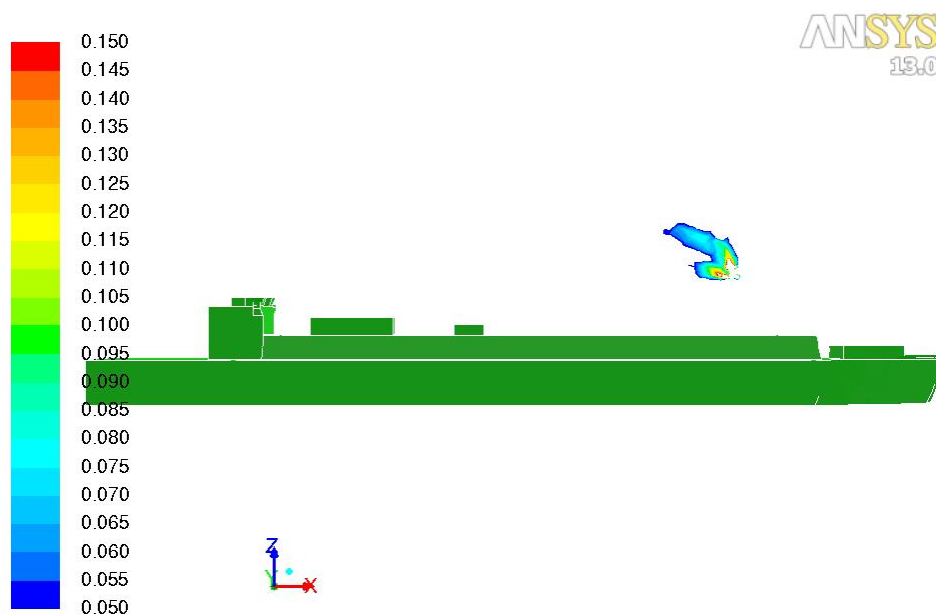
Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

**Figura 25: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 30 nodi**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 186 di 187	<b>Rev.</b> <b>1</b>

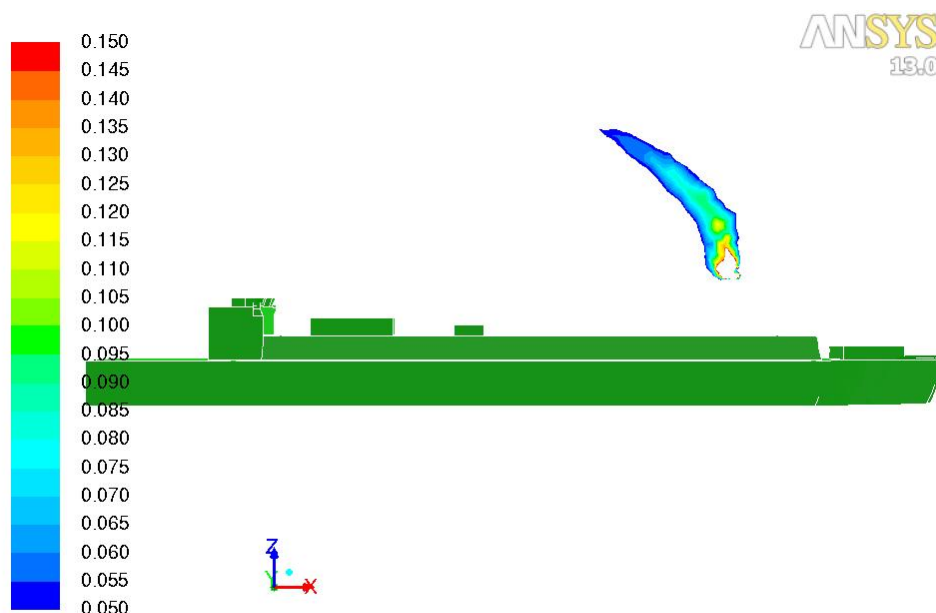
Rif. TRR: 72341



Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

**Figura 26: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 15 nodi**



Contours of Mole fraction of ch4

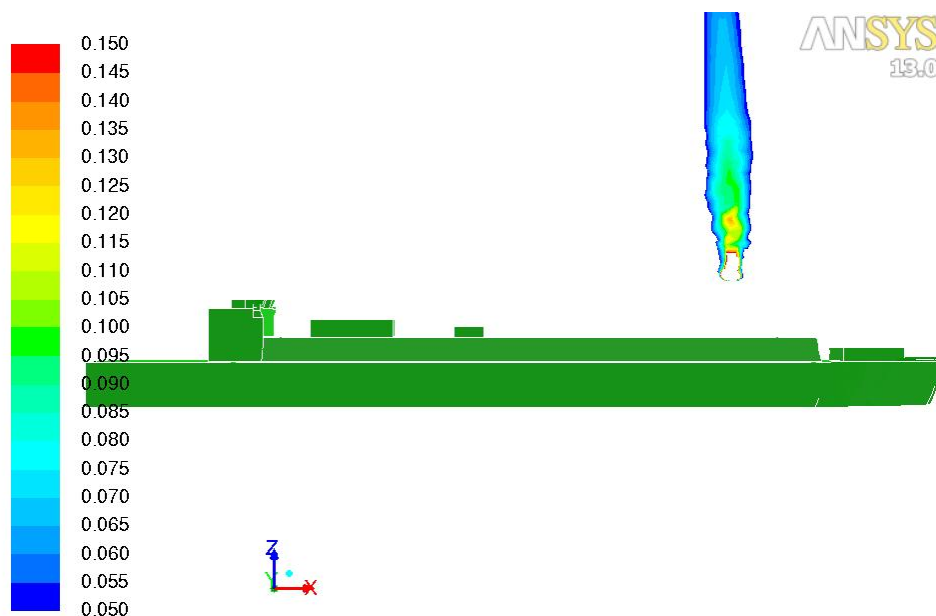
Nov 09, 2011  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

**Figura 27: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 5 nodi**



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 187 di 188	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341



Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011  
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

**Figura 28: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 0 nodi**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 188 di 189	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.7.5 Modalità e periodicità di controllo del funzionamento delle valvole di sicurezza, dei sistemi di blocco e di tutti i componenti critici per la sicurezza**

Le valvole di sicurezza, i sistemi di blocco e, più in generale, tutti i sistemi critici per la sicurezza saranno testati periodicamente al fine di accertarne la corretta funzionalità.

Il controllo e la verifica della taratura delle valvole di sicurezza della nave FSRU seguiranno le regole del Codice IGC.

**C.7.6 Criteri di protezione dei contenitori di sostanze pericolose nei confronti della corrosione esterna**

Le strutture e le attrezzature saranno progettate e costruite per sostenere le condizioni atmosferiche prevalenti (atmosfera marina) e in accordo alla normativa applicabile.

**C.7.7 Ubicazione delle zone in cui sono immagazzinate sostanze corrosive**

Presso il Terminale non sono previste sostanze corrosive.

**C.7.8 Rivestimenti interni, sovrasspessori di corrosione e ispezioni.**

Il GNL non dà origine a fenomeni di corrosione.

Per le apparecchiature di impianto sono adottati spessori di corrosione standard secondo le buone norme di progettazione.

**C.7.9 Procedure di controllo delle apparecchiature critiche**

Impianti, macchine e apparecchiature sottoposti ai controlli di legge (ad esempio: estintori, impianti e apparecchiature antincendio in genere, etc.) saranno periodicamente verificati e registrate secondo le norme vigenti.

Le attività di manutenzione saranno affidate a ditte esterne specializzate, fatta eccezione per interventi di piccola entità potranno essere eseguite da personale interno.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 189 di 190	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.7.10 Sistemi di blocco di sicurezza

### C.7.10.1 *Struttura di ormeggio*

#### C.7.10.1.1 *Filosofia e architettura del sistema di emergenza e controllo della sicurezza*

##### *Descrizione*

Il terminale sarà dotato di un sistema di sicurezza con l'obiettivo di proteggere il personale, gli impianti di produzione e l'ambiente: il sistema sarà adibito alla gestione delle emergenze e sarà costituito da due sezioni (ESD, F&G) indipendenti dal sistema di controllo del processo e dei servizi (DCS), il quale non potrà eseguire nessuna azione di arresto di emergenza.

Quest'ultimo consentirà all'impianto di operare in sicurezza ed efficienza all'interno delle condizioni di design, cercando di evitare, per quanto possibile, il raggiungimento di condizioni di esercizio di rischio (fuori dai limiti di design). L'operatore sarà avvisato tramite segnali di allarme, in caso di condizioni di processo anomale, e avrà la possibilità di mettere in campo azioni correttive.

Se, tuttavia, le condizioni di rischio saranno raggiunte, sarà il sistema di sicurezza ESD a farsi carico della gestione della emergenza, intervenendo a protezione dell'impianto e attivando i dispositivi di sicurezza preposti allo scopo.

Si rimanda al paragrafo C.7.2.1 per le caratteristiche generali dei sistemi di controllo ed emergenza previsti e per la descrizione del sistema di controllo di processo (DCS).

Le sottosezioni del sistema relative alla sicurezza (ESD, F&G) saranno completamente indipendenti dal DCS relativo al controllo del processo e dei servizi. Nessuna azione di arresto di emergenza sarà eseguita da DCS.

Il Safety Integrity Level sarà assegnato alle funzioni di sicurezza in base alla sessione di valutazione SIL e ai sistemi di sicurezza.

In via preliminare, i logic solver per i sistemi ESD e F&G avranno SIL 3 secondo i requisiti della ISO 20257.

Tra i vari rischi, il predominante in relazione alla sicurezza è il rilascio incontrollato di idrocarburi e la possibilità di un successivo incendio od esplosione. Lo scopo principale del sistema sarà quindi ridurre i rilasci e le escalation incontrollate, in modo da evitare che le situazioni derivanti da tale rischio possano compromettere la sicurezza di persone e/o ambiente oppure danneggiare apparecchiature e/o linee dell'impianto con conseguente perdita di produzione.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 190 di 191	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Il sistema di sicurezza sarà di tipo fail-safe, ovvero progettato e costruito in modo tale che il fallimento di una sua parte comporti un'azione che ponga l'impianto in condizione di sicurezza.

L'ESD provvederà all'isolamento e alla fermata in sicurezza delle apparecchiature in caso di danno, condizioni di processo anomale o perdita incontrollata di gas infiammabile con possibilità di esplosione e/o incendio su richiesta del sezione F&G: questa infatti opererà secondo delle logiche a soglie di intervento che prevedono in corrispondenza della conferma di presenza fuoco oppure perdita di gas in una determinata area il conseguente invio alla sezione ESD di segnali digitali per l'avvio delle azioni di sicurezza a suo carico previste in impianto per quell'evento ovvero l'invio di segnali di allarme in corrispondenza di soglie inferiori.

Al sistema saranno connessi propri sensori e attuatori e le relative interconnessioni dovranno essere predisposte per operare in maniera indipendente dagli altri sistemi di monitoraggio, controllo e allarme dell'impianto.

Per il raggiungimento dell'obiettivo richiesto il sistema dovrà eseguire le azioni necessarie per isolare le apparecchiature e le tubazioni correlate, al fine di sezionare la quantità di idrocarburo in volumi indipendenti più piccoli. Se necessario, dovrà provvedere anche al rilascio controllato, verso il sistema di depressurizzazione di impianto, delle masse contenute in tali sezioni.

Come configurazione minima, la piattaforma sarà dotata di valvole di isolamento atte a sezionarlo secondo le seguenti aree principali:

- Area bracci di scarico GN in pressione verso metanodotto in piattaforma.
- Area metanodotto in piattaforma verso condotta sottomarina e PDE onshore.

Ognuna delle suddette aree e le relative tubazioni e apparecchiature potranno essere ulteriormente sezionabili, secondo quanto sarà sviluppato nelle successive fasi di ingegneria dettaglio.

Al fine della salvaguardia dai rischi di sversamento di idrocarburi durante le operazioni di carico/scarico al molo, il sistema di interconnessione tra l'FSRU e l'impianto di ricezione in piattaforma dovrà essere regolato secondo le prescrizioni di sicurezza riportate nella informativa SIGTTO.

In aggiunta a una progettazione e realizzazione degli ormeggi che risultino in un fissaggio sicuro e movimenti relativi limitati, alle interconnessioni di sicurezza di tipo ESD link Ship/Shore saranno previsti in corrispondenza di ogni braccio di scarico accoppiamenti a sgancio rapido, in modo da garantire un rilascio a secco in caso di condizioni di emergenza, con sistema di rilascio di emergenza ERS (Emergency Release Systems) con interfaccia con l'ESD.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 191 di 192	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

L'ERS sarà attivato manualmente o da appositi sensori di movimento relativo e provvederà tramite l'ESD alle azioni di isolamento tubazioni sia lato FSRU che lato impianto di ricezione in piattaforma e successivamente, in caso di persistenza e aggravio della anomalia e della condizione di emergenza, provvederà al distacco rapido come sopra descritto, evitando la rottura dei bracci stessi.

Per poter operare con continuità il sistema sarà alimentato da apposito quadro di continuità UPS o con caratteristiche similari che interverrà in caso di emergenza intesa come mancanza dell'alimentazione primaria.

I livelli di intervento della sezione di emergenza ESD previsti per la messa in sicurezza dell'impianto consistono in tre livelli di emergenza classificabili a seconda del tipo di intervento che viene eseguito.

I livelli gerarchici di intervento sono di seguito riportati in ordine di priorità e descritti nei paragrafi successivi:

1. Emergency Shutdown (ESD)
2. Process Shutdown (PSD)
3. Local Shutdown (LSD)

#### *Emergency Shutdown (ESD)*

Il livello di Emergency Shutdown (ESD) è il livello di intervento più alto eseguibile dell'ESD. Esso prevede la fermata dell'intero impianto e la depressurizzazione automatica dello stesso.

Lo scopo del sistema ESD è quello di intervenire in caso di situazioni di rischio per la sicurezza di persone e/o ambiente come il malfunzionamento di un'apparecchiatura o un rilascio incontrollato di idrocarburo infiammabile con possibilità di innesco di esplosione e/o incendio.

Il livello di intervento ESD potrà essere attivato da una delle seguenti azioni:

- inizializzazione manuale dall'operatore;
- inizializzazione automatica dalla sezione F&G;
- inizializzazione automatica dalla strumentazione di processo adibita alla sicurezza e con segnali elaborati da logiche ESD.

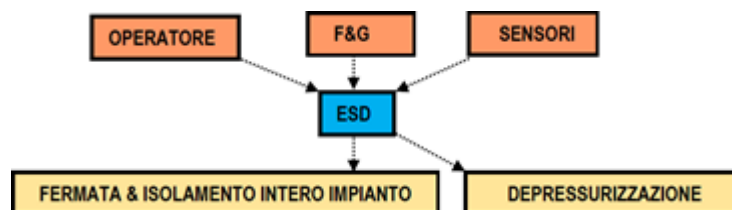
La funzione ESD deve eseguire le seguenti azioni:

- fermare e isolare le apparecchiature oggetto di evento di rischio (malfunzionamento, perdita di idrocarburo, fuoco);
- fermare e isolare tutte le altre apparecchiature di impianto e i relativi tratti di linea per suddividere l'impianto in sezioni più piccole contenenti minori quantità di idrocarburo;
- eseguire la depressurizzazione dell'impianto o parte di esso.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 192 di 193	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

L'isolamento delle sezioni di impianto viene messo in atto tramite la chiusura delle valvole di shutdown (SDV). La depressurizzazione dell'impianto viene eseguita tramite le valvole di blowdown (BDV).



**Figura 29: Schema ESD**

Come regola generale, il livello di intervento ESD non dovrà interrompere i seguenti processi:

- Antincendio.
- Generazione di aria strumenti e azoto.
- UPS e relative utenze sottese.
- Generazione di energia di emergenza.
- Servizi essenziali vari (mezzi di soccorso, luce di emergenza, etc.).

In caso di mancanza di energia elettrica primaria il sistema di generazione di emergenza sarà avviato automaticamente.

Tutte le valvole attuate pneumaticamente dovranno rimanere in posizione per mezzo di solenoidi di comando alimentate da UPS.

In base alle valutazioni degli scenari di rischio e ai criteri di layout, impatti su alloggi ed edifici di controllo, filosofie di presidio etc. e con lo scopo di mettere in sicurezza l'impianto prima della evacuazione sarà definita la richiesta di "Abbandono Unità" su ordine esclusivo del Comandante. Tale richiesta potrà essere quindi inizializzata solo manualmente da apposito pulsante collocato in sala controllo/ponte di comando protetto meccanicamente (ad esempio tramite chiave).

Il relativo livello di intervento sarà apicale in quanto l'attivazione di tali dispositivi provocherà oltre al blocco di impianto con relativa depressurizzazione anche l'attivazione dei toni di allarme e dei sistemi di evacuazione previsti in caso di "Abbandono Unità" (ad esempio: illuminazione delle vie di fuga, accensione proiettori lato porto per facilitare i soccorsi ed il recupero del personale, accensione proiettori illuminazione scialuppe, etc).

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 193 di 194	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### Process Shutdown (PSD)

Il livello di Process Shutdown (PSD) è il livello di intervento intermedio eseguibile dall'ESD. Esso prevede la fermata dell'intero impianto, senza la depressurizzazione automatica dello stesso.

Lo scopo del livello PSD è quello di intervenire in caso di situazioni che possano compromettere la produzione di impianto (senza, però, essere rischiose per la sicurezza di persone e/o ambiente) come condizioni operative di processo anomale.

La funzione PSD potrà essere attivata da una delle seguenti azioni:

- Inizializzazione automatica in cascata dalla logica ESD (livello superiore).
- Inizializzazione manuale dall'operatore.
- Inizializzazione automatica dalla strumentazione di processo adibita alla sicurezza e con segnali elaborati da logiche PSD.

La funzione PSD deve eseguire le seguenti azioni:

- Fermare e isolare le apparecchiature oggetto di condizioni operative di processo anomale.
- Fermare e isolare tutte le altre apparecchiature di impianto e i relativi tratti di linea per suddividere l'impianto in sezioni più piccole contenenti minori quantità di idrocarburo.

Come per l'ESD, l'isolamento delle sezioni di impianto viene messo in atto tramite la chiusura delle valvole di shutdown (SDV).

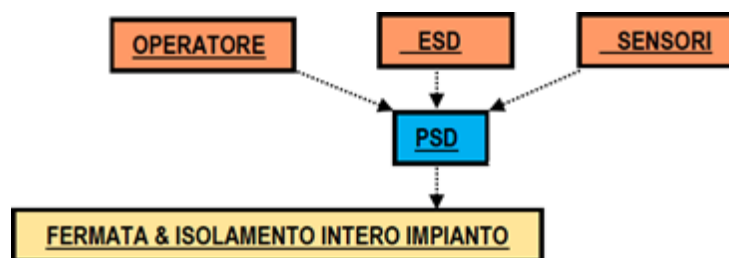


Figura 30: Schema PSD



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 194 di 195	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### Local Shutdown (LSD)

Il livello di Local Shutdown (LSD) è il livello di intervento più basso eseguibile dall'ESD. Esso prevede la fermata solamente di alcune sezioni dell'impianto, senza la depressurizzazione automatica dello stesso.

Lo scopo del livello LSD è quello di intervenire in caso di situazioni che possano compromettere la funzionalità di alcune parti di impianto (senza però, né compromettere la funzionalità del resto dell'impianto né essere rischiose per la sicurezza di persone e/o ambiente) come condizioni operative di processo anomale.

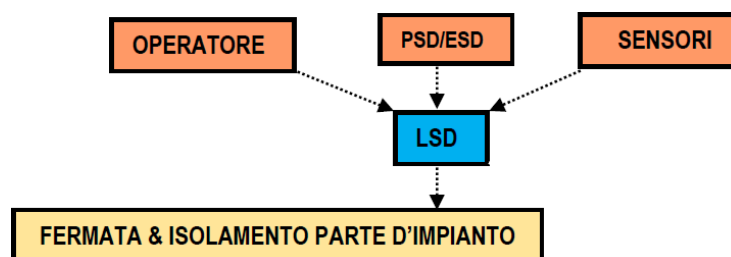
La funzione LSD potrà essere attivata da una delle seguenti azioni:

- Inizializzazione automatica in cascata dalla logica ESD (livello superiore).
- Inizializzazione automatica in cascata dalla logica PSD (livello superiore).
- Inizializzazione manuale dall'operatore.
- Inizializzazione automatica dalla strumentazione di processo adibita alla sicurezza e con segnali elaborati da logiche LSD.

La funzione LSD deve eseguire le seguenti azioni:

- Fermare e isolare solo le apparecchiature dell'impianto che sono oggetto di condizioni operative di processo anomale.

Come per il PSD e l'ESD, l'isolamento della sezione di impianto viene messa in atto tramite la chiusura delle valvole di shutdown (SDV).



**Figura 31: Schema LSD**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 195 di 196	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### *Cause di blocco*

Di seguito sono elencate alcune delle cause di blocco considerate per il design dei sistemi di emergenza:

- Flusso anormale (es. bassissimo flusso per le pompe, basso flusso per gli scambiatori, etc.).
- Livello anormale (es. bassissimo livello in aspirazione pompe, altissimo livello in separatori gas/liquido e K.O. drum, etc.).
- Pressione anormale (es. altissima pressione di mandata compressori e pompe, etc.).
- Temperatura anormale (es. altissima temperatura del lubrificante delle macchine rotanti, etc.).
- Vibrazione anormale (es. per macchine rotanti come compressori e refrigeranti ad aria, etc.).

Valori anomali dei suddetti parametri di processo devono essere pre-segnalati da opportuni allarmi (H, High e L, Low) per mezzo di strumentazione dedicata. I livelli di intervento/blocco, in corrispondenza di valori altissimi (HH, High High) e bassissimi (LL, Low Low) dei parametri di processo, devono essere settati con un margine sufficiente da permettere la messa in atto di azioni correttive prima dell'intervento ultimo delle valvole di sicurezza.

Gli strumenti iniziatori delle cause di blocco dovranno essere previsti secondo una architettura del sistema con logica di voting conseguente al SIL richiesto per ogni funzione di sicurezza strumentata.

In generale, la predisposizione di tre trasmettitori iniziatori di una logica 2oo3 si prevede quando la logica implica l'azione di fermata e l'isolamento dell'intero impianto e tenendo in considerazione che la configurazione finale avrà anche l'obiettivo di ridurre la probabilità di fermate dell'impianto dovute a errori del sistema di controllo (allarme spurio) a discapito però di costi superiori, sia in termini di materiale sia in termini di manutenzione.

In ogni caso, l'architettura finale sarà decisa e/o confermata attraverso sessioni di allocazione del SIL per ciascuna funzione di sicurezza strumentata di sicurezza: i logic solvers e i dispositivi elettronici del sistema di sicurezza dovranno essere conseguentemente selezionati per verificare il SIL richiesto e certificati in accordo alle norme IEC61508 e IEC61511. Tale attività è prevista nell'ambito nelle successive fasi del progetto, nell'ambito dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 196 di 197	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### *Sistema di depressurizzazione e scarico in atmosfera*

Come specificato in precedenza, il sistema ESD provvederà, dapprima, alla fermata dell'impianto ed all'isolamento (tramite la chiusura delle SDV) della quantità di idrocarburo in sezioni più piccole e, poi, al rilascio controllato (tramite apertura le BDV) di tali quantità di idrocarburo verso il sistema di depressurizzazione dell'impianto (che include un orifizio calibrato a valle della BDV opportunamente dimensionato e il vent per lo scarico in atmosfera).

La depressurizzazione è richiesta in caso di rilascio incontrollato di idrocarburo infiammabile con possibilità di innesco di esplosione e/o in caso di incendio. In questi casi, infatti, la quantità di idrocarburo deve essere ridotta per rimuovere, per quanto possibile, la sorgente di alimentazione del fuoco o di innesco dell'esplosione. Ciò ha, come fine ultimo, quello di ridurre il tempo di esposizione alle alte temperature (del fuoco esterno) delle apparecchiature che sono soggette a stress termico e, quindi, possibile danneggiamento.

La procedura di depressurizzazione e l'eventuale temporizzazione dello scarico dell'impianto secondo sequenze a zone prestabilite sarà oggetto di studio nelle fasi successive di ingegneria.

### *Reset dei segnali di blocco*

Dopo l'avvenuta fermata dell'impianto, la logica di reset dei blocchi sarà inizializzata manualmente dall'operatore. Tuttavia, tale reset potrà essere eseguito solo a condizione che la causa che ha generato la fermata dell'impianto sia stata rimossa.

In particolare:

- Le valvole di blocco SDV saranno fornite con dispositivo di reset manuale locale: la posizione della valvola potrà essere resettata solo manualmente dall'operatore e previa rimozione della causa che ne ha provocato la chiusura di emergenza (ovvero reset della logica ESD).
- Le valvole di depressurizzazione BDV saranno fornite con dispositivo di reset manuale locale: la posizione della valvola potrà essere resettata solo manualmente dall'operatore e previa rimozione della causa che ne ha provocato l'apertura di emergenza (ovvero reset della logica ESD).
- Le apparecchiature che sono state fermate possono essere riavviate solo manualmente dall'operatore (seguendo una procedura standard dedicata) previa rimozione della causa che ne ha provocato l'arresto di emergenza (ovvero reset della logica ESD).

### *Allarmi*

I livelli di allarme per valori alti (H) e bassi (L) dei parametri di processo saranno settati con un margine sufficiente da consentire la messa in atto di azioni correttive da parte dell'operatore prima dell'intervento del sistema di emergenza che implicherà fermata e isolamento dell'impianto ed, eventualmente, depressurizzazione.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 197 di 198	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### *Sistema F&G*

La sezione F&G del sistema di sicurezza sarà responsabile della rilevazione di sversamenti di GNL, fughe gas, presenza fiamme e presenza fumo e della attivazione del relativo stato di allarme che, abbinato ai sistemi attivi antincendio ad acqua, acqua e schiuma, polvere e a gas inerti permetterà di minimizzare i rischi e i danni derivanti da perdite di gas e incendi.

Nell'ambito del sistema di sicurezza, il F&G costituirà una sezione dedicata, separata ma interfacciata col sistema ESD in modo che a condizioni pericolose da esso rilevate corrisponda l'esecuzione di azioni da parte del sistema ESD.

Per ulteriori dettagli sulla sezione Fire and Gas (F&G) vedere Paragrafo C.8.1.

### *Priorità dei comandi*

Si intende per priorità di un comando il fatto che tale comando sia in grado di disattivare la sequenza corrente delle operazioni ed inizializzare la sequenza delle operazioni ad esso associata.

La sequenza del sistema di emergenza ha il seguente ordine di priorità:

1. Emergency Shutdown (ESD)
2. Process Shutdown (PSD)
3. Local Shutdown (LSD)

Ciò significa che la sequenza corrente attivata da un certo livello (ad esempio 3) può essere disattivata da tutti i livelli superiori (ad esempio 2 o 1) che inizializzeranno la loro sequenza di operazioni. Viceversa, la sequenza corrente di un livello (ad esempio 1) non può essere disattivata da nessun livello inferiore (ad esempio 2 o 3). In pratica, un dato livello ha priorità rispetto a tutti i livelli inferiori.

### *C.7.10.1.2 Descrizione delle logiche di blocco*

#### *Struttura di ormeggio*

La matrice Causa-Effetti della struttura di ormeggio, non è disponibile nell'attuale fase di progetto: si precisa che essa sarebbe costituita da una singola funzione di sicurezza, volta al sezionamento delle sezioni in piattaforma rispetto alla condotta sottomarina.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 198 di 199	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## FSRU

In accordo al Codice, è previsto un sistema di protezione (definito in seguito ESD, acronimo di Emergency Shut Down) realizzato per mezzo di un PLC indipendente dal sistema di controllo (DCS), sul quale sono implementate le funzioni di intervento automatico sulle valvole, a fronte di upset delle variabili controllate, in accordo ai diagrammi Cause&Effetti. In **Allegato C.7.10** sono riportati le matrici cause effetti e alcuni dettagli dei sistemi di blocco della nave.

Il sistema ESD, ad attivazione sia manuale che automatica, è in grado di interrompere le operazioni di trasferimento e di isolare i serbatoi di stoccaggio in condizioni di sicurezza.

Rimandando ai diagrammi in **Allegato C.7.10** per ulteriori dettagli si evidenziano alcune funzioni di sicurezza.

L'ESD, in caso di intervento dei sistemi di pulsanti di emergenza, rilevazione incendio, collegamento ship/shore, soglia di bassissima pressione sul collettore vapore, soglia di altissimo livello sui serbatoi di GNL e altri elementi, può agire con una o più delle seguenti azioni:

- Arresto delle pompe di GNL (pompe spray, LNG feed).
- Chiusura valvole motorizzate sul collettore GNL.
- Invio segnali ESD lato piattaforma.
- Arresto compressori BOG (LD e HD).
- Arresto della sezione di rigassificazione.
- Arresto del treno delle pompe HP Booster.

Sono inoltre presenti tre logiche di blocco dedicate ai serbatoi, la prima attivata da una soglia di bassissima pressione, la seconda attivata da una soglia di altissimo livello e la terza da una soglia di altissima pressione.

Un altro importante sistema di sicurezza è costituito dal sistema di collegamento Ship Shore, ampiamente usato nell'industria del GNL, realizzato utilizzando un ESD link in accordo a ISO 28460<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> ISO 28460 Petroleum and natural gas industries - Installation and equipment for liquefied natural gas - Ship-to-shore interface and port operations.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 199 di 200	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

**C.7.11 Luoghi con pericolo di formazione e persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e/o tossiche e misure adottate**

**C.7.11.1 *Struttura di ormeggio***

In **Allegato C.7.11-A** è riportata la planimetria indicante la classificazione delle aree a rischio esplosione effettuata in accordo alla norma CEI EN 60079-10. Le apparecchiature presenti in queste aree saranno selezionate opportunamente.

**C.7.11.2 *FSRU***

La classificazione delle aree della FSRU, riportata in **Allegato C.7.11-B**, è stata sviluppata secondo il codice IMO per la costruzione e l'equipaggiamento delle navi metaniere.

Le apparecchiature elettriche usate nelle zone classificate, sia fisse che portatili, sono certificate come sicure ("safe type equipment"), incluse le apparecchiature a sicurezza elettrica intrinseca, le apparecchiature resistenti al calore e le apparecchiature con modo di protezione a sovrappressione.

**C.7.12 Precauzioni a fronte del danneggiamento di serbatoi, condotte e apparecchiature contenenti sostanze tossiche o infiammabili per impatti meccanici o urti con mezzi mobili**

Le principali precauzioni adottate per evitare danneggiamenti a seguito di urti sono costituite dal sistema di autorizzazioni e permessi di lavoro in caso di interventi di manutenzione con l'ausilio di macchine di sollevamento, con definizione delle modalità e i provvedimenti preventivi che di volta in volta e a seconda dei lavori devono essere adottati.

Non risultano applicabili le precauzioni legati alla presenza di mezzi e automezzi presso la struttura di ormeggio.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 200 di 201	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## C.8 SISTEMI DI RILEVAMENTO

### C.8.1 Descrizione e posizione dei rilevatori

Si riporta di seguito la descrizione dei sistemi di rilevazione F&G previsti sia sulla FSRU che in piattaforma. La posizione dei rivelatori gas, incendio e perdite è mostrata nelle planimetrie riportate in **Allegato C.8.1A e C.**

#### C.8.1.1 *Struttura di ormeggio*

##### C.8.1.1.1 *Requisiti generali*

La piattaforma sarà dotata di un sistema di rilevazione gas, incendi, perdite e di un sistema di allarme, progettati per:

- fornire una rilevazione la più possibile rapida e affidabile in caso di rilascio GNL, gas o incendio;
- allertare il personale in impianto e in sala controllo locale;
- minimizzare il rischio al personale e all'impianto, iniziando azioni di prevenzione e controllo evitando escalation degli incidenti; tali azioni includono l'attivazione degli impianti antincendio e la partenza delle pompe associate;
- attivare le procedure di emergenza previste per fronteggiare tali situazioni.

Il sistema di rivelazione gas, incendi e perdite avvierà le seguenti azioni attraverso il sistema di controllo F&G collegato al sistema ESD:

- attivazione degli impianti fissi antincendio previsti su rivelazione confermata di incendio, logica 2 su n;
- attivazione dei segnali necessari ad attivare ESD;
- allarme visivo e sonoro di incendio, rilascio gas in Sala Controllo.

**Per maggiori dettagli si rimanda alla matrice F&G in Allegato C.8.1\_B.**

L'alimentazione del sistema F&G sarà derivata da quadro UPS o con caratteristiche similari di continuità.

##### C.8.1.1.2 *Tipo di rilevatori*

I rilevatori previsti per essere utilizzati in impianto sono rilevatori multifunzione di fiamma e di fumo. **Non è ancora disponibile la progettazione di dettaglio, tuttavia saranno in accordo alle normative EN ed UNI 9795 con sensori di rilevazione basati su principi differenti es. fumo combinato con sensore termico o ottico o infrarosso.**

**Sono inoltre previsti rilevatori gas lungo lo sviluppo della tubazione di gas naturale sulla piattaforma e dei rilevatori incendio a infrarossi.**

Il sistema di rilevazione incendi comprenderà anche pulsanti manuali di allarme, lampeggianti e sirene di allarme, la cui posizione e numero sarà definita nelle successive fasi di progetto.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 201 di 202	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### C.8.1.2 FSRU

L'unità galleggiante è dotata di sistemi di rilevazione per perdite di gas e per fumo e fuoco.

#### C.8.1.2.1 Requisiti generali

La nave FSRU del Terminale di Ravenna sarà equipaggiata con due impianti di rilevazione perdite di gas completamente indipendenti tra loro, il primo dedicato al monitoraggio delle zone classificate per la presenza di gas ed il secondo per le zone non classificate. Le centraline di controllo dei due impianti di rilevazione sono posizionate nella sala elettrica del ponte A, con i segnali di allarme duplicati in sala controllo antincendio, timoneria e sala controllo cargo. I rilevatori misurano le concentrazioni ambientali di metano e sono impostati con due soglie, una di preallarme ed una di allarme.

La nave sarà inoltre dotata di un impianto di rilevazione di fumo e fuoco: in caso di incendio, i segnali dei rilevatori attivano logiche di chiusura delle serrande taglia-fuoco.

Per navi classificate FSRU, i relativi requisiti dei sistemi di rilevazione F&G sono in linea generale espressi nell'IGC Code.

Si rimanda alla documentazione in **Allegato C.8.1-B** e alla planimetria in **Allegato D.9.3-B** per la posizione degli elementi degli impianti di rilevazione.

#### C.8.1.2.2 Tipo di rilevatori

I rilevatori previsti a bordo della FSRU sono i seguenti:

- rilevatori di gas infiammabile;
- rilevatori di fiamma;
- rilevatori di temperatura;
- rilevatori di fumo.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 202 di 203	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## D. SITUAZIONI CRITICHE, CONDIZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI APPRESTAMENTI

### D.1 SOSTANZE EMESSE

#### D.1.1 Sostanze emesse in condizioni anomale di funzionamento e in caso di incidente e quasi incidente

La sostanza stoccata e movimentata all'interno del Terminale è gas naturale, composto per la maggior parte da metano, allo stato liquefatto e allo stato gassoso. Il gas naturale è una sostanza non tossica, non corrosiva né pericolosa per l'ambiente ed è classificato H220 "Gas Altamente Infiammabile", secondo il Regolamento CE 1272/2008.

Nel caso in cui si bruci gas naturale si avrà, a seguito della combustione, emissione di anidride carbonica, vapore acqueo e monossido di carbonio. L'anidride carbonica è normalmente presente in aria in concentrazione pari a circa 300 ppm. È un gas asfissiante e, nel caso di un incendio di elevata entità, potrebbe generare effetti di asfissia nei soggetti che si trovano sottovento e non possono portarsi in condizioni di sicurezza. La concentrazione IDLH<sup>6</sup> indicata dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) è pari a 40.000 ppm. Il vapore acqueo non presenta invece effetti particolari. Il monossido di carbonio è un gas estremamente tossico caratterizzato da TLV-TWA<sup>7</sup> pari a 35 ppm (NIOSH), e ha effetti di tossicità acuta. La sua concentrazione IDLH indicata dal NIOSH è pari a 1.200 ppm.

<sup>6</sup> IDLH, Immediately Dangerous to Life and Health: concentrazione tossica fino alla quale un individuo sano, in seguito all'esposizione di 30 minuti, non subisce danni irreversibili alla salute e sintomi tali da impedire l'esecuzione delle appropriate azioni protettive.

<sup>7</sup> TLV-TWA Threshold Limit Value - Time Weighted Average: concentrazione media a cui può essere esposto un operatore per otto ore al giorno e per 40 ore settimanali senza subire danni alla salute.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 203 di 204	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## D.2 EFFETTI INDOTTI DA INCIDENTI SU IMPIANTI RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

### D.2.1 Criteri adottati per l'individuazione degli Effetti Domino

Le valutazioni si basano sul presupposto che affinché lo scenario incidentale si verifichi è necessario che nessuno dei sistemi di sicurezza preposti (attrezzature, nonché procedure operative e/o di emergenza) abbia svolto la propria funzione; nell'ipotesi di accadimento dell'incidente, il Terminale disporrà di un Piano di Emergenza Interna per affrontare la situazione di emergenza con attrezzature specifiche e con personale addestrato allo scopo, in maniera da minimizzare le conseguenze e consentendo di mettere sotto controllo l'evento sin dalle sue prime fasi evolutive.

Secondo l'allegato E del D.Lgs. 105/2015, gli scenari sorgenti potenzialmente in grado di generare un effetto domino sono caratterizzati da durate superiori ai 5 minuti ed in particolare:

- Jet fire con durata superiore a 5 minuti.
- Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m<sup>2</sup> con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min.
- Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m<sup>2</sup> con durata superiore a 20 min.
- Sovrappressione superiore a 1.0 bar (per obiettivo serbatoi e apparecchiature in pressione e tubazioni).
- Sovrappressione tra 0,3 e 0,6 bar (per obiettivo serbatoi e apparecchiature atmosferici).

Sulla base di tali criteri, lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- Selezione degli eventi incidentali che potrebbero comportare effetto Domino (ad esempio Jet-Fire di lunghezza superiore a 2 m, Pool-Fire di durata superiore a 5 minuti, ecc.).
- Descrizione dello scenario primario. Sono riportati i parametri significativi dello scenario generante il possibile Effetto domino.
- Analisi degli sviluppi. Sono identificati tutti i possibili bersagli, il loro hold-up, le distanze dal centro dello scenario iniziale, la probabilità di generare effetto domino e le protezioni in loco (tipo e numero).
- Stima della frequenza di accadimento dell'effetto domino. Sono elencate le apparecchiature-bersaglio più critiche tra quelle identificate al punto precedente, scelte in base al tipo / quantità di sostanza contenuta e alla probabilità di generare un Effetto domino; per queste è calcolata la frequenza di accadimento dell'Effetto domino utilizzando la frequenza dello scenario iniziale, la probabilità dell'effetto domino e la probabilità di mancato intervento delle protezioni.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 204 di 205	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

- Conseguenze dell'effetto domino. Sono stimate le conseguenze e i raggi dei cerchi di danno secondario con centri nei baricentri delle apparecchiature identificate al punto precedente e aventi frequenza di accadimento  $\geq 10^{-6}$  occ/anno. Qualora tali frequenze di accadimento fossero inferiori a  $10^{-6}$  occ/anno si ritiene l'Effetto domino non ragionevolmente credibile.

#### D.2.2 Effetti degli incidenti indotti

L'analisi di rischio sviluppata nel RdS preliminare ha determinato, per la totalità degli scenari sviluppati, tempi di intervento pari a 5 minuti, in virtù dei previsti sistemi di rilevazione F&G, incluse le relative azioni esecutive, e dei previsti sistemi di mitigazione dei potenziali eventi pericolosi (sistemi di intercettazione e depressurizzazione).

In alcuni casi, gli scenari credibili non hanno comportato effetti in grado di generare un effetto domino in quanto la corrispondente soglia di irraggiamento o sovrappressione non è stata raggiunta (si veda il riepilogo delle conseguenze in (si veda il riepilogo delle conseguenze al paragrafo C.4.2).

Nello studio Domino si è tenuta in considerazione la presenza e disponibilità dei sistemi antincendio e si è verificata positivamente l'adeguatezza degli stessi per far fronte sia allo scenario primario che agli eventuali scenari secondari indotti dall'Effetto Domino.

Applicando la metodologia sopra descritta, non sono stati individuati scenari secondari credibili. In **Allegato D.2.2** è disponibile l'analisi completa dell'Effetto Domino.

Alla luce dell'analisi effettuata è possibile concludere che in caso di un rilascio da una linea/apparecchiatura non è possibile escludere che gli effetti degli scenari incidentali conseguenti possano interessare altre installazioni del Terminale, tuttavia la presenza di sistemi di rilevazione F&G che attivano automaticamente le azioni di emergenza (intercettazione e depressurizzazione) consente di minimizzare la durata dei potenziali rilasci, in modo tale da poter escludere la possibilità di danneggiamento di altre linee/apparecchiature e conseguente escalation degli effetti.

Ciò consente di concludere che la progettazione dei sistemi di rilevazione F&G, incluse le relative azioni esecutive, e dei sistemi di mitigazione dei potenziali eventi pericolosi (sistemi di intercettazione e depressurizzazione) è adeguata a rendere il rischio connesso alle nuove installazioni tollerabile.

##### *D.2.2.1 Analisi dei possibili effetti indotti sul Terminale da incendi o esplosione con origine al di fuori dei limiti di batteria del Terminale*

Tenendo conto della posizione offshore del Terminale, non sono stati considerati possibili effetti indotti sul Terminale da incendi o esplosione con origine al di fuori dei limiti di batteria del Terminale.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 205 di 206	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

*D.2.2.2 Analisi dei possibili effetti indotti sul Terminale da incendi o esplosione con origine presso installazioni esterne preesistenti*

Tenendo conto della posizione offshore del Terminale e dell'assenza di installazione esterne preesistenti nei pressi del Terminale stesso, non sono stati considerati possibili effetti indotti sul Terminale da incendi o esplosione con origine presso installazioni esterne preesistenti.

D.2.3 Misure previste per evitare, in caso di incendio e/o esplosione, il danneggiamento di strutture, serbatoi, apparecchiature e condotte contenenti sostanze infiammabili e/o tossiche.

Le strutture del Terminale sono dotate di adeguate misure di protezione attiva e passiva per far fronte a eventuali scenari incidentali e di incendio, allo scopo di impedire o comunque limitare la propagazione degli incendi ed eventuali effetti domino, nonché assicurare la sicurezza delle persone presenti.

I dettagli dei sistemi di protezione attiva e passiva sono riportati nel Paragrafo nell'**Allegato I.11**, cui si rimanda.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 206 di 207	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

### D.3 SISTEMI DI CONTENIMENTO

#### D.3.1 Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di sostanze infiammabili

Nella progettazione del Terminale sono adottati accorgimenti al fine di minimizzare la possibilità di fuoriuscita accidentale o perdite di GNL. La filosofia adottata mira a minimizzare gli accoppiamenti flangiati in favore di quelli saldati, inoltre l'impianto sarà dotato di valvole di intercettazione in ingresso e uscita dalle apparecchiature principali (serbatoi, pompe, compressori, vaporizzatori, etc.) e sulle linee principali di GNL. In tal modo si rende possibile isolare le apparecchiature e i tratti di linea e limitare al minimo i rilasci di GNL e di gas naturale in caso di fuoriuscita.

Le installazioni in piattaforma non richiedono la progettazione di sistemi di contenimento di sostanze infiammabili: in tale sezione infatti il Gas Naturale sarà presente in fase gas.

A bordo FSRU, i serbatoi per lo stoccaggio del GNL sono progettati e realizzati conformemente al codice IGC (International Code For Construction and Equipment Of Ships Carrying Liquefied gases in bulk) e sono dotati di sistemi per il monitoraggio delle perdite eventualmente presenti tra le due barriere. Si rimanda al paragrafo B.3.2.2 per ulteriori dettagli.

#### D.3.2 Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di liquidi tossici o pericolosi per l'ambiente

Come già indicato nel Paragrafo C.4.4, presso il Terminale saranno presenti gasolio, olio combustibile e ipoclorito di sodio, sostanze pericolose per l'ambiente ai sensi del D.Lgs. 105/15 (rispettivamente appartenenti alla categoria E2 e alla categoria E1 dell'Allegato 1, Parte 1 del D.Lgs. 105/15).

Tali sostanze saranno stoccate e movimentate in modo che eventuali perdite siano contenute e che la possibilità di contaminazione dei recettori ambientali sia estremamente remota.

Si confermerà la presenza dell'ipoclorito di sodio nella successiva fase di Rapporto di Sicurezza definitivo, in quanto la FSRU sarà dotata di un sistema antivegetativo che potrebbe evitare l'utilizzo di tale sostanza.

In merito poi alle operazioni di rifornimento di Gasolio e Olio Combustibile, queste avverranno adottando le procedure standard previste e con le opportune cautele e mezzi di mitigazione a disposizione (ad es. panne galleggianti), seguendo le procedure operative della nave FSRU per i rifornimenti di combustibili liquidi. Si precisa inoltre che l'assetto di marcia previsto per il Terminale prevede l'alimentazione dei generatori bifuel della FSRU con gas naturale e che, pertanto, l'alimentazione a combustibile liquido sarà sporadica e in concomitanza con fasi di fermata della sezione di rigassificazione.

Presso il Terminale non saranno invece presenti sostanze tossiche.

#### D.3.3 Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di gas o vapori tossici

Non saranno presenti sostanze tossiche all'interno del Terminale.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 207 di 208	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## D.4 CONTROLLO OPERATIVO

### D.4.1 Criteri di predisposizione delle procedure e istruzioni per il controllo operativo

La progettazione e realizzazione del Terminale comporterà la redazione di un Manuale Operativo. Il Manuale Operativo includerà tutte le procedure operative necessarie al buon esercizio dell'impianto e dei sistemi presenti.

Allo stato attuale di progettazione, sono state sviluppate le filosofie generali per il controllo operativo del Terminale, tra cui la Filosofia di funzionamento, controllo ed emergenza impianto. Alcuni estratti di tale documento (parte integrante della documentazione di progetto, disponibile su richiesta) sono stati riportati nei paragrafi C.7.2.1 e C.7.10.1.

La FSRU è dotata di un manuale operativo che contempla sia le operazioni durante la navigazione (on-going sea), che le operazioni durante il funzionamento ormeggiata in rigassificazione: tale manuale include le procedure di emergenza sia per eventi legati alle apparecchiature della nave sia per le operazioni di trasferimento ship to ship.

### D.4.2 Struttura e indice dei manuali operativi

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

In **Allegato D.4.2** è disponibile l'indice del principale Manuale Operativo della nave FSRU.

## D.5 SEGNALETICA DI EMERGENZA

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 208 di 209	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## D.6 FONTI DI RISCHIO MOBILI

### D.6.1 Descrizione delle fonti di rischio mobili

Le fonti di rischio mobili per il nuovo Terminale sono riconducibili alle seguenti:

- Navi metaniere in avvicinamento per le operazioni di scarico/carico;
- Eventuali mezzi pesanti in piattaforma per le operazioni di manutenzione.

Per ciascun mezzo sopra elencato, si riportano le precauzioni messe in atto che permettono di considerare ragionevolmente non credibili un eventuale incidente connesso alla circolazione/manovre (su mare o su strada).

#### *Mezzi navali (navi metaniere "Shuttle Carrier")*

Per quanto concerne il rischio da collisione, TRR e SNAM stanno procedendo alla raccolta della documentazione necessaria per una migliore caratterizzazione del rischio di collisione all'interno dell'area prevista per l'installazione del Terminale, in relazione agli specifici flussi di navi in arrivo/partenza. Sarà sviluppata una valutazione quantitativa del rischio di collisione e perforazione di un serbatoio della nave metaniera in arrivo alla struttura di ormeggio, con navigli in ingresso/partenza nell'area. L'analisi completa sarà fornita nella fase di consegna del RdS definitivo.

#### *Mezzi pesanti (per manutenzione)*

L'eventuale uso di mezzi pesanti, quali ad esempio mezzi di sollevamento per effettuazioni di operazioni di manutenzione, sarà procedurizzato e controllato dal personale di impianto.

I lavori attorno alle apparecchiature saranno soggetti a valutazione del rischio.

### D.6.2 Precauzioni adottate per prevenire il rischio associato alle fonti di rischio mobile

Si veda paragrafo precedente e Paragrafo C.7.12.

## D.7 RESTRIZIONI PER L'ACCESSO AGLI IMPIANTI E PER LA PREVENZIONE DI ATTI DELIBERATI

### D.7.1 Dispositivi, attrezzature, sistemi e/o procedure

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

Il Terminale sarà dotato di un sistema di controllo e monitoraggio che consentirà di monitorare e controllare gli accessi e le uscite dall'impianto e di un sistema antintrusione.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 209 di 210	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## D.8 MISURE CONTRO L'INCENDIO

### D.8.1 Impianti, attrezzature e organizzazione per la prevenzione e l'estinzione degli incendi

Di seguito si descrivono gli impianti antincendio previsti, sia lato piattaforma che lato nave FSRU e in **Allegato D.8.1** sono disponibili le corrispondenti planimetrie.

#### D.8.1.1 *Struttura di ormeggio*

La rete antincendio della esistente struttura di ormeggio sarà sottoposta a migliorie e ampliamenti.

Nell'area della piattaforma saranno realizzati due anelli antincendio, su cui saranno installati nuovi dispositivi antincendio: uno degli anelli alimenterà i monitor antincendio e l'altro la barriera ad acqua che sarà posizionata nei pressi dei bracci di scarico GN.

L'alimentazione idrica sarà realizzata con una presa acqua mare ed un gruppo di pompaggio, composto almeno da una pompa pilota per il mantenimento in pressione e da due motopompe diesel).

Il dimensionamento idraulico dell'alimentazione idrica e della rete antincendio sarà sviluppato nelle successive fasi di progetto (**è prevista una portata di circa 12.000 lt/min con pressione di 13 bar**).

La sala pompe sarà conforme alla normativa italiana di riferimento (UNI EN 12845:2015) per la prevenzione e protezione incendi e alla norma NFPA 20 per gli articoli non coperti dalla normativa italiana e dai codici UE.

I nuovi erogatori antincendio previsti sono:

- 4 monitor da 1000 lpm sul perimetro dell'area della piattaforma su cui saranno installati i bracci di carico e il metanodotto;
- 1 barriera idrica lungo il lato ovest della piattaforma, nei pressi dell'area dedicata alla scarica della FSRU verso il metanodotto.

La sala controllo antincendio sarà posizionata in piattaforma; il progetto prevede come filosofia la duplicazione dei segnali in sala controllo della nave FSRU, i particolari saranno sviluppati nelle successive fasi dell'ingegneria.

Per le indicazioni sul posizionamento dei diversi elementi dell'impianto antincendio si rimanda alla planimetria in **Allegato D.8.1-A**.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 210 di 211	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### D.8.1.2 FSRU

L'impianto antincendio dell'Unità Navale è stato progettato, come prevede il Codice IGC, in accordo alla Norma SOLAS Regulation.

Tale sistema è progettato per mitigare / contrastare gli eventi incidentali ritenuti credibili ed è articolato in diverse tipologie di impianti di raffreddamento ed estinzione e di emergenza, a copertura della totalità delle aree della nave. In particolare sono previsti i seguenti sistemi:

- Rete di idranti antincendio della sala macchine.
- Rete antincendio ponte.
- Sistemi a diluvio.
- Sistema di estinzione a polvere secca da contenitori pressurizzati con bombole di azoto.
- Impianto di estinzione a CO<sub>2</sub> per i quadri elettrici.
- Sistema di valvole a chiusura rapida (chiusure automatiche, in presenza di fuoco, di valvole normalmente aperte, in uscita da serbatoi contenenti liquidi infiammabili non lubrificanti) e serrande tagliafuoco (ad attivazione pneumatica per presenza di incendio, sulle condotte di ventilazione delle sale macchine).
- Sistema antincendio locale della sala macchine, del tipo "water mist" (principalmente a protezione dei generatori elettrici).
- Sistema di estinzione con schiuma ad alta espansione, da miscela acqua/aria/liquido schiumogeno (per le sale macchine che contengono olio di lubrificazione).
- Sistema di rilevazione incendi (per il quale si rimanda al paragrafo C.8.1 e relativi allegati).
- Sistema di attrezzature antincendio.
- Sistema di attrezzature salvavita.

L'alimentazione delle reti idriche è comune ed è ad acqua mare; sono previste 5 pompe antincendio, di seguito brevemente descritte.

- N. 1 pompa da 245 m<sup>3</sup>/h e 35 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 240 m<sup>3</sup>/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 1.500 m<sup>3</sup>/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa jockey da 2 m<sup>3</sup>/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 430 m<sup>3</sup>/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa idrofora da 2 m<sup>3</sup>.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 211 di 212	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### D.8.2 Sistema di drenaggio

L'area della struttura di ormeggio del Terminale non sarà servita da un sistema di drenaggio: quest'area infatti movimenterà Gas Naturale in fase gassosa.

In **Allegato D.8.2** è disponibile lo schema del sistema di scarico e raccolta delle acque di sentina e di drenaggio a bordo FSRU.

#### D.8.3 Fonti di approvvigionamento dell'acqua antincendio

I sistemi antincendio ad acqua previsti saranno alimentati con acqua mare. Si rimanda al paragrafo D.8.1 per ulteriori dettagli.

#### D.8.4 Autorizzazioni concernenti la prevenzione incendi

Le uniche attività che rientrano tra quelle elencate nell'Allegato I al D.P.R. 151/2011 sono le attività previste sulla struttura di ormeggio, riportate nella seguente tabella.

N. attività D.P.R. 151/2011	DESCRIZIONE D.P.R. 151/2011	Inquadramento attività ex allegato L D.Lgs. 105/2015	Dettaglio attività
12.2.B	Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva da 1 m <sup>3</sup> a 50 m <sup>3</sup>	Attività non individuabile come impianto o deposito	Serbatoio di gasolio da ca. 25 m <sup>3</sup> per rifornimento gruppo elettrogeno e motopompe antincendio
49.2.B	Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 350 kW e fino a 700 kW	Attività non individuabile come impianto o deposito	Gruppo elettrogeno da (circa 500 kW)

**Tabella 85: Attività soggette a Prevenzione Incendi**

In **Allegato I.11** si riporta pertanto la "Documentazione, di cui all'allegato I del D.M. 7 agosto 2012, relativa alle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco di cui all'**Allegato I.9**".

Il progetto per il Metanodotto di allacciamento alla rete di trasporto nazionale, non rientrando nel campo di applicazione del D.Lgs. 105/2015, sarà oggetto di specifica Valutazione Progetto ai sensi del D.P.R. 151/2011.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Tecnologia Ricerca Rischi</b>	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 212 di 213	<b>Rev.</b> <b>1</b>

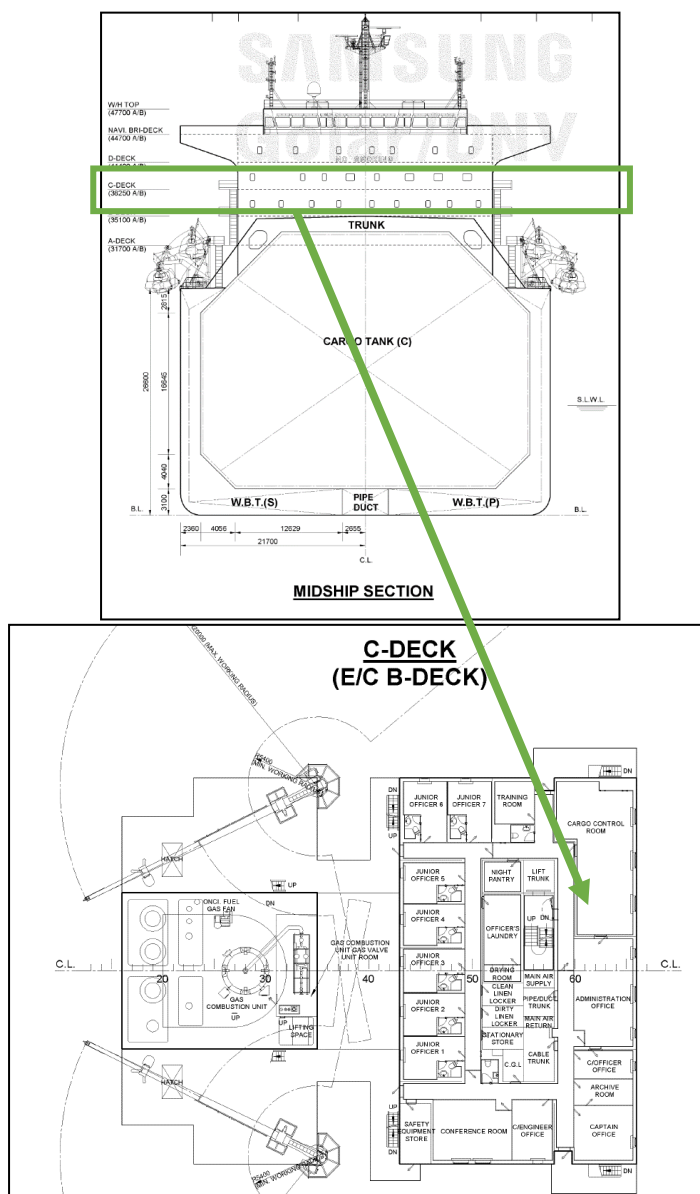
Rif. TRR: 72341

## D.9 SITUAZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI PIANI

### D.9.1 Dislocazione di sale controllo, uffici, laboratori e apparecchiature principali

In **Allegato A.2.1** si riporta la planimetria generale del Terminale, con indicazione delle unità logiche di impianto. Maggiori dettagli relativamente all'ubicazione degli edifici e delle apparecchiature principali sono disponibili nelle mappe e layout forniti in **Allegato A.2.3**.

La sala controllo del Terminale sarà situata sulla FSRU, in particolare a babordo della prua, come mostrato nella seguente Figura 35.



**Figura 32: Dislocazione sala controllo**

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 213 di 214	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

#### D.9.2 Mezzi di comunicazione all'interno dello stabilimento e con l'esterno

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

#### D.9.3 Ubicazione dei servizi di emergenza e dei presidi sanitari previsti

Il Terminale sarà dotato dei necessari presidi sanitari previsti secondo quanto richiesto dalla normativa vigente (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.).

In **Allegato D.9.3** si riportano le planimetrie con l'indicazione preliminare dei presidi di emergenza, delle vie di fuga e dei punti di raccolta. La configurazione rappresentata è indicativa e dovrà essere confermata in fase di ingegneria di dettaglio.

#### D.9.4 Programma di Addestramento Personale

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

#### D.9.5 Piano di Emergenza Interna e informazioni per il Piano di Emergenza Esterna

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

Il Piano di Emergenza Interna sarà sviluppato in fase di RdS definitivo ed in particolare saranno valutate le interferenze tra pianificazione emergenze esterne lato terra e pianificazione emergenza esterna lato mare.

Una via di fuga dalla FSRU verso la struttura di ormeggio e viceversa sarà garantita da uno (1) scalandrone collegato al ponte principale ed alla struttura di ormeggio. Lo scalandrone potrà essere di tipo a torre, a torretta oppure a slitta in accordo allo standard di riferimento; lo scalandrone sarà progettato ed installato in maniera da garantire sempre il suo utilizzo, compensando le variazioni in altezza del ponte a cui sarà collegato dovute all'effetto della marea o del differente pescaggio. Lo scalandrone sarà utilizzato in entrambi i sensi (in salita ed in discesa) ed avrà pertanto una larghezza adeguata; in corrispondenza dei punti di connessione sulla nave e sulla piattaforma dello scalandrone non saranno previste installazioni permanenti; in fase operativa, l'accesso alla scala sarà sempre mantenuto sgombro da ostacoli.

Ulteriori vie di fuga dalla FSRU saranno garantite dalle scialuppe di salvataggio della nave stessa.

Infine si prevede di dotare la struttura di ormeggio di biscaggine e di autogonfiabili ("zattere di salvataggio") opportunamente distanziate tra di loro da impiegare in caso di emergenza per l'allontanamento dal Terminale.

Sulla piattaforma è stato individuato un punto di raccolta in zona sicura e con facile accesso alle vie di esodo.

Sarà cura della proponente del progetto contattare l'autorità portuale per un miglior coordinamento e per individuare le informazioni indispensabili per una corretta pianificazione delle emergenze lato mare.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 214 di 215	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Resta inteso che in questa fase saranno anche valutati scenari incidentali, non ricompresi nella normativa dei rischi di incidente rilevante, che potrebbero essere di supporto nella pianificazione di emergenza portuale.

Per quanto concerne le informazioni da fornire per la pianificazione delle emergenze lato terra, si seguiranno le normali procedure previste dal D.Lgs. 105/2015.

#### D.9.6 Responsabili attuazione dei piani di emergenza

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.



	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 215 di 216	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## E. IMPIANTI DI TRATTAMENTO REFLUI E STOCCAGGIO RIFIUTI

### E.1 TRATTAMENTO E DEPURAZIONE REFLUI

#### E.1.1 Impianti di trattamento e depurazione dei reflui

##### E.1.1.1 *Emissioni in atmosfera*

Il Terminale può essere considerato un sistema con limitate emissioni in atmosfera in quanto il sistema di processo principale è costituito dai vaporizzatori alimentati da acqua di mare.

Le emissioni in atmosfera sono principalmente associate a:

- Combustione nei sistemi di generazione di potenza elettrica di norma con operatività continuativa e di emergenza (è prevista l'alimentazione elettrica della piattaforma con i generatori di bordo e la presenza di generatori di emergenza).
- Emissioni in fase di emergenza (sfiati).
- Traffico indotto da mezzi navali.

##### E.1.1.2 *Emissioni in acqua*

##### E.1.1.2.1 *Sistema Acque Reflue*

A bordo della FSRU, il sistema di raccolta delle acque reflue è di tipo sottovuoto, con il vuoto prodotto da un eiettore, valvola di non ritorno e due pompe. Le tubazioni di raccolta (dagli impianti sanitari, dalla sala macchine ecc.) sono dirette all'ingresso del serbatoio di trattamento delle acque reflue sotto vuoto. In circostanze normali una delle pompe sarà impostata per funzionare come pompa per vuoto, l'altra come pompa di scarico per l'impianto di trattamento.

I liquami vengono trasportati fino al serbatoio di raccolta utilizzando la pressione differenziale generata dal sistema del vuoto; dal serbatoio di raccolta i liquami vengono pompati verso l'impianto di trattamento.

L'impianto di trattamento delle acque reflue è completamente automatico ed è progettato per il trattamento delle acque nere e grigie; ci sono tre serbatoi di trattamento ed un serbatoio di sterilizzazione all'interno dell'unità e ciascuno ha uno scopo particolare nel processo di trattamento delle acque reflue.

- Vasca biofiltro.
- Vasca di sedimentazione.
- Vasca di carbone attivo.
- Vasca di sterilizzazione.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 216 di 217	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

Dopo il trattamento nell'impianto di trattamento e depurazione, l'effluente viene pompato fuori bordo mediante le pompe di scarico delle acque reflue verso una bettolina di servizio attraverso appositi bocchelli posizionati sul ponte superiore.

#### *E.1.1.2.2 Gestione delle Acque Oleose*

La FSRU è dotata di un separatore delle acque oleose utilizzato per trattare l'acqua di sentina.

Dopo il trattamento l'effluente viene pompato fuori bordo mediante le pompe di scarico per poi essere conferito a terra in accordo alla normativa.

#### *E.1.1.2.3 Acqua mare*

Sarà previsto il prelievo e la restituzione dell'acqua di mare per soddisfare le esigenze del processo di rigassificazione GNL (tramite i vaporizzatori) e altri usi industriali come il raffreddamento di alcune tipologie di apparecchiature.

#### *E.1.1.2.4 Struttura di ormeggio*

Non è previsto un sistema di raccolta delle acque meteoriche sulla struttura di ormeggio.

### E.1.2 Planimetria della rete fognaria

Con riferimento alla FSRU, le acque reflue verranno scaricate in un apposito serbatoio per il successivo smaltimento su nave. Il serbatoio delle acque reflue sarà installato a bordo e dovrà essere provvisto di uno o più passi d'uomo che ne consentano l'accesso per la pulizia, la manutenzione e l'ispezione. Il collegamento sarà in un'area facilmente accessibile sul lato di attracco della FSRU e lato struttura di ormeggio e contrassegnato per evitare qualsiasi collegamento errato.

Con riferimento alla struttura di ormeggio, la planimetria della rete fognaria è in fase di elaborazione e sarà prodotta nella successiva fase di Rapporto di Sicurezza Definitivo.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 217 di 218	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## E.2 GESTIONE DEI RIFIUTI PERICOLOSI

### E.2.1 Adempimenti per la gestione dei rifiuti

I principali rifiuti prodotti in fase di esercizio del Terminale derivano da:

- rifiuti urbani: rifiuti domestici e assimilabili;
- rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti;
- oli esausti;
- rifiuti liquidi da usi civili;
- rifiuti e residui provenienti dalle operazioni di manutenzione e pulizia dei serbatoi e degli impianti e apparecchiature.

I rifiuti generati verranno sempre smaltiti nel rispetto della normativa vigente. In particolare, ove possibile, si procederà alla raccolta differenziata volta al recupero delle frazioni riutilizzabili. I rifiuti speciali, liquidi e solidi, previsti in piccolissime quantità prodotti durante l'esercizio o nel corso di attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, saranno gestiti secondo la vigente normativa in materia di rifiuti, e trasportati e smaltiti da ditte specializzate.

Ad ogni modo, considerata la tipologia, la quantità e le modalità di gestione, nessuno dei rifiuti prodotti in fase di esercizio potrà dare luogo a un incidente rilevante.

La FSRU è dotata di un inceneritore per lo smaltimento dei rifiuti prodotti, regolamentato a livello mondiale da IMO MARPOL 73/78, Risoluzione MEPC 76(40) "Specifiche standard per gli inceneritori di bordo" adottata il 25 settembre 1997, e da IMO MARPOL Annesso VI e Appendice IV al Regolamento 16 adottato il 26 settembre 1997.

L'inceneritore è progettato per l'incenerimento degli oli di scarto della nave, rifiuti solidi e distruzione delle acque di sentina. Il sistema è composto da quattro parti principali:

- camera di combustione con bruciatore a gasolio, bruciatore a fanghi, riscaldatore combustibile pilota e quadro elettrico di comando;
- ventilatore fumi con serranda fumi;
- vasca di servizio fanghi con circolatore e riscaldatore;
- vasca di decantazione fanghi con pompa di riempimento e riscaldatore.

	<b>PROGETTISTA</b>  Tecnologia Ricerca Rischi	<b>COMMESSA</b> NQ/R22178	<b>UNITA'</b> -
	<b>LOCALITA'</b> RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	<b>REL-MEC-E-13000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 218 di 218	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TRR: 72341

## **F. MISURE ASSICURATIVE E DI GARANZIA PER I RISCHI DI DANNO A PERSONE, COSE, ALL'AMBIENTE**

### **F.1 CERTIFICAZIONI**

#### **F.1.1 Copia delle certificazioni e autorizzazioni**

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.

### **F.2 MISURE ASSICURATIVE**

#### **F.2.1 Copia della documentazione relativa alle polizze assicurative e di garanzia per i rischi di danni a persone, a cose e all'ambiente**

Paragrafo non richiesto per i Rapporti Preliminari di Sicurezza, in accordo alle indicazioni del D.Lgs. 105/15, Allegato C, Parte 2.