

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

Giuseppe Romano

2	Emissione per permessi	A. Visigoti	A. Romano	G. Romano	22/09/2023
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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 2 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

INDICE

0.	ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	10
1.	PREMESSA INTRODUTTIVA E SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI DALLO STUDIO DI ANALISI DEI RISCHI	12
A.	DATI IDENTIFICATIVI E UBICAZIONE DELLO STABILIMENTO	31
A.1	DATI GENERALI	31
A.1.1	Nominativo, codice fiscale e indirizzo (sede legale) del Gestore	31
A.1.2	Denominazione e ubicazione dello Stabilimento	31
A.1.3	Responsabile della progettazione	32
A.1.4	Responsabile della stesura del Rapporto di Sicurezza	32
A.2	LOCALIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO	33
A.2.1	Corografia della zona	33
A.2.2	Posizione dello stabilimento	33
A.2.3	Piante e sezioni dell'impianto	34
B.	INFORMAZIONI RELATIVE ALLO STABILIMENTO	36
B.1	POLITICA DI PREVENZIONE DEGLI INCIDENTI RILEVANTI	36
B.2	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	36
B.3	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E TECNOLOGIA DI BASE	36
B.3.1	Descrizione delle attività	36
B.3.2	Tecnologia di base	41
B.3.3	Schema a blocchi e schema di processo	65
B.3.4	Capacità produttiva	66
B.3.5	Informazioni relative alle sostanze pericolose	67
C.	SICUREZZA DELLO STABILIMENTO	74
C.1	ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA INCIDENTALE	74
C.1.1	Problemi noti di salute e sicurezza dell'impianto	74
C.1.2	Esperienza storica relativa a incidenti	79

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 3 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.2	REAZIONI INCONTROLLATE	96
C.2.1	Reazioni fortemente esotermiche e/o difficili da controllare	96
C.3	EVENTI METEOROLOGICI, GEOFISICI, METEOMARINI, CERAUNICI E DISSESTI IDROGEOLOGICI	96
C.3.1	Condizioni meteorologiche prevalenti	96
C.3.2	Cronologia degli eventi geofisici, meteo marini, ceraunici e dei dissesti idrogeologici	97
C.4	ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI	114
C.4.0	Individuazione delle Unità Critiche dello Stabilimento	114
C.4.1	Individuazione delle ipotesi incidentali e delle relative frequenze	121
C.4.2	Stima delle conseguenze degli scenari incidentali	169
C.4.3	Mappe di danno	187
C.4.4	Scenari con potenziali effetti sull'ambiente	187
C.4.5	Comportamento dell'Impianto in caso di indisponibilità delle reti di servizio	188
C.5	SINTESI DEGLI EVENTI INCIDENTALI E INFORMAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO	189
C.5.1	Sintesi degli eventi incidentali	189
C.5.2	Elementi utili per la pianificazione del territorio	190
C.6	DESCRIZIONE DELLE PRECAUZIONI ASSUNTE PER PREVENIRE O MITIGARE GLI INCIDENTI	202
C.6.1	Descrizione delle precauzioni assunte per prevenire o mitigare gli incidenti	202
C.6.2	Accorgimenti previsti per prevenire i rischi dovuti ad errore umano in aree critiche	207
C.6.3	Sicurezza degli impianti nelle diverse condizioni di esercizio	207
C.7	CRITERI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI	208
C.7.1	Precauzioni e coefficienti di sicurezza adottati nella progettazione delle strutture	208

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 4 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	210
C.7.3	Sistema di controllo di processo	214
C.7.4	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	221
C.7.5	Torce e scarichi d'emergenza all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili	222
C.7.6	Modalità e periodicità di controllo del funzionamento delle valvole di sicurezza, dei sistemi di blocco e di tutti i componenti critici per la sicurezza	228
C.7.7	Criteri di protezione dei contenitori di sostanze pericolose nei confronti della corrosione esterna	228
C.7.8	Ubicazione delle zone in cui sono immagazzinate sostanze corrosive	228
C.7.9	Rivestimenti interni, sovrasspessori di corrosione e ispezioni.	228
C.7.10	Procedure di controllo delle apparecchiature critiche	228
C.7.11	Sistemi di blocco di sicurezza	229
C.7.12	Luoghi con pericolo di formazione e persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e/o tossiche e misure adottate	239
C.7.13	Precauzioni a fronte del danneggiamento di serbatoi, condotte e apparecchiature contenenti sostanze tossiche o infiammabili per impatti meccanici o urti con mezzi mobili	239
C.8	SISTEMI DI RILEVAMENTO	240
C.8.1	Descrizione e posizione dei rilevatori	240
D.	SITUAZIONI CRITICHE, CONDIZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI APPRESTAMENTI	242
D.1	SOSTANZE EMESSE	242
D.1.1	Sostanze emesse in condizioni anomale di funzionamento e in caso di incidente e quasi incidente	242

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 5 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

D.2	EFFETTI INDOTTI DA INCIDENTI SU IMPIANTI RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE	243
D.2.1	Criteri adottati per l'individuazione degli Effetti Domino	243
D.2.2	Effetti degli incidenti indotti	244
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.	256
D.3	SISTEMI DI CONTENIMENTO	256
D.3.1	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di sostanze infiammabili	256
D.3.2	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di liquidi tossici o pericolosi per l'ambiente	256
D.3.3	Sistemi per il contenimento di fuoriuscite di gas o vapori tossici	257
D.4	CONTROLLO OPERATIVO	257
D.4.1	Criteri di predisposizione delle procedure e istruzioni per il controllo operativo	257
D.4.2	Struttura e indice dei manuali operativi	257
D.5	SEGNALETICA DI EMERGENZA	258
D.6	FONTI DI RISCHIO MOBILI	258
D.6.1	Descrizione delle fonti di rischio mobili	258
D.6.2	Precauzioni adottate per prevenire il rischio associato alle fonti di rischio mobile	258
D.7	RESTRIZIONI PER L'ACCESSO AGLI IMPIANTI E PER LA PREVENZIONE DI ATTI DELIBERATI	259
D.7.1	Dispositivi, attrezzature, sistemi e/o procedure	259
D.8	MISURE CONTRO L'INCENDIO	259
D.8.1	Impianti, attrezzature e organizzazione per la prevenzione e l'estinzione degli incendi	259
D.8.2	Sistema di drenaggio	261
D.8.3	Fonti di approvvigionamento dell'acqua antincendio	261
D.8.4	Autorizzazioni concernenti la prevenzione incendi	261
D.9	SITUAZIONI DI EMERGENZA E RELATIVI PIANI	263

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 6 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

D.9.1	Dislocazione di sale controllo, uffici, laboratori e apparecchiature principali	263
D.9.2	Mezzi di comunicazione all'interno dello stabilimento e con l'esterno	264
D.9.3	Ubicazione dei servizi di emergenza e dei presidi sanitari previsti	264
D.9.4	Programma di Addestramento Personale	265
D.9.5	Piano di Emergenza Interna e informazioni per il Piano di Emergenza Esterna	265
D.9.6	Responsabili attuazione dei piani di emergenza	265
E.	IMPIANTI DI TRATTAMENTO REFLUI E STOCCAGGIO RIFIUTI	266
E.1	TRATTAMENTO E DEPURAZIONE REFLUI	266
E.1.1	Impianti di trattamento e depurazione dei reflui	266
E.1.2	Planimetria della rete fognaria	267
E.2	GESTIONE DEI RIFIUTI PERICOLOSI	268
E.2.1	Adempimenti per la gestione dei rifiuti	268
F.	MISURE ASSICURATIVE E DI GARANZIA PER I RISCHI DI DANNO A PERSONE, COSE, ALL'AMBIENTE	269
F.1	CERTIFICAZIONI	269
F.1.1	Copia delle certificazioni e autorizzazioni	269
F.2	MISURE ASSICURATIVE	269
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	269

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 7 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

TABELLA ALLEGATI CON CODIFICA

DOCUMENTO N.	CODIFICA RPDS	DESCRIZIONE
DIS-MEC-B-13037	ALLEGATO A.1.2-A	Planimetria Dei Confini Dello Stabilimento
MI-MEC-E-13000	ALLEGATO A.1.4-A	Curriculum Vitae Del Responsabile Della Stesura Del Rapporto Preliminare Di Sicurezza
DIS-MEC-B-13038	ALLEGATO A.2.1-A	Corografia Della Zona
DIS-MEC-B-13039	ALLEGATO A.2.2-A	Posizione Del Terminale Su Mappa 1:5000
000-GB-A-17311 DIS-MEC-B-17177	ALLEGATO A.2.3-A	Planimetria Generale E Sezione Piattaforma
000-ZB-D-17312	ALLEGATO A.2.3-B	Layout Di Ormeaggio Piattaforma
DIS-MEC-B-13040	ALLEGATO A.2.3-C	Planimetria Generale FSRU Con Principali Tubazioni E Apparecchiature
000-ZA-E-17063	ALLEGATO B.3.2 A	Specifica Tecnica Bracci Di Carico Piattaforma
SCH-MEC-E-13000	ALLEGATO B.3.2-B	Sistema Di Stoccaggio E Trasferimento Carburanti Liquidi Su FSRU
DIS-MEC-D-01000	ALLEGATO B.3.3-A	Diagramma A Blocchi (Tratto A Mare)
0001-GD-B-013400	ALLEGATO B.3.3-A	Diagramma Di Flusso Processo Pipeline Gas Naturale
0001-GD-B-013401	ALLEGATO B.3.3-A	Diagramma Di Flusso Processo Sistema Di Candela Fredda
0001-GD-B-013430	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Di Scarico Gas Ad Alta Pressione 1/2
0001-GD-B-013431	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Di Scarico Gas Ad Alta Pressione 2/2
0001-GD-B-013432	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Pipeline
0001-GD-B-013433	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Di Vent
0001-GD-B-013434	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Distribuzione Azoto E Slop Tank
0001-GD-B-013435	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Distribuzione Gasolio 1/2

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 8 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

0001-GD-B-013436	ALLEGATO B.3.3-B	P&ID Sistema Distribuzione Gasolio 2/2
DIS-MEC-A-13041	ALLEGATO B.3.3-C	P&ID BW Singapore - Regas
0001-GA-D-013458	ALLEGATO B.3.3-D	Bilanci H&M
MI-MEC-E-13001	ALLEGATO C.3.1-A	Dati Meteorologici 2017-2021
DIS-MEC-E-13003	ALLEGATO C.3.2-A	Classificazione Sismica Nazionale
DIS-MEC-E-13004	ALLEGATO C.3.2-B	Mappe Rischio Idrogeologico
MI-MEC-E-13002	ALLEGATO C.3.2-C	Dati Fulminazione
MI-MEC-E-13003	ALLEGATO C.4.0-A	Analisi Preliminare Per L'individuazione Delle Aree Critiche (Metodo A Indici)
MI-MEC-E-13012	ALLEGATO C.4.1-A	Analisi Hazop
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-A	Elaborati Di Calcolo
DIS-MEC-D-13042	ALLEGATO C.4.3-A	Rappresentazione Cartografica Delle Conseguenze Degli Scenari Incidentali
DIS-COR-B-09093	ALLEGATO C.4.4-A	Planimetria Nautica Con Vincoli Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto A Mare)
MI-MEC-E-13005	ALLEGATO C.5.2-A	Tabella Conseguenze Eventi Remoti Per La Pianificazione Territoriale
DIS-MEC-E-13043	ALLEGATO C.5.2-B	Mappa Conseguenze Eventi Remoti Per La Pianificazione Territoriale
DIS-MEC-D-13044	ALLEGATO C.5.2-C	Mappa Elementi Utili Per La Pianificazione Del Territorio
MI-MEC-E-13006	ALLEGATO C.7.11-A	Matrice Causa-Effetti E Dettagli Sistema Di Controllo FSRU
DIS-MEC-A-13045	ALLEGATO C.7.12-A	Planimetria Classificazione Aree A Rischio Di Esplosione Piattaforma Di Ormeggio
DIS-MEC-D-13015	ALLEGATO C.7.12-B	Planimetria Classificazione Aree A Rischio Di Esplosione FSRU
000-ZB-A-17179	ALLEGATO C.8.1-A	Planimetria Rilevatori Piattaforma Di Ormeggio
000-SA-E-58006	ALLEGATO C.8.1-B	Matrice F&G Piattaforma

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 9 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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-A	Analisi Degli Incidenti Indotti
MI-MEC-E-13013	ALLEGATO D.2.2-B	Tabella Sistemi Di Protezione Attiva E Passiva Scenari Incidentali
MI-MEC-E-13007	ALLEGATO D.4.2-A	Indice Manuale Operativo FSRU Per Le Operazioni Cargo
000-ZB-A-17178	ALLEGATO D.8.1-A	Planimetria Rete Antincendio Piattaforma
DIS-MEC-B-13019	ALLEGATO D.8.1-B	Planimetrie Antincendio FSRU
MI-MEC-E-13014	ALLEGATO D.8.1-C	Manuale Antincendio FSRU
DIS-MEC-E-13022	ALLEGATO D.8.2-A	Planimetria Drenaggio Acque FSRU
000-ZB-E-17180	ALLEGATO D.9.3-A	Planimetria Vie Di Fuga Piattaforma
DIS-MEC-D-13025	ALLEGATO D.9.3-B	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-13046	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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 10 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

0. ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

CONNESSE	
PAI	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico
PCS	Potere Calorifico Superiore
PCV	Pressure Control Valve (Valvola di Regolazione della Pressione)
PERC	Powered Emergency Release Coupling
PFD	Process Flow Diagram (Schema di Processo)
PIL	Punto di Intercetto Linea
PLC	Programmable Logic Controller
POI	Point Of Interest
PROGETTO	Realizzazione del Terminale di Ravenna
PROPONENTE	Snam FSRU Italia
PSD	Process Shut Down
PSV	Pressure Safety Valve
PTHA	Probabilistic Tsunami Hazard Assessment
RMN	Rete Mareografica Nazionale
RPT	Rapid Phase Transition
s.l.m.	Sul Livello Medio
SDV	Shut Down Valve
SHIP-TO-SHIP STS	Configurazione di ormeggio delle NAVI METANIERE sul fianco della FSRU, per permettere le operazioni di scarico/carico di GNL.
SiAM	Sistema di Allertamento nazionale per i Maremoti
SIL	Safety Integrity Level
SITO	Ravenna, provincia di Ravenna.
TERMINALE	La FSRU, opere su piattaforma Petra ed impianto indice di Wobbe
TLV-TWA	Threshold Limit Value - Time Weighted Average
TSO	Transport System Operator (Gestore del Sistema di Trasporto Gas)
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
UPS	Uninterruptible Power Supply
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion
VVF	Vigili del Fuoco

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 12 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 13 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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). **Nel presente documento il riferimento alla piattaforma implicherà la soluzione progettuale Alternativa A.**

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 m³, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/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,

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fig. 14 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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.

Inoltre, sono in capo del Proponente Snam FSRU Italia anche le seguenti opere:

- La diga frangi flutti realizzata circa 350 m ad EST della piattaforma Petra esistente e lunga circa 970 m (la cosiddetta ALTERNATIVA A, Rif. Decreto n.3 del 7 novembre 2022) .
- L'Impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio, regolazione e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

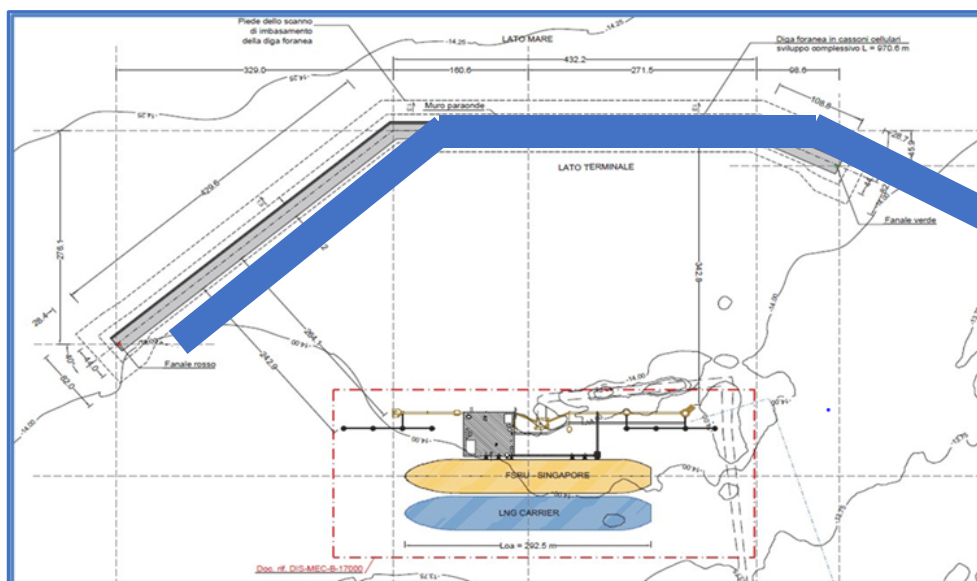


Figura 1: Terminale con diga (configurazione autorizzata nov. 2022)

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,

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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 32 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 3 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.

Ottimizzazioni progettuali

Le ottimizzazioni progettuali introdotte, ricomprese tra il punto di arrivo del microtunnel costiero localizzato in corrispondenza dell'area ex-Sarom di Punta Marina fino alla piattaforma e ricomprendendo la diga frangi flutti, scaturiscono dall'affinamento delle verifiche progettuali avvenuto in sede di ingegneria di dettaglio.

Le ottimizzazioni sono suddivise in quattro macro aree di intervento e vengono di seguito brevemente descritte:

1. La diga frangi flutti: modifiche della configurazione planimetrica precedentemente autorizzata per motivi tecnico-nautici e tecnico-costruttivi (si veda Figura 2)
2. Le aree di dragaggio e deposito a mare: variazioni legate al punto 1
3. La piattaforma di ormeggio offshore: modifiche agli arredi di ormeggio (ottimizzando la disposizione delle apparecchiature impiantistiche e delle tubazioni e prevedendo un ulteriore accesso tra FSRU e piattaforma), alla possibilità di ricevere navi LNG carrier (metaniere) di dimensioni fino a 180 m e larghezza fino a 50 m (modifica solo nominale per tener conto che in navigazioni sono sempre più diffuse navi di questa taglia), alla possibilità di alimentare il Terminale attraverso una connessione in media tensione (MT) da terra attraverso la posa di un cavo marino dedicato riutilizzando le condotte PIR bonificate e fuori esercizio, al percorso del cavo TLC a fibra ottica (riposizionamento evitandone la posa sul fondale marino ma

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 16 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

utilizzando anche qui il passaggio in una delle condotte PIR bonificate e fuori esercizio) ed infine implementazione di un sistema di mitigazione per la formazione e contenimento di eventuali schiume derivanti dal rilascio dell'acqua del processo di rigassificazione.

4. La nave FSRU:

- (i) L'installazione di un nuovo riscaldatore dell'acqua di mare da utilizzarsi durante il periodo invernale quando la temperatura dell'acqua di mare scendesse a valori non compatibile con l'esercizio della FSRU.
- (ii) La predisposizione per la possibile installazione un compressore di gestione del Boil-Off Gas (BOG) durante le condizioni in cui la FSRU è al minimo regime di rigassificazione (cosiddetto, minimum send-out).

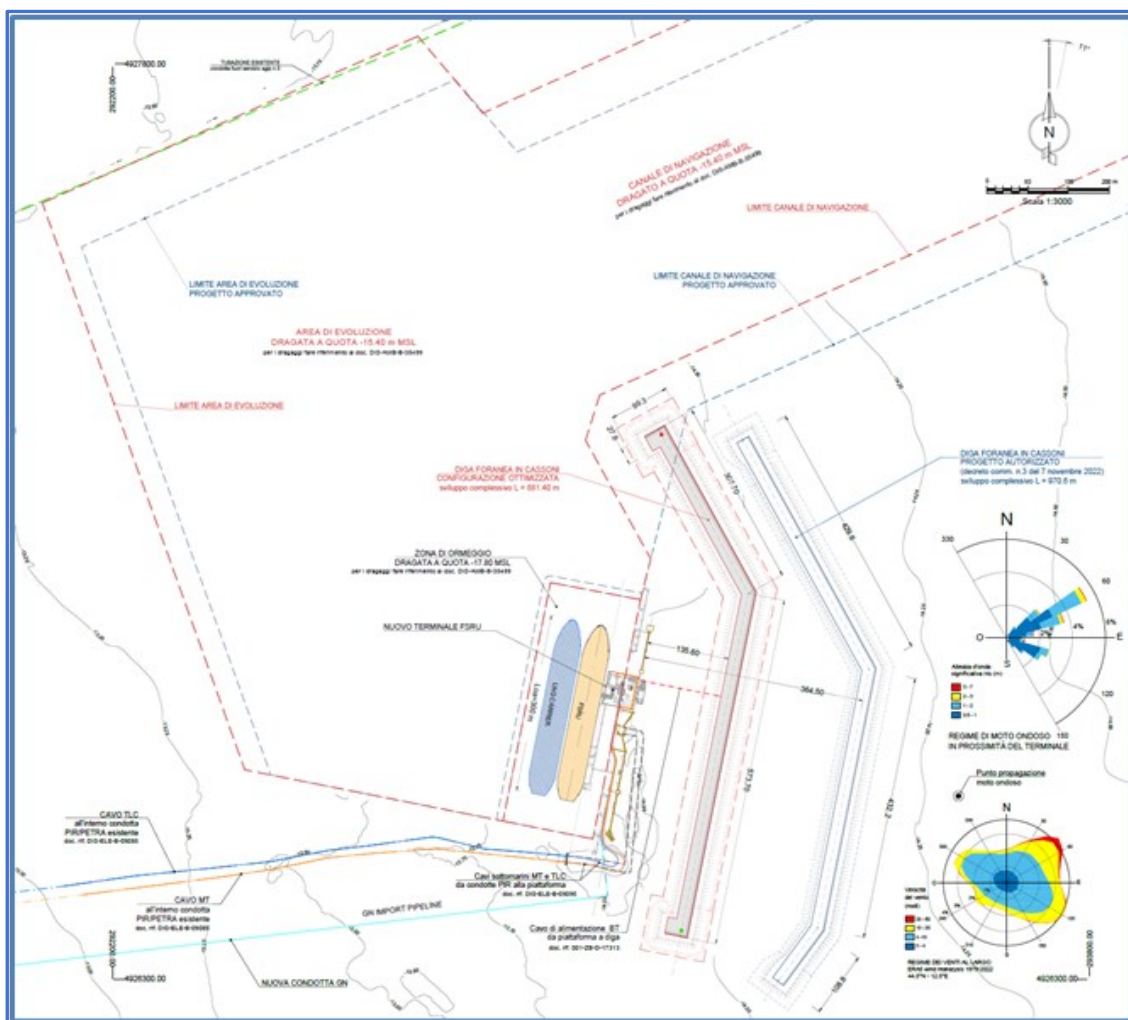




Figura 2: Configurazione ottimizzata vs quella autorizzata a novembre 2022

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 17 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Figura 3: Terminale FSRU e opere connesse

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 18 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 19 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

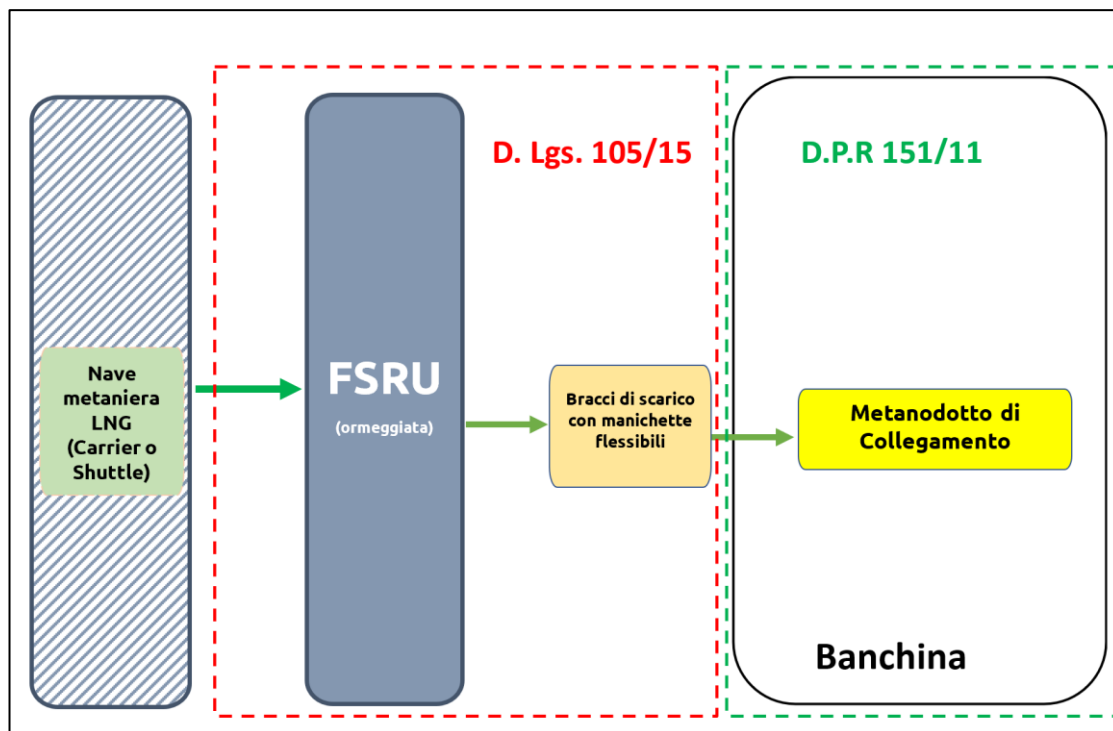


Figura 4: Limiti di batteria

In particolare, i limiti di batteria per il D. Lgs. 26 giugno 2015, n. 105 sono costituiti dai bracci di trasferimento lato nave e lato banchina.

Le infrastrutture di banchina sono invece soggette alle disposizioni del D.P.R. 151/2011 e s.m.i.

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.

L'analisi di rischio ha considerato anche la FSRU nei limiti di batteria sopra descritti ed ha inoltre valutato le interferenze con le infrastrutture presenti in banchina. Si riporta nel seguito una sintesi dei risultati ottenuti.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 20 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 21 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

In Figura 5 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.



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199NITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

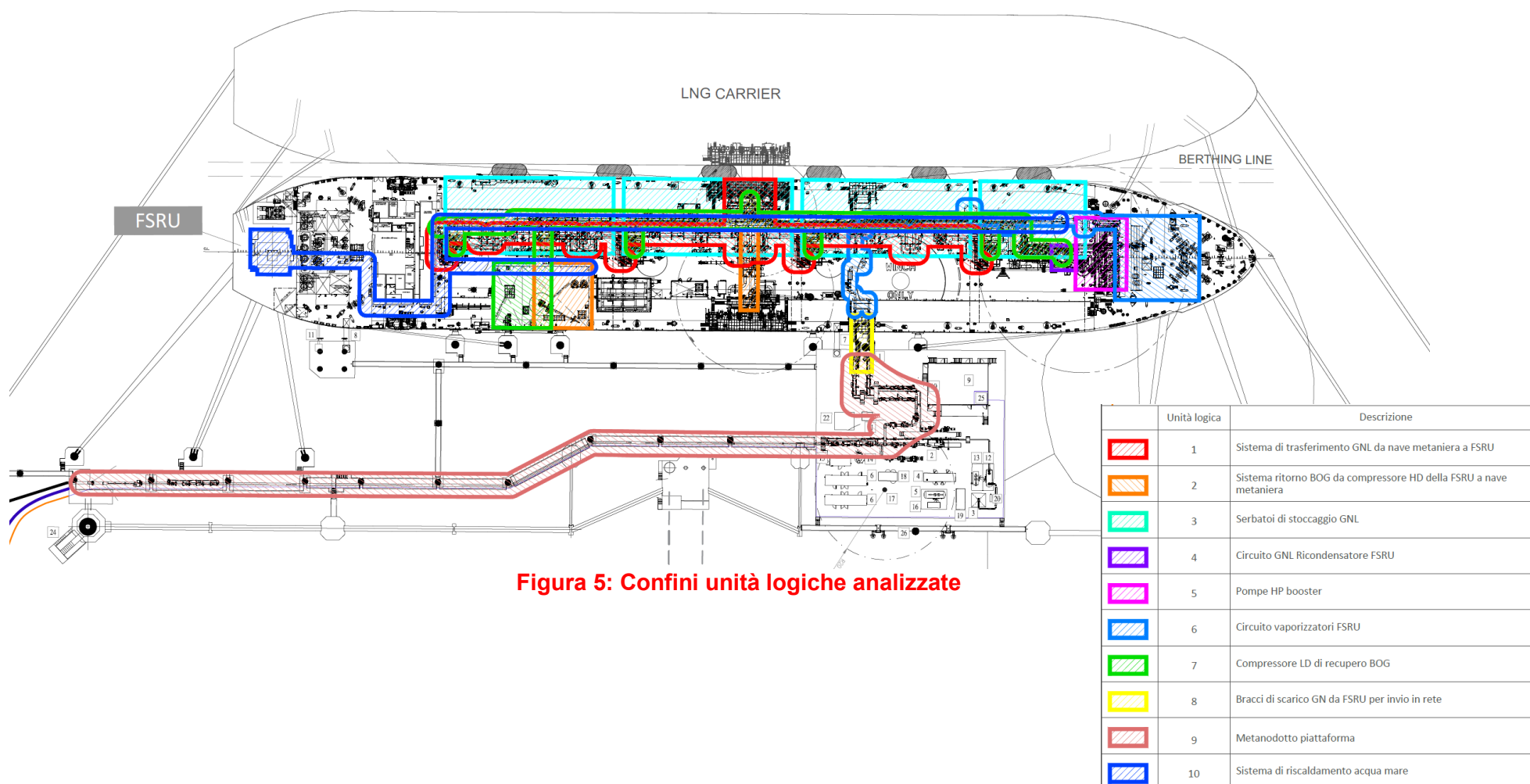
PROGETTO / IMPIANTO

FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 22 di 269

Rev.
2

Rif. TRR: 72452



	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 23 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 dotata delle medesime installazioni di processo della 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 braccio di scarico 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 24 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

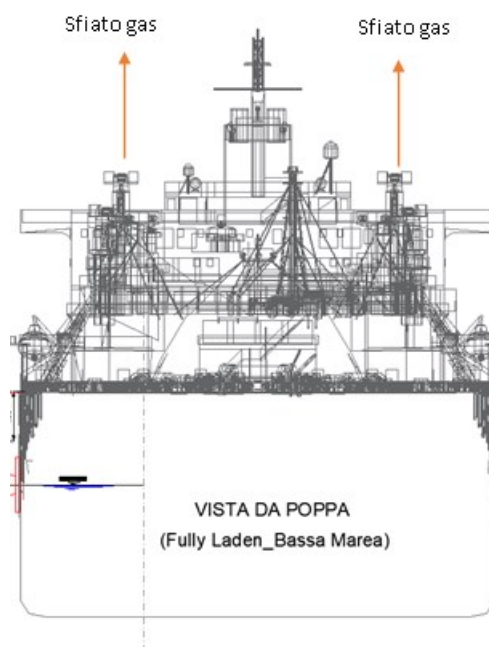


Figura 6: Indicazione sorgente di emissione ipotesi incidentale 1H

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 25 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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											-	-

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 26 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 27 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	1/2FL
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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 28 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 <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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 29 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 30 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

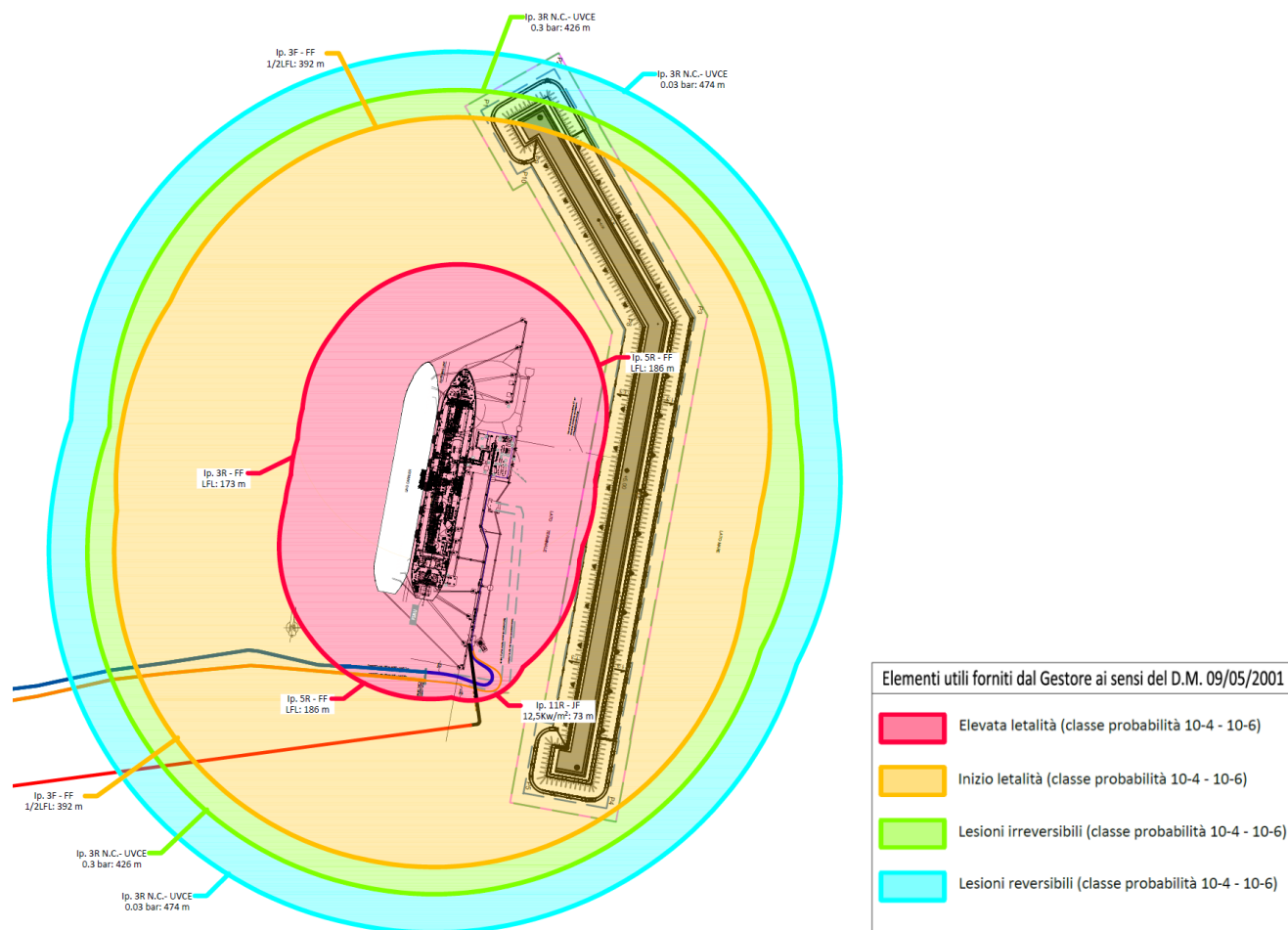


Figura 7: Involuppo delle aree di danno di tutti gli scenari incidentali credibili con riferimento alle soglie del D.M 09/05/2001 per la pianificazione territoriale

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 31 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 8), 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.

Nel seguente allegato 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.

Allegato A.1.2-A Planimetria dei confini dello stabilimento

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 32 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

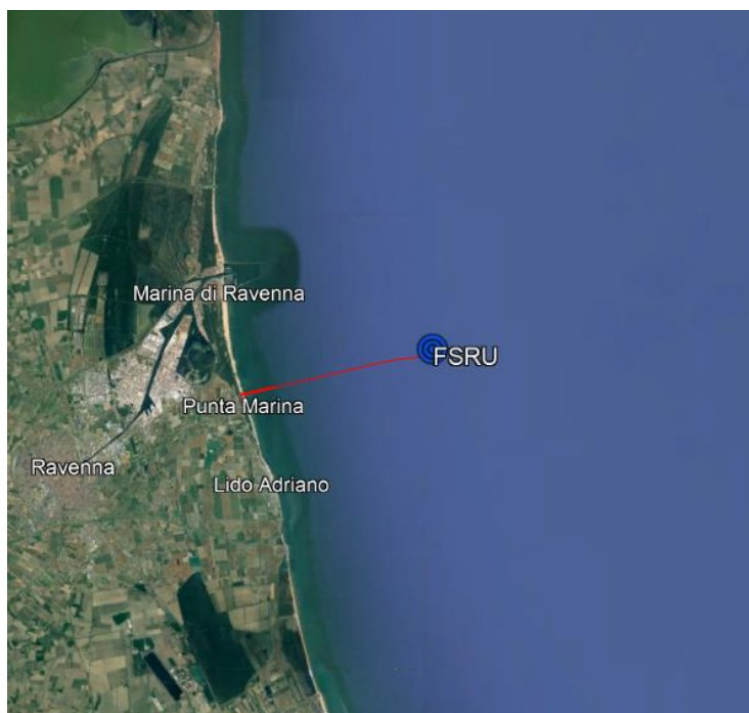


Figura 8: Ubicazione prevista per la FSRU

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 nel seguente allegato.

Allegato A.1.4-A CV del responsabile della stesura del Rapporto Preliminare Di Sicurezza

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 33 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

A.2 LOCALIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO

A.2.1 Corografia della zona

Nel seguente allegato 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.

Allegato A.2.1-A Corografia della Zona

A.2.2 Posizione dello stabilimento

Nel seguente allegato 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.

Allegato A.2.2-A Posizione del terminale su mappa 1:5000

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 34 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

A.2.3 Piante e sezioni dell'impianto

Nei seguenti allegati 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. **Inoltre è disponibile una planimetria della nave FSRU che evidenzia percorso tubazioni e principali impianti ed apparecchiature a bordo della FSRU.**

Allegato A.2.3-A Planimetria generale e sezione piattaforma

Allegato A.2.3-B Layout di ormeggio piattaforma

Allegato A.2.3-C Planimetria generale FSRU con e sezione piattaforma

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 mezzera 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 35 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

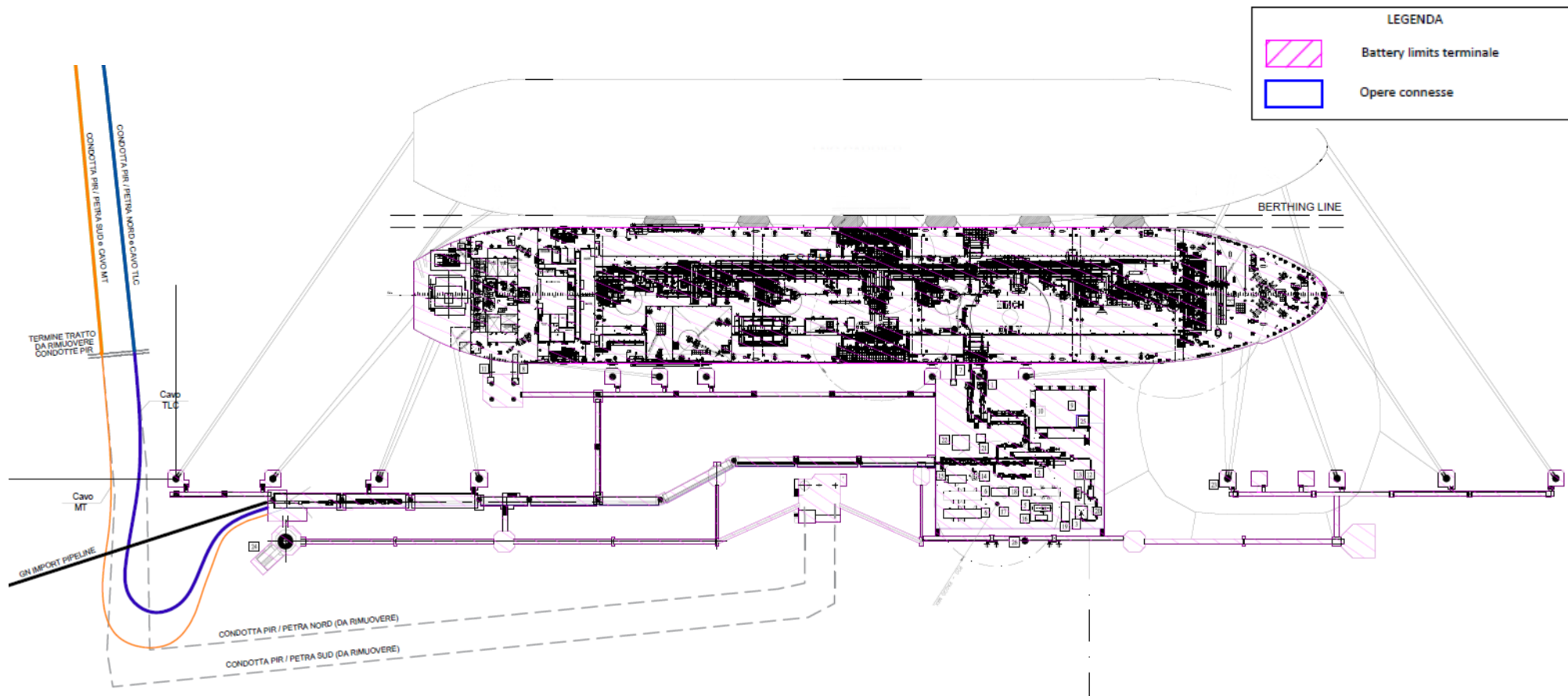


Figura 9: Layout e battery limits del Terminale

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 36 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³;
- 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 37 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.



Figura 10: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 38 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 dotata delle medesime installazioni di processo FSRU GOLAR Tundra.

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 **181.000 m³**). 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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 39 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 40 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 41 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

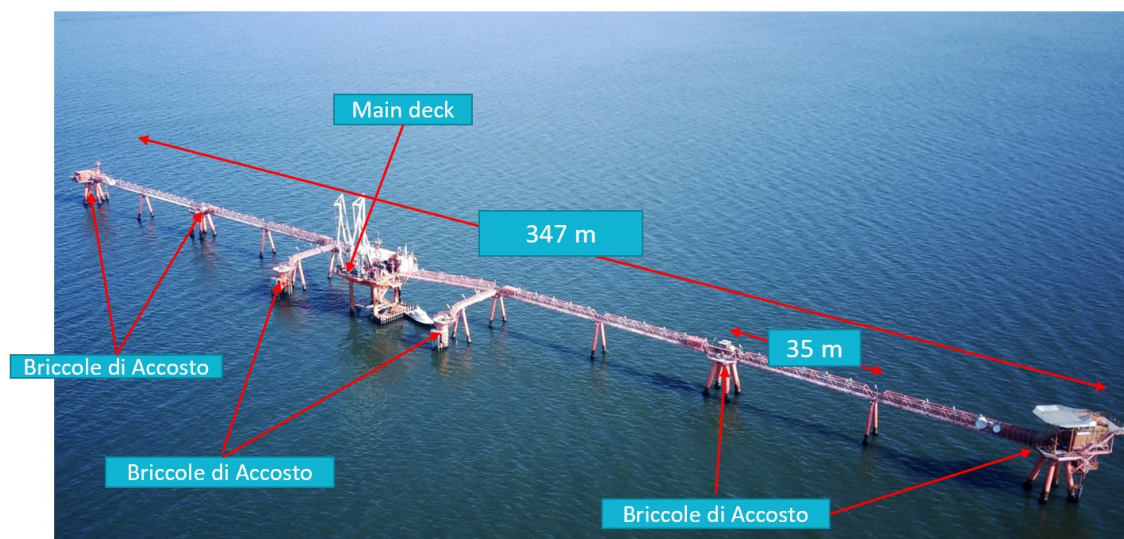


Figura 11: Struttura della Piattaforma Petra esistente

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 42 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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;
- imbarcadere 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-A**.

Di seguito si riportano le modifiche progettuali introdotte nella piattaforma di ormeggio con le ultime ottimizzazioni progettuali.

È stata ottimizzata la disposizione delle apparecchiature installate in piattaforma con una conseguente riduzione delle dimensioni totali di ingombro che si riducono dalla precedente configurazione approvata a Novembre 2022 (60 m X 54 m) all'attuale configurazione ottimizzata (54 m x 48 m).

Di seguito si riportano figure di confronto tra le due configurazioni descritte.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 43 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

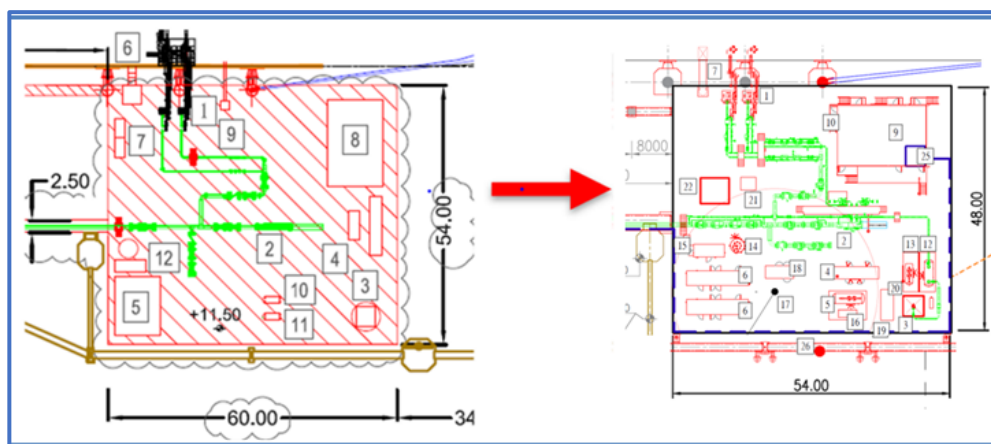


Figura 12: Ottimizzazioni piattaforma - layout

E' stato ottimizzato il sistema costruttivo della piattaforma, passando dalla struttura su pali infissi presentata nel progetto autorizzato di Novembre 2022 ad una struttura su Jacket.

La nuova configurazione adottata comporta un sensibile risparmio nell'acquisto ed installazione di materiale strutturale ed una riduzione delle tempistiche di installazione.

Di seguito si riportano figure di confronto tra le due configurazioni descritte.

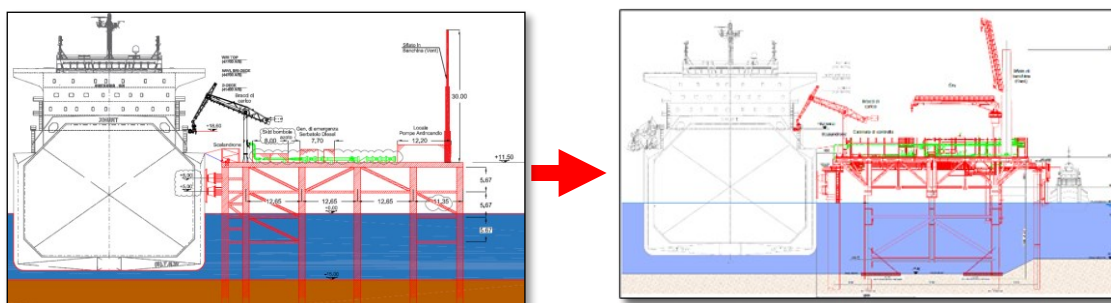


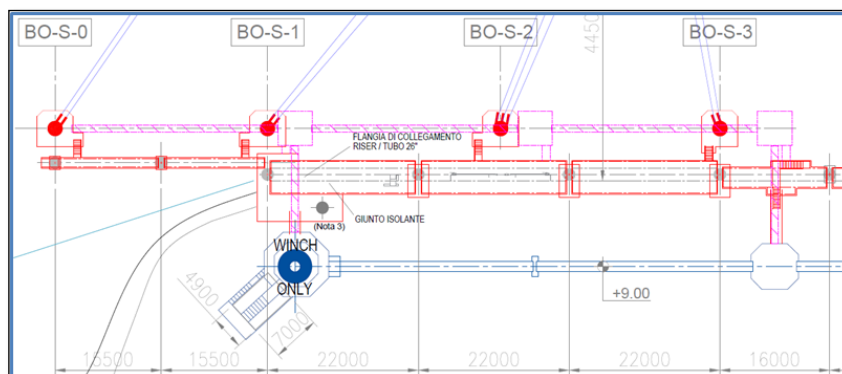
Figura 13: Ottimizzazioni piattaforma - sezione

Sono state ottimizzate le posizioni delle passerelle di collegamento tra le briccole di ormeggio sia nel versante NORD che nel versante SUD.

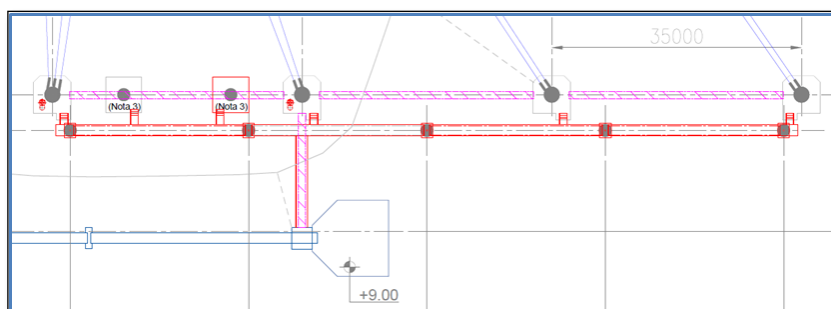
Di seguito si riportano le figure estratte dal documento 000-GB-A-17311 che mostrano la configurazione progettuale approvata a Novembre 2022 (in colore viola) e l'attuale configurazione ottimizzata (in colore rosso). La figura è estratta dal documento Planimetria generale di piattaforma n° 000-GB-A-17311.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 44 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



(a)



(b)

Figura 14: Ottimizzazioni piattaforma – passerelle collegamento briccole (a) a Sud (b) a Nord

E' stato ottimizzato il percorso della passerella della tubazione da 26" come da figura seguente, che mostra la configurazione progettuale approvata a Novembre 2022 (in colore viola) e l'attuale configurazione ottimizzata (in colore rosso). La figura è estratta dal documento Planimetria generale di piattaforma n° 000-GB-A-17311.

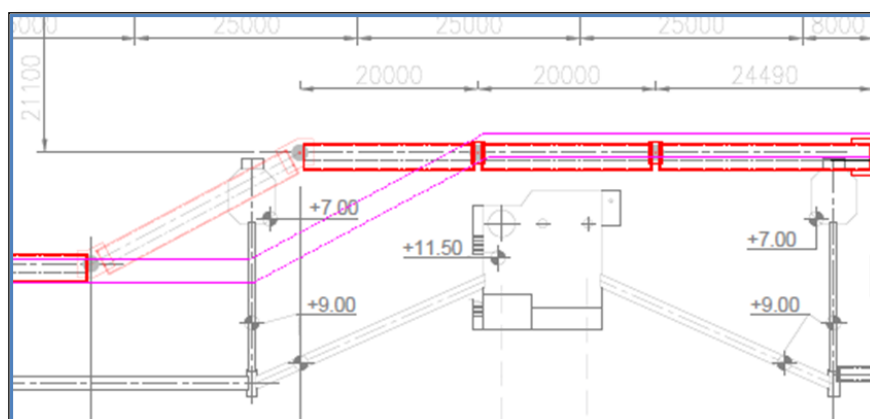


Figura 15: Ottimizzazioni piattaforma – percorso tubazione da 26"

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 45 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

È stata aggiunta una briccola (lato SUD-OVEST) con relativa passerella di collegamento alla struttura già presente nel progetto autorizzato a novembre 2022, lunga circa 25 metri. Tale briccola è necessaria al fine di:

- Consentire l'aggiunta di una ulteriore scala di accesso (scalandrone) tra FSRU e piattaforma di ormeggio rispetto a quanto previsto nel progetto approvato a novembre 2022 (Rif. identificativo 1 nella seguente figura);
- Riposizionare il sistema di alimentazione elettrico e scambio segnali tra FSRU e piattaforma (Rif. identificativo 2 nella seguente figura).

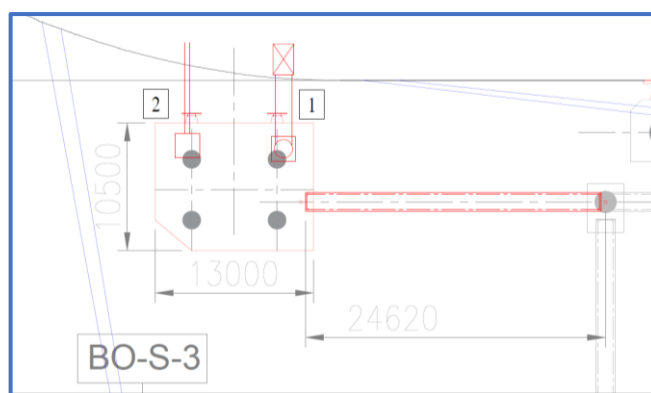


Figura 16: Briccola aggiuntiva ed ampliamento piattaforma lato sud-ovest

Sono stati aggiunti n° 3 pali di fondazione, aventi lo scopo di supportare eventuali integrazioni al sistema delle utilities di piattaforma, nelle seguenti posizioni:

- Un palo a destra della briccola BO-N-4;
- Un palo a sinistra della briccola BO-N-5;
- Un palo in prossimità della piattaforma di approdo della tubazione da 26".

Di seguito si riportano figure estratte dalla planimetria generale di piattaforma n°000-GB-A-17311.

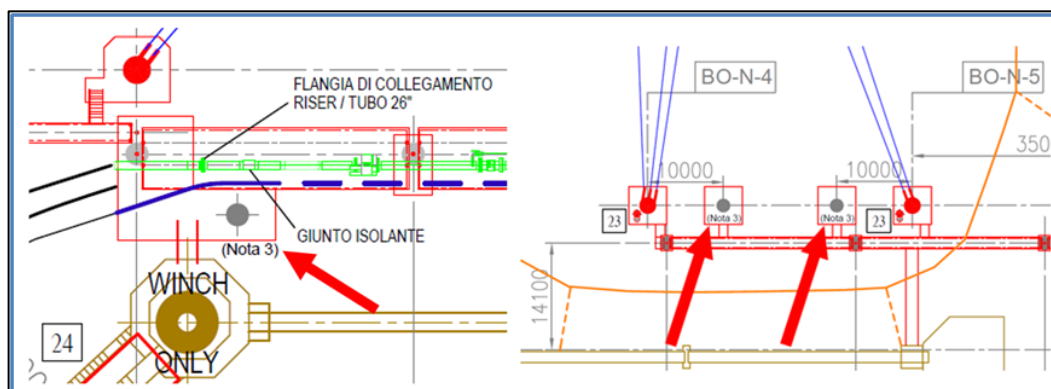


Figura 17: Ottimizzazioni piattaforma – nuovi pali di fondazione

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 46 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

La piattaforma sarà dotata di una gru di sollevamento e movimentazione delle apparecchiature utile per le attività di manutenzione. L'ottimizzazione ha riguardato il posizionamento della stessa nel nuovo layout per ottimizzare anche le operazioni di caricamento da e verso i mezzi navali (supply vessel) che garantiranno la logistica del terminale durante la fase di esercizio.

La gru sarà posizionata come riportato nella planimetria generale di piattaforma n° documento 000-GB-A-17311 (Apparecchiatura n° 17).

La piattaforma sarà dotata di una stazione di ormeggio (locata ad EST) idonea per l'ormeggio di mezzi marittimi idonei alle operazioni di manutenzione (supply vessel) a servizio della piattaforma.

La realizzazione di tale sistema di ormeggio comporterà il rifacimento di una porzione della passerella di camminamento del PIR esistente (circa 65 m).

Di seguito si riporta un estratto della planimetria generale di piattaforma n°000-GB-A-17311.

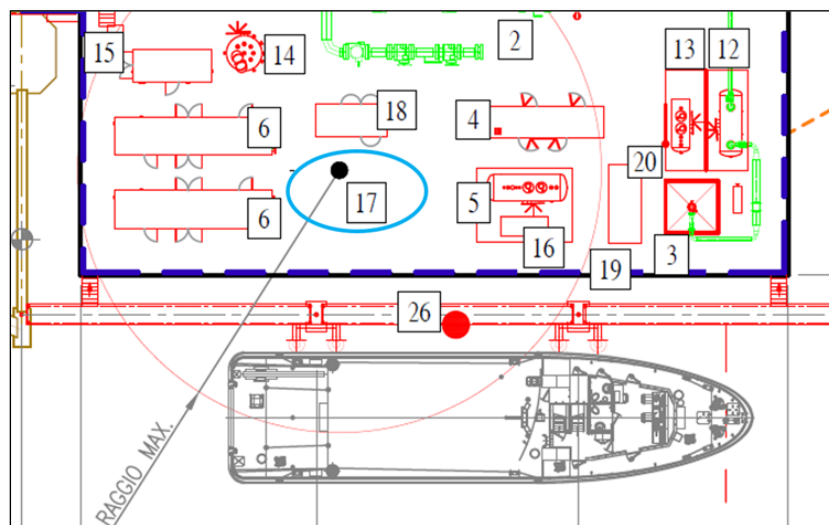


Figura 18: Ottimizzazioni piattaforma – gru di sollevamento ed ormeggio supply vessel

La piattaforma sarà dotata di una stazione di ormeggio (collocata sul lato est della piattaforma) per l'ormeggio dei mezzi navali (supply vessel) di logistica durante la fase di esercizio del terminale.

L'ormeggio sarà dotato di una alimentazione elettrica per consentire ai mezzi di evitare l'utilizzo dei motori quando ormeggiati in condizioni non operative (indicata con n. 26 nella seguente figura estratta dalla planimetria generale di piattaforma n°000-GB-A-17311).

Durante il periodo che intercorre tra l'entrata in esercizio del terminale (gennaio 2025) e il completamento della diga frangiflutti (agosto 2026), è stato previsto che due rimorchiatori a servizio continuativo del Terminale saranno ormeggiati in corrispondenza di N° 2 boe dotate di un meccanismo girevole (swivel) localizzate a circa 600 m a sud-ovest della piattaforma di ormeggio come indicato nella Figura 19.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 47 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Figura 19: Ottimizzazioni piattaforma – disposizione punti di ormeggio prima del completamento della diga

Una volta completata la diga frangi flutti, saranno predisposti degli ormeggi dedicati da realizzarsi sul paravento ovest della stessa (n°2 postazioni locate a nord della diga e n°2 a sud) per ospitare fino a quattro mezzi navali (tipo rimorchiatori o equivalenti). Le postazioni di ormeggio saranno dotate di colonnine di ricarica elettrica per consentire agli stessi mezzi di ridurre al minimo l'utilizzo dei motori durante i periodi di non operatività (Figura 20).

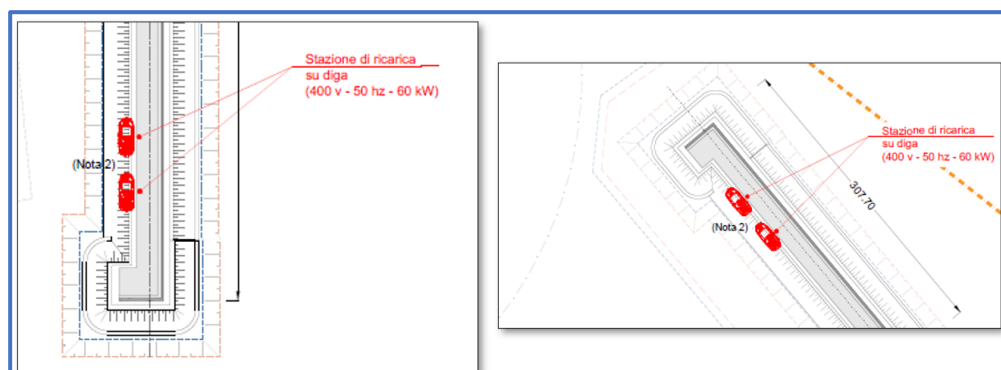


Figura 20: Ottimizzazioni piattaforma – Disposizione dei punti di ormeggio al completamento della diga

L'alimentazione alle colonnine di ricarica per i rimorchiatori presso la diga sarà fornita dal cabinato di alimentazione e controllo di piattaforma per mezzo di un cavo elettrico opportunamente dimensionato che raggiungerà la diga.

È stata verificata positivamente la possibilità di ricevere navi LNG Carrier (metaniere) per il trasporto di LNG fino a 181.000 m³ di capacità di stoccaggio di LNG in luogo delle attuali navi con una capacità di circa 170.000 m³. È di fatto una modifica solo nominale, necessaria per adeguarsi alla sempre maggiore presenza sul mercato di navi di questa taglia.

Le verifiche con le navi LNG Carrier (metaniere) di dimensioni 300 m x 50 m sono state condotte sia in ambito tecnico nautico presso Cetena sia in ambito di analisi di rischio e verifica ormeggi e strutture senza evidenziare alcuna criticità. Tali verifiche sono state intraprese tra l'altro per includere tutte le metaniere convenzionali moderne.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 48 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³/h, permettendo la movimentazione dell'intero carico in circa 21 ore; la portata massima di trasferimento sarà di 9.000 m³/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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 49 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

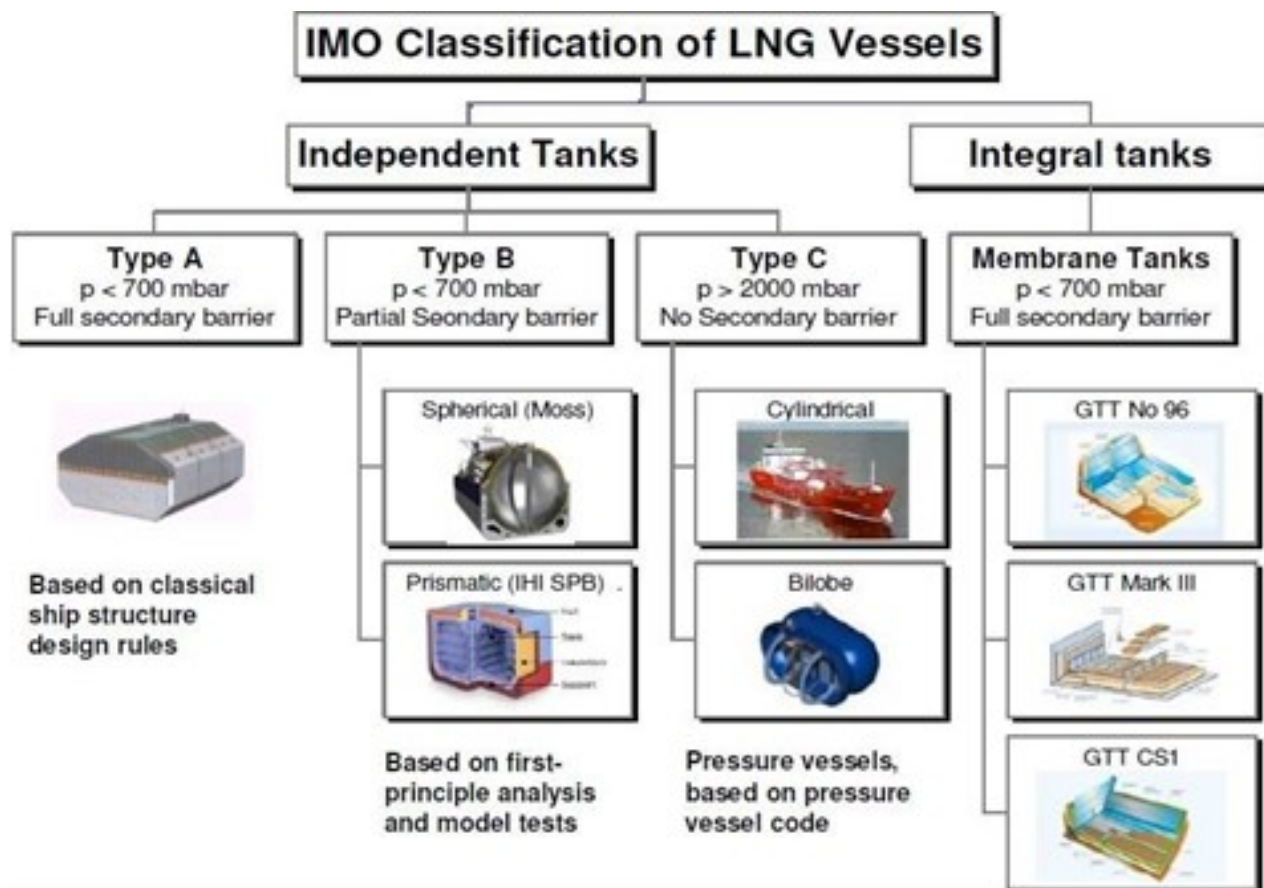


Figura 21: Classificazione IMO dei serbatoi di stoccaggio GNL

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 50 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 trafileamento nella barriera primaria, di contenere il carico all'interno della barriera secondaria.

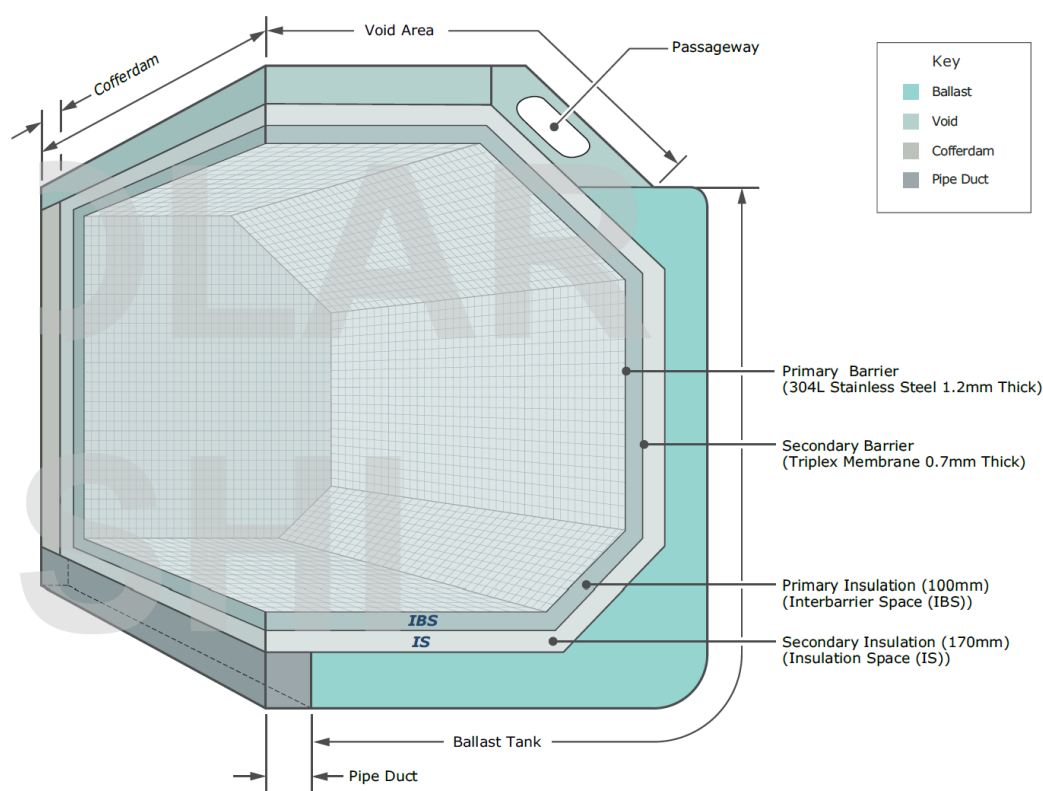


Figura 22: Struttura Cargo Tank

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 51 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

MARK III CARGO TANK INTERNAL STRUCTURE

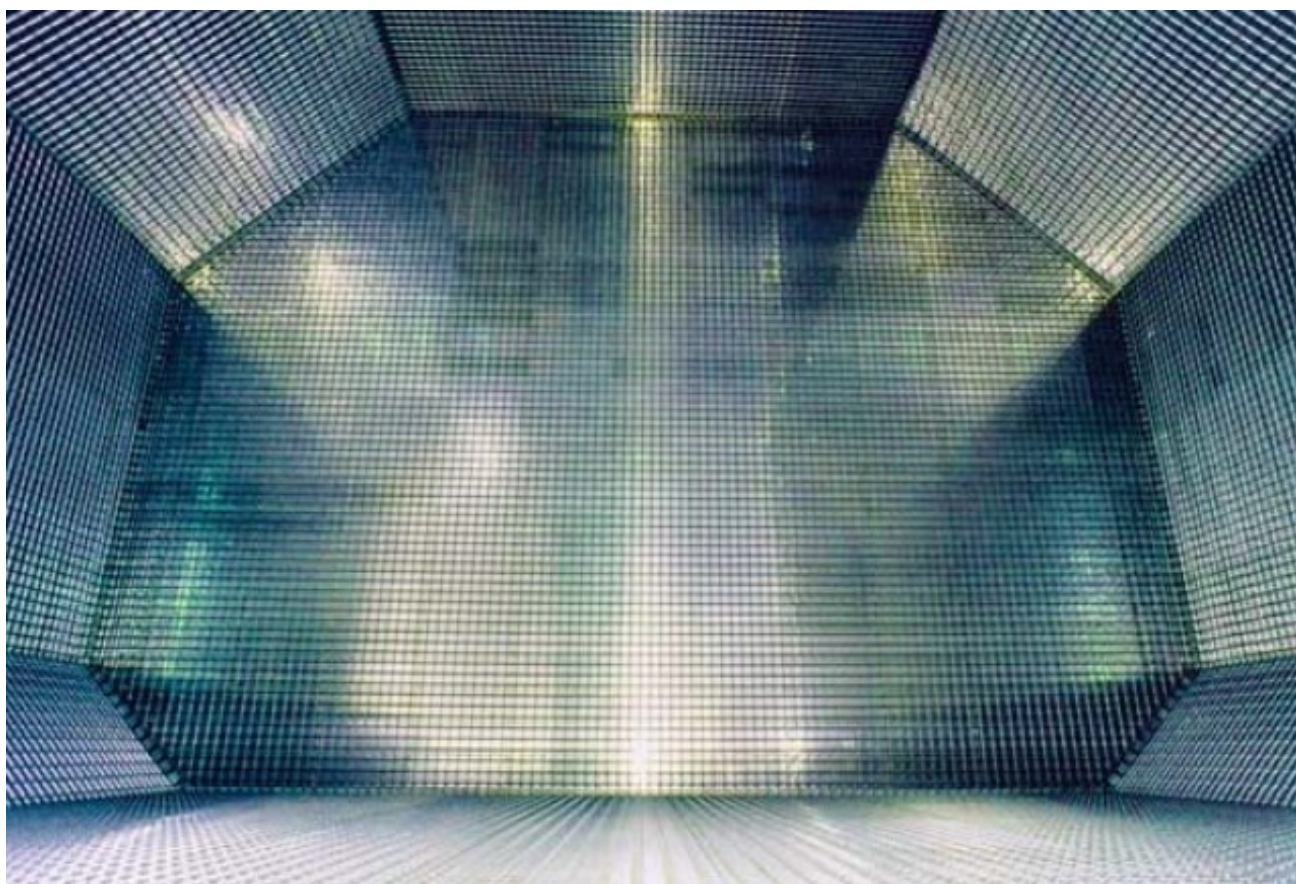


Figura 23: Struttura interna Cargo Tank

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 52 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³;
 - Serbatoio n. 2 da 47.911,7 m³;
 - Serbatoio n. 3 da 47.918,3 m³;
 - Serbatoio n. 4 da 47.920,7 m³;
- 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 m³/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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 53 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³/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 m³/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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 54 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³/h;
- pressione di mandata 126 barg.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 55 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 56 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.8 Sistema di riscaldamento dell'acqua mare

Sarà presente un sistema di riscaldamento dell'acqua di mare di potenza termica pari a 55MW, alimentato a gas naturale. Il calore generato da questo sistema verrà direttamente utilizzato nel processo di rigassificazione ad integrazione del sistema ad acqua di mare, come di seguito descritto.

Il sistema verrà installato sul giardinetto di poppa della FSRU ed è costituito dalle seguenti apparecchiature (si veda la seguente figura - in rosso la posizione dell'apparecchiatura):

- Pompe di rilancio dell'acqua di mare del circuito acqua mare di rigassificazione
- Scambiatori di calore a piastre acqua mare – acqua dolce
- Riscaldatore a gas di acqua dolce

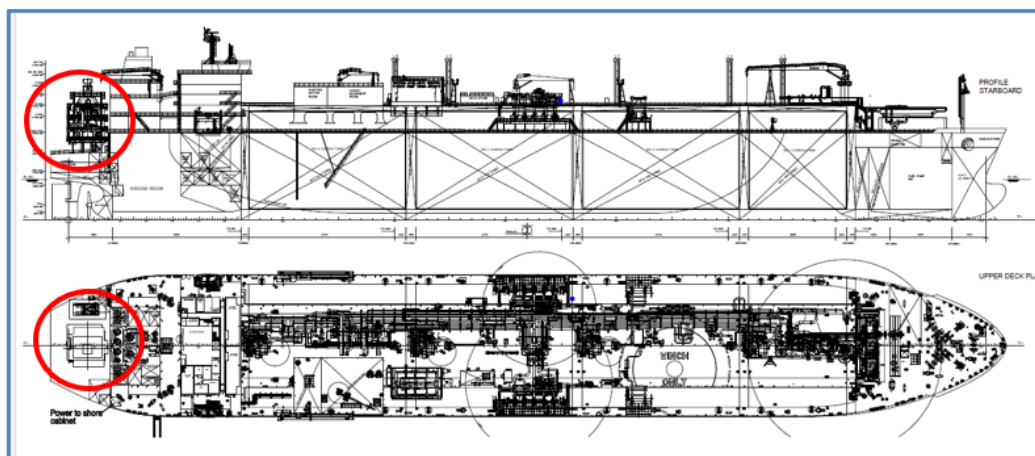


Figura 24: Posizione nuova caldaia per acqua di mare

Il sistema sarà collegato ed integrato alle esistenti utilities della FSRU (aria, azoto, etc), al sistema elettrico, al sistema di controllo inclusi i sistemi di sicurezza (IAS, ESD, F&G) e antincendio della FSRU.

Il sistema di riscaldamento consentirà, nei periodi in cui l'acqua di mare sarà ad una temperatura inferiore ai 14 °C, l'innalzamento della temperatura a quella di progetto del sistema di rigassificazione così da garantirne le prestazioni previste.

L'installazione del sistema si è reso necessario a seguito della frequenza con la quale, nel periodo invernale, l'acqua di mare scende sotto la temperatura soglia presso la piattaforma di ormeggio.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 57 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

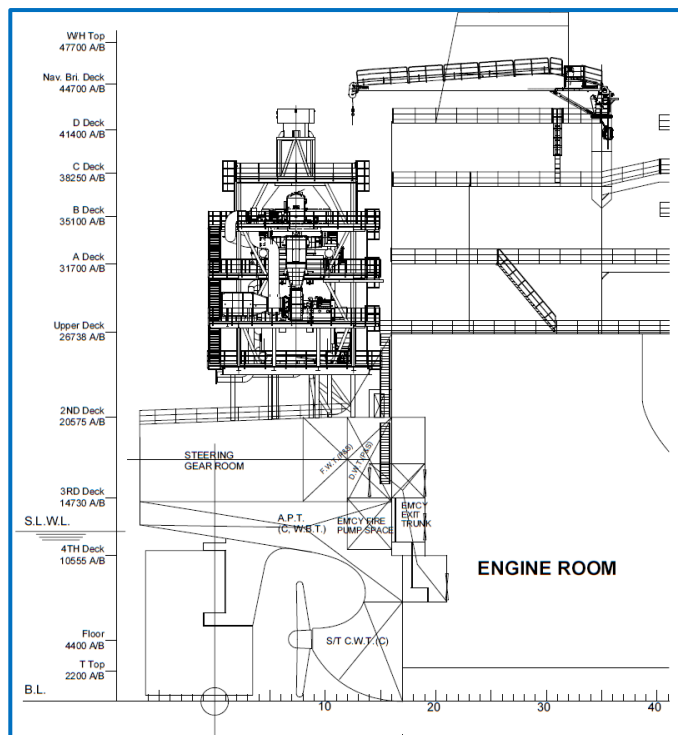


Figura 25: Posizione nuova caldaia per acqua di mare a poppa FSRU

Il sistema utilizzerà solo una parte dell'acqua di mare dal sistema di rigassificazione (mediante circa 1800m³/h su una portata complessiva operativa di circa 12000 m³/h) che, attraverso una tubazione dedicata, sarà trasferita a sistema di riscaldamento a poppa, dove l'acqua di mare passerà attraverso degli scambiatori a piastre dove verrà effettuato lo scambio termico tra acqua di mare e l'acqua dolce riscaldata dal riscaldatore.

La parte di acqua di mare riscaldata sarà rimandata tramite un'altra tubazione a prua dove sarà reimpressa nel sistema acqua mare dell'impianto di rigassificazione aumentandone così la temperatura fino a 14 °C.

L'acqua così riscaldata passerà regolarmente negli scambiatori per la vaporizzazione dell'GNL e sarà scaricata in mare sempre con un differenziale massimo di 7 °C, uscendo comunque ad una temperatura inferiore a quella di ingresso.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 58 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Il gas utilizzato per il riscaldatore verrà prelevato dal collettore di mandata del gas naturale rigassificato.

Il sistema verrà utilizzato nel periodo da ottobre ad aprile, quando tipicamente sono attese temperature dell'acqua mare inferiori ai 14°C per lunghi periodi.

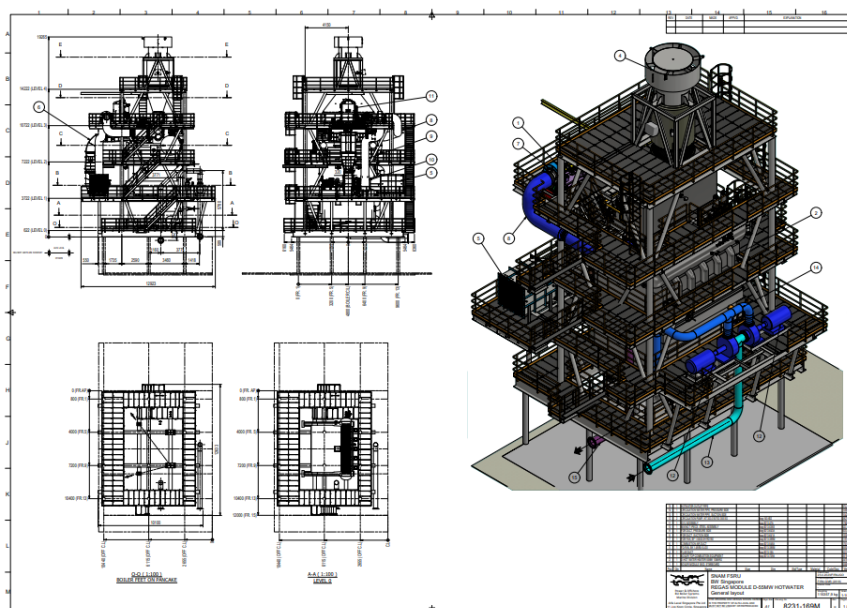


Figura 26: Dettagli nuova caldaia per acqua di mare a poppa FSRU

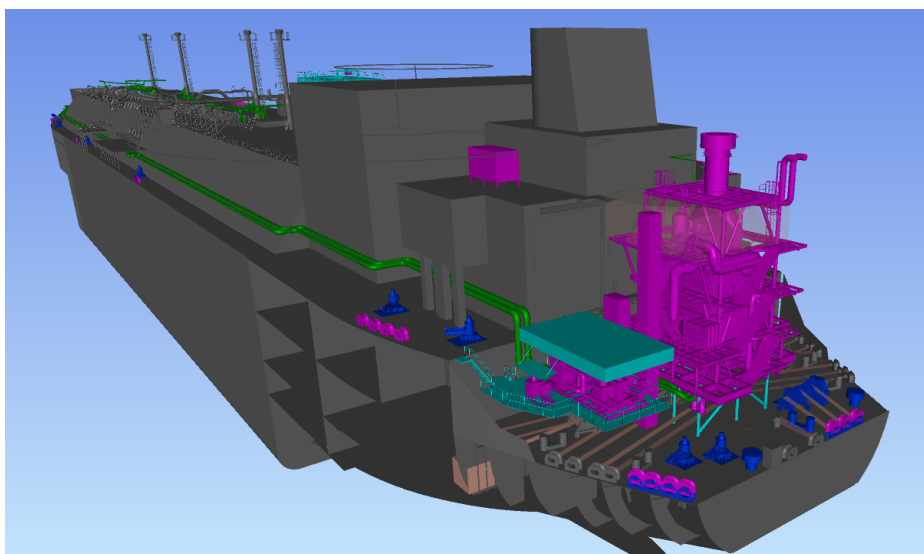


Figura 27: Modello CAD nuova caldaia per acqua di mare a poppa FSRU

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 59 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.9 Predisposizione installazione di un compressore per la gestione del minimum send-out

Sarà realizzata una predisposizione per la futura installazione di un compressore per la produzione di Boil-Off Gas (BOG) durante le fasi di minima portata di rigassificazione da parte della FSRU (Minimum Send-Out scenario).

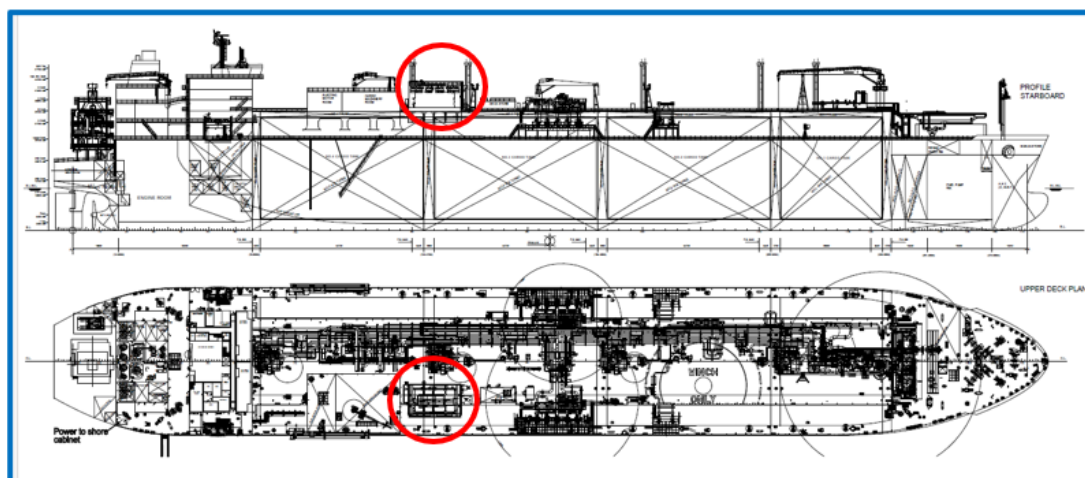


Figura 28: Posizione futuro compressore di minimo send-out

L'intervento consisterà nell'installare tutti i sistemi ausiliari necessari per la futura eventuale installazione di un compressore per gestire lo scenario di minimo send-out.

Il compressore consentirà, in caso di prolungati stop dell'impianto di rigassificazione, l'invio in rete del Boil Off Gas proveniente direttamente dai serbatoi.

Gli interventi di predisposizione prevedono:

- L'installazione di idoneo basamento e copertura sul ponte di coperta della nave.
- La predisposizione dei collegamenti alle utilities dell'unità (acqua di raffreddamento, aria, azoto, etc)
- La predisposizione di tutti i collegamenti elettrici e di controllo con i sistemi esistenti sulla unità

Tali sistemi saranno solamente installati ma non messi in esercizio.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 60 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.10 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. L'impianto prevede un sistema di protezione in caso di sovrappressione (HIPPS) a bordo della FSRU prima dei bracci di scarico GN.

In allegato è disponibile la specifica tecnica dei bracci di carico prevista dal progetto.

Allegato B.3.2-A Specifica tecnica bracci di carico piattaforma

B.3.2.11 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 $3^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ 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-A**.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 61 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.12 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°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.

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 $4.430 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Pressione in uscita $6,5 \text{ barA}$.

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 $28.500 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Pressione in uscita $2,0 \text{ barA}$.

Nel caso in cui il BOG presente nell'impianto non fosse completamente

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 62 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.3.2.13 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 3).

B.3.2.14 Reti di servizio

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

B.3.2.14.1 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 Nm³/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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 63 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.14.2 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.3.2.14.3 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.3.2.14.4 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 m³ 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 64 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.2.14.5 Sistema Acque Reflue e Gestione delle Acque Oleose

Si rimanda al paragrafo E.1.

B.3.2.14.6 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 nel seguente allegato.

Allegato B.3.2-B Sistema di stoccaggio e movimentazione dei carburanti liquidi su FSRU

B.3.2.15 Sistema di mitigazione schiume

SNAM FSRU Italia ha ritenuto opportuno adottare, similmente a situazioni simili, degli accorgimenti tecnici volti a mitigare e/o contenere una eventuale formazione di schiume che potrebbero originarsi dal naturale mescolamento dell'acqua di mare dovuta al funzionamento del sistema di rigassificazione.

In particolare, il sistema studiato prevede l'installazione di un idoneo sistema di panne galleggianti opportunamente vincolate allo scafo della prua della FSRU e alla piattaforma al fine di ottenere una zona di calma dove la turbolenza dello scarico potrà dissolversi o eventualmente essere abbattuta attraverso l'installazione di due sistemi di erogazione di acqua di mare (spruzzatori) opportunamente dimensionati ed installati sulle briccole più prossime al punto di scarico.

La figura sottostante è estratta dalla planimetria di progetto 000-GB-A-17311.

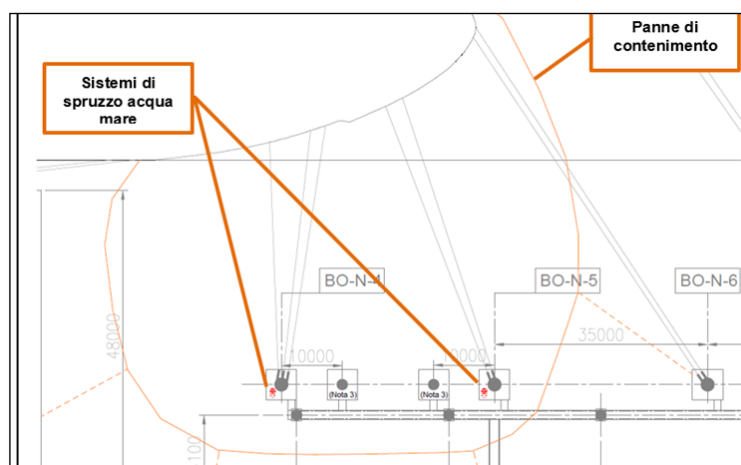


Figura 29: Sistema di mitigazione schiume

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 65 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

B.3.3 Schema a blocchi e schema di processo

Lo Schema a Blocchi del Terminale e gli Schemi di Processo Semplificati (PFD) sono riportati in Allegato B.3.3-A, in Allegato B.3.3-B sono forniti i P&ID della struttura di ormeggio del terminale, inclusivi delle sezioni interamente progettate ex novo per il progetto in analisi, in Allegato B.3.3-C i P&ID della nave FSRU.

Allegato B.3.3-A Diagramma a blocchi e schemi di processo semplificati del terminale

Allegato B.3.3-B P&ID piattaforma

Allegato B.3.3-C P&ID nave

I bilanci di materia ed energia sono riportati in Allegato B.3.3-D.

Allegato B.3.3-D Bilanci di materia ed energia

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 66 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Capacità serbatoi GNL		
Capacità dei serbatoi FSRU	m ³	170.000
Massimo stoccaggio operativo FSRU	m ³	168.000
Capacità dei serbatoi nave metaniera	m ³	181.000
Portata		
Portata di GN rigassificato – di picco	Sm ³ /h	883.000
	MMSCFD	750
Portata di GN rigassificato – continua	Sm ³ /h	141.000
	MMSCFD	120
Portata di GN rigassificato – minima	Sm ³ /h	59.000
	MMSCFD	50
Portata GNL di scarico da nave metaniera - massima	m ³ /h	9.000
Portata GNL di scarico da nave metaniera - media	m ³ /h	8.000
Pressione		
Massima pressione GN ad onshore	barg	120
Pressione operativa GN verso le Utenze	bara	80
Pressione operativa serbatoi FSRU	bara	1,25
Temperatura		
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 in uscita	°C	> 5

Tabella 6: Capacità produttiva e parametri operativi

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 67 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 68 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 (CH₄), 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 69 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

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 ³	448,75	462,54
Indice di Wobbe	MJ/Sm ³ kcal/Sm ³	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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 70 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 71 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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}
Sezione P - Pericoli fisici						
P5c LIQUIDI INFIAMMABILI		1.160	5.000	50.000	0,232	0,023
Gasolio	P5c, E2	1.159,6	5.000	50.000	0,232	0,023
Sezione E - Pericoli per l'ambiente						
E1 Pericoloso per l'ambiente acquatico, categoria di tossicità acuta 1 o di tossicità cronica 1		4.835	100	200	48,351	24,175
Olio Combustibile	E1	4.774	100	200	47,739	23,869
Ipcolorito 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)		81.864	50	200	1.637,277	409,319
Gas Naturale	P2	81.864	50	200	1.637,277	409,319
34. Prodotti petroliferi e combustibili alternativi		5.933	2.500	25.000	2,373	0,237
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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 72 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 73 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 74 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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^a 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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 75 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 76 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 77 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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").

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 78 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 79 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 nave¹. 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.

¹ 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 80 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 81 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 82 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

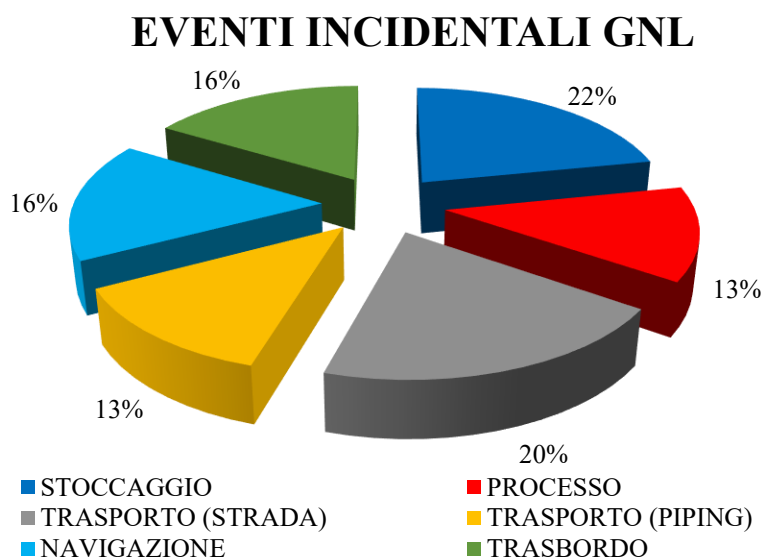
Fase Attività	n.	Anno	Paese	Descrizione
	46	1979	MEDIT	Incaglio di una nave cisterna di GNL
	47	1979	ATLANTIC	Esplosione del motore di una nave cisterna di GNL
	48	1978	---	Incaglio di una nave cisterna di GNL
Trasbordo	49	2011	AUS	Rilascio di GNL durante il caricamento di una nave cisterna al terminale
	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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 83 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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



	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 84 di 269	Rev. 2

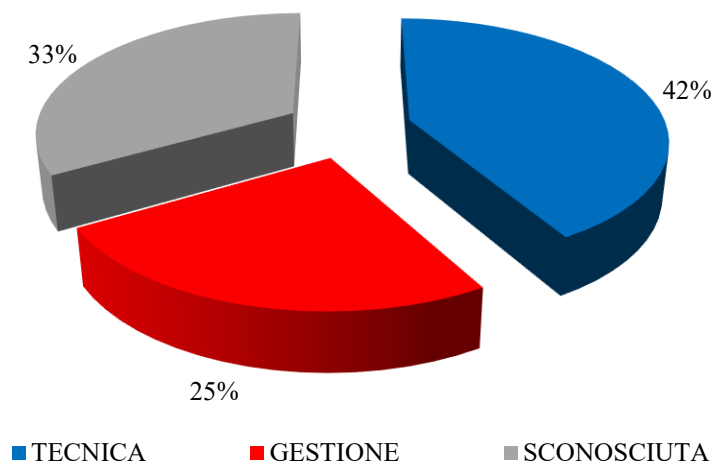
Rif. TRR: 72452

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

STOCCAGGIO

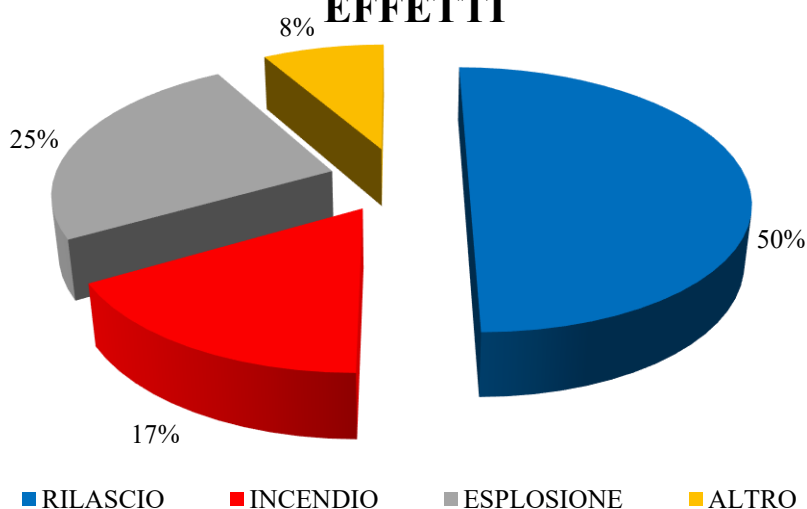
Sono stati individuati n. 12 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di stoccaggio.

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%).

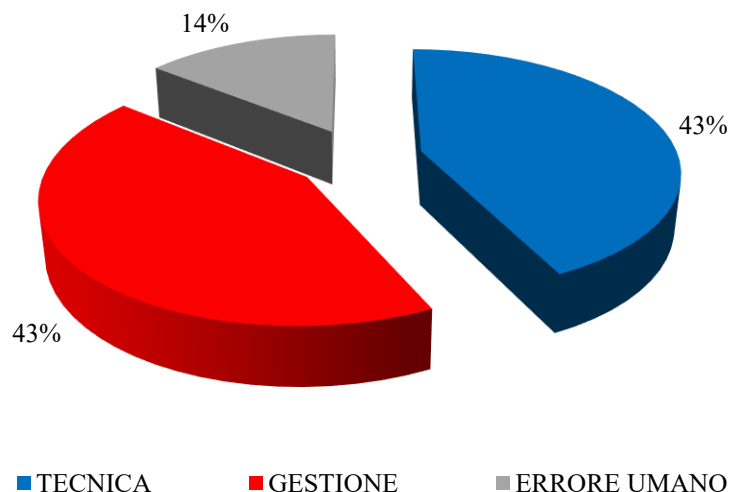
	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 85 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

PROCESSO

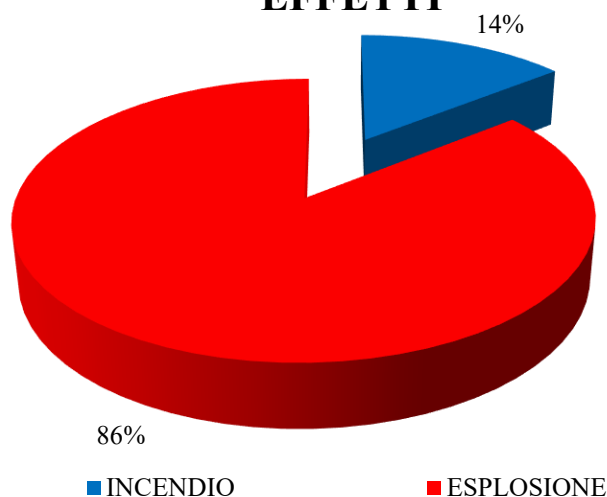
Sono stati determinati n. 7 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di processo.

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%).

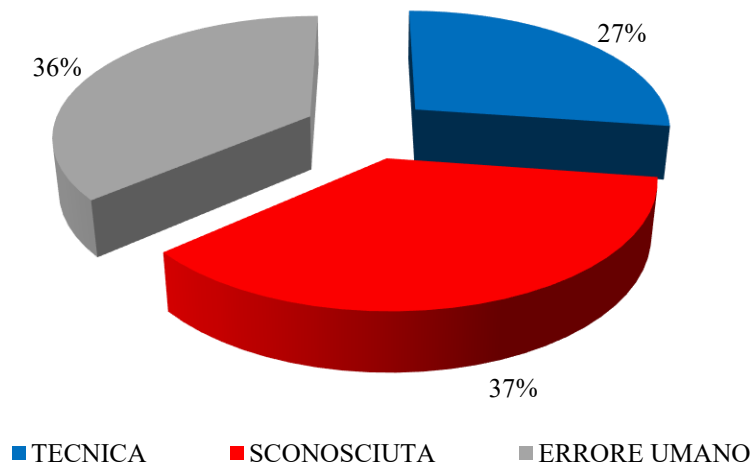
	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 86 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

TRASPORTO SU STRADA

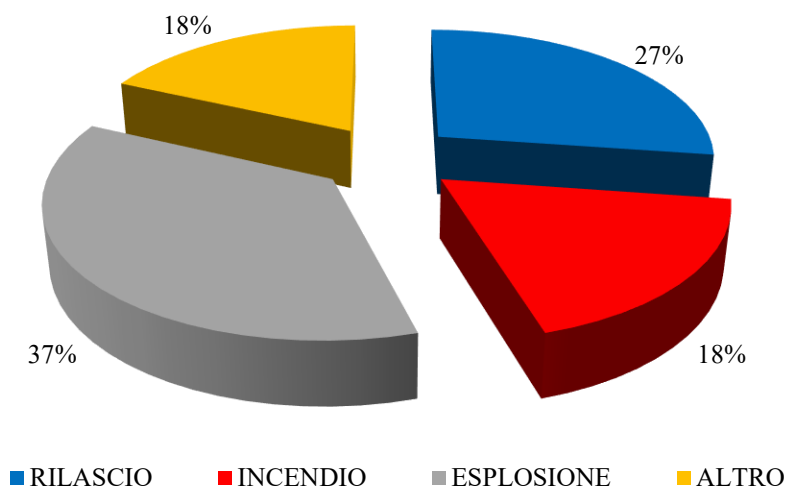
Sono stati determinati n. 11 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante il trasporto su strada.

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%).

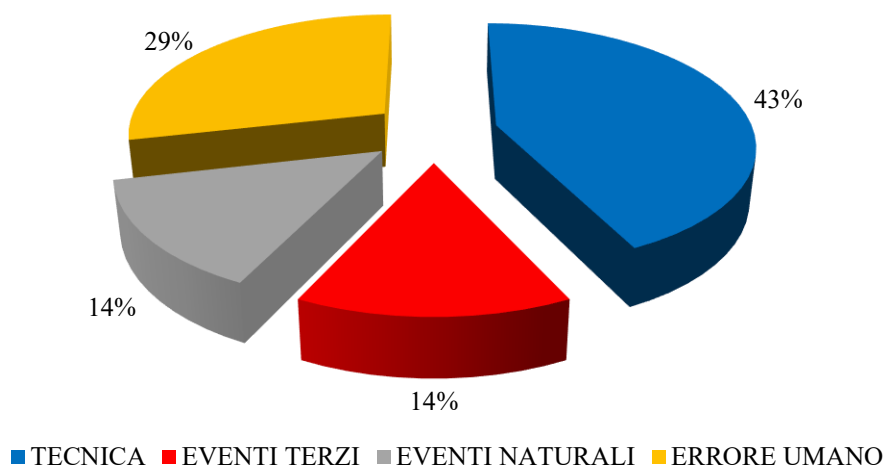
	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 87 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

TRASPORTO IN PIPING

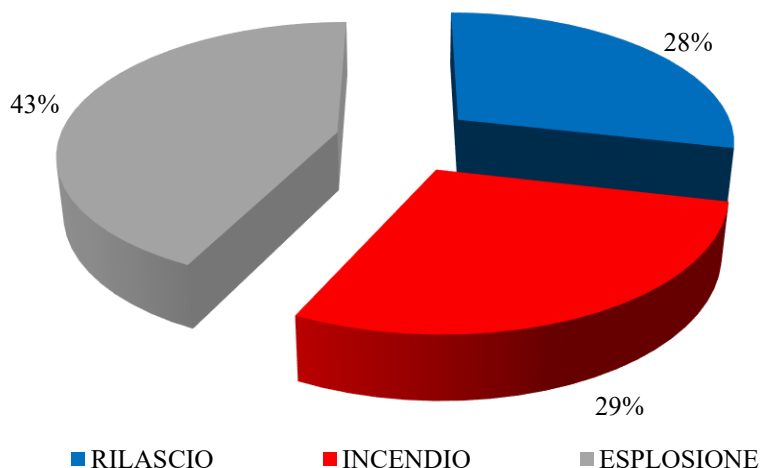
Sono stati determinati n. 7 casi d'incidenti accaduti in tutto il mondo durante le fasi di trasporto in piping.

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



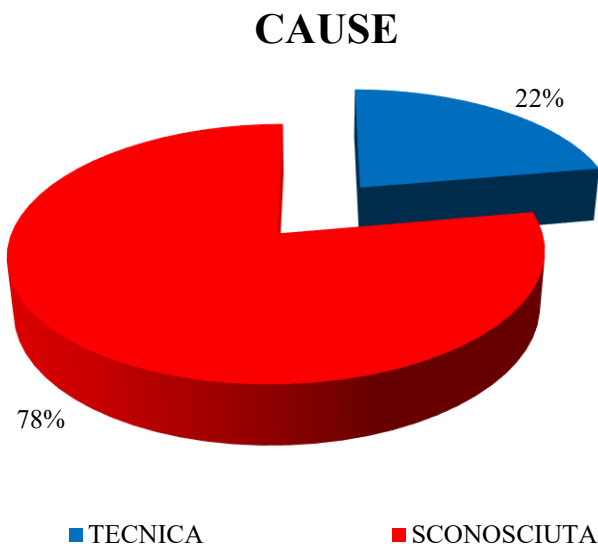
Gli effetti si suddividono in rilascio (28%), esplosione (43%), incendio (29%) e altro (8%).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 88 di 269	Rev. 2

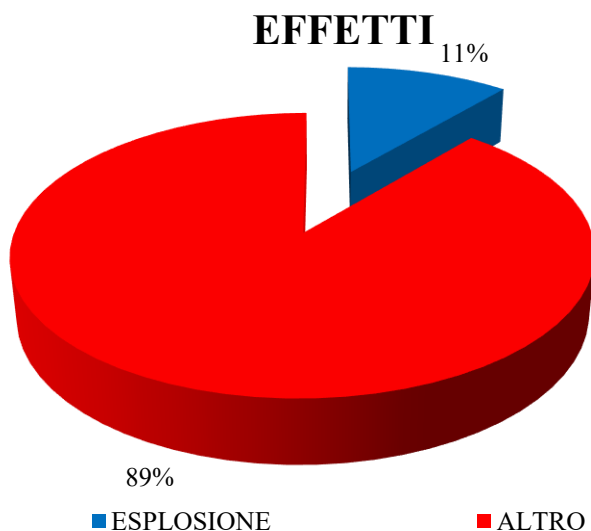
Rif. TRR: 72452

NAVIGAZIONE

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



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.



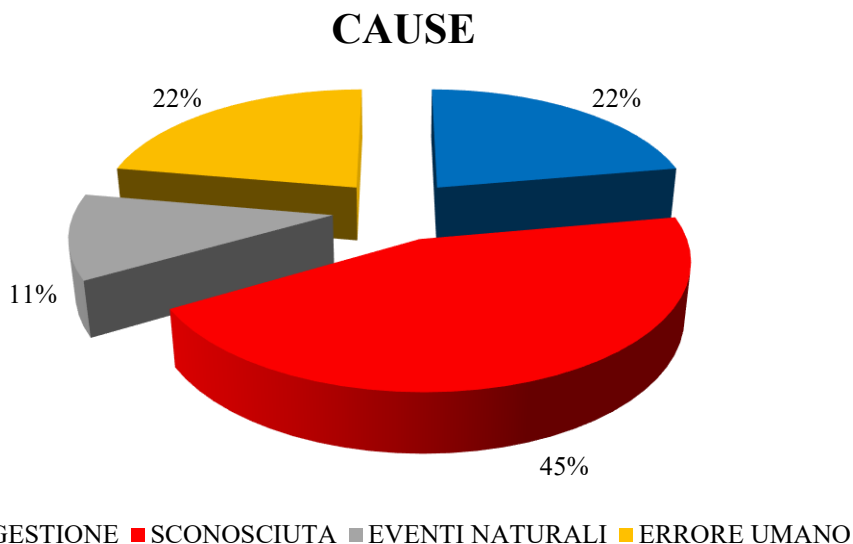
Gli effetti si suddividono in esplosione (89%) e altro (11%).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 89 di 269	Rev. 2

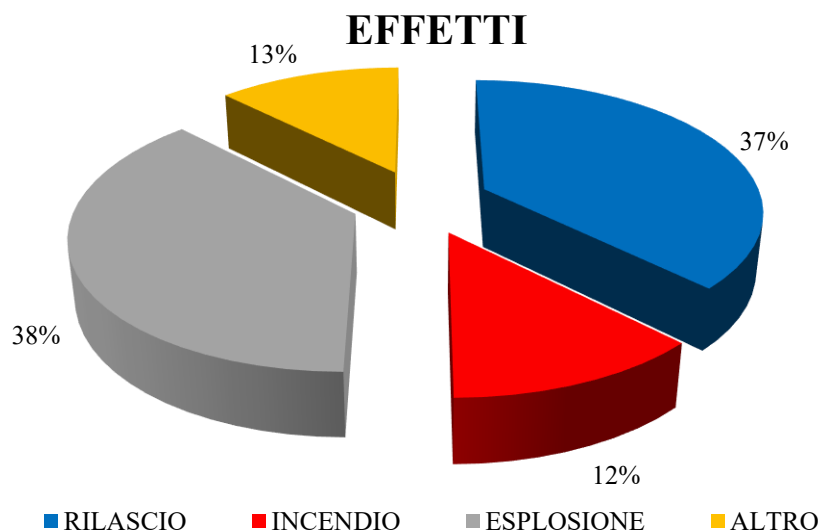
Rif. TRR: 72452

TRASBORDO

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



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.



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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 90 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

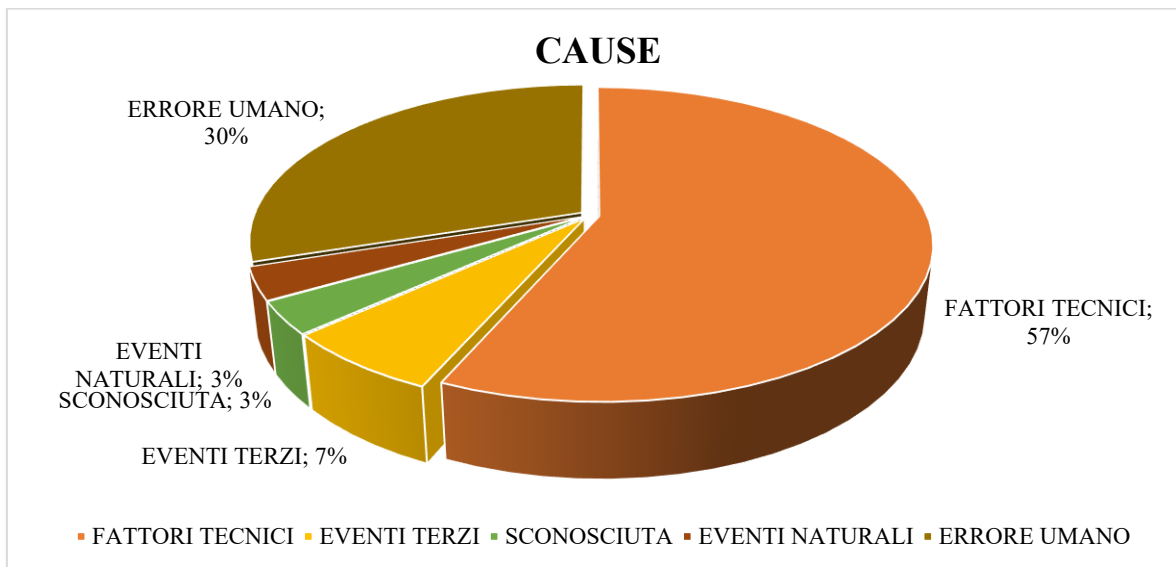
Nel database sono stati registrati 27 eventi classificati come Major Accident che hanno riguardato il settore del GNL.

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%

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 91 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 92 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

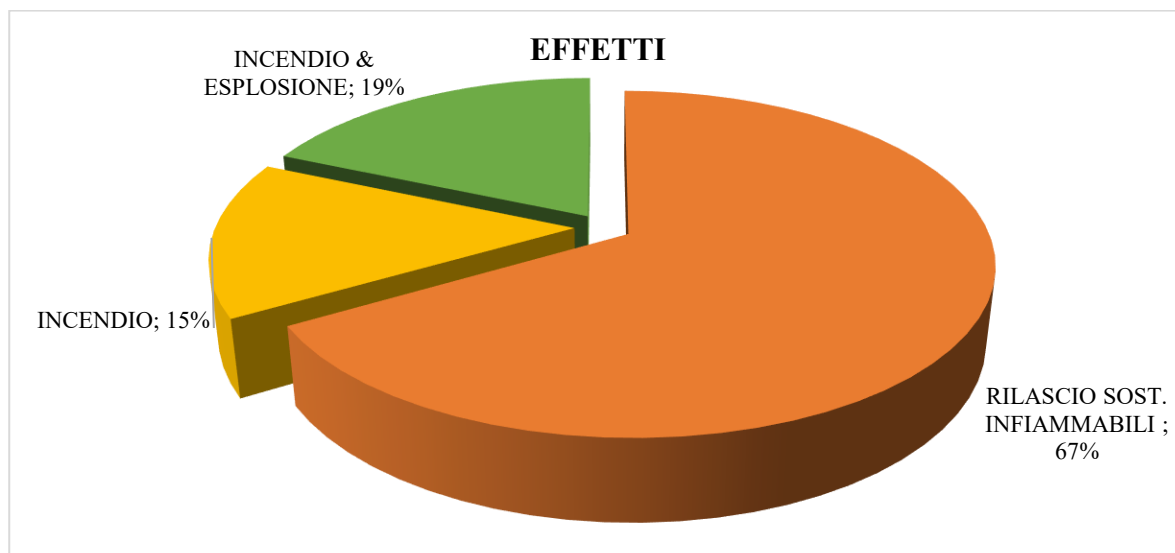
EVENTI NATURALI	n.	%	PROCESSO	MOVIMENTAZIONE
Freddo	0	0%	0	0
Caldo	0	0%	0	0
Vento	1	100%	1	0
Temporale	0	0%	0	0
Terremoto	0	0%	0	0
Inondazione	0	0%	0	0
Fulmine	0	0%	0	0

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 93 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



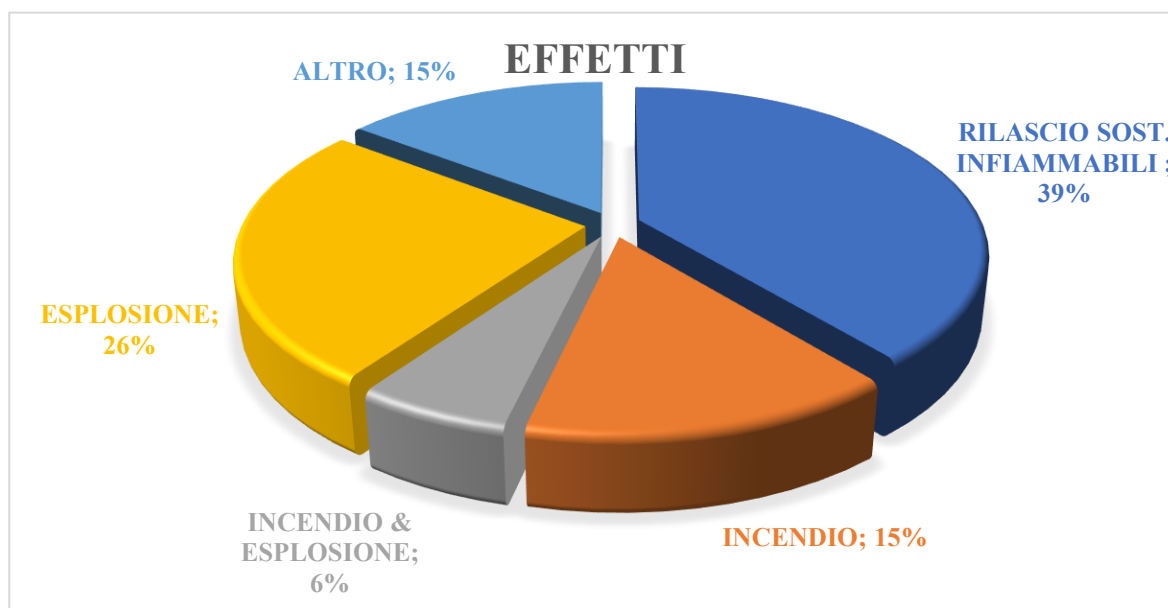
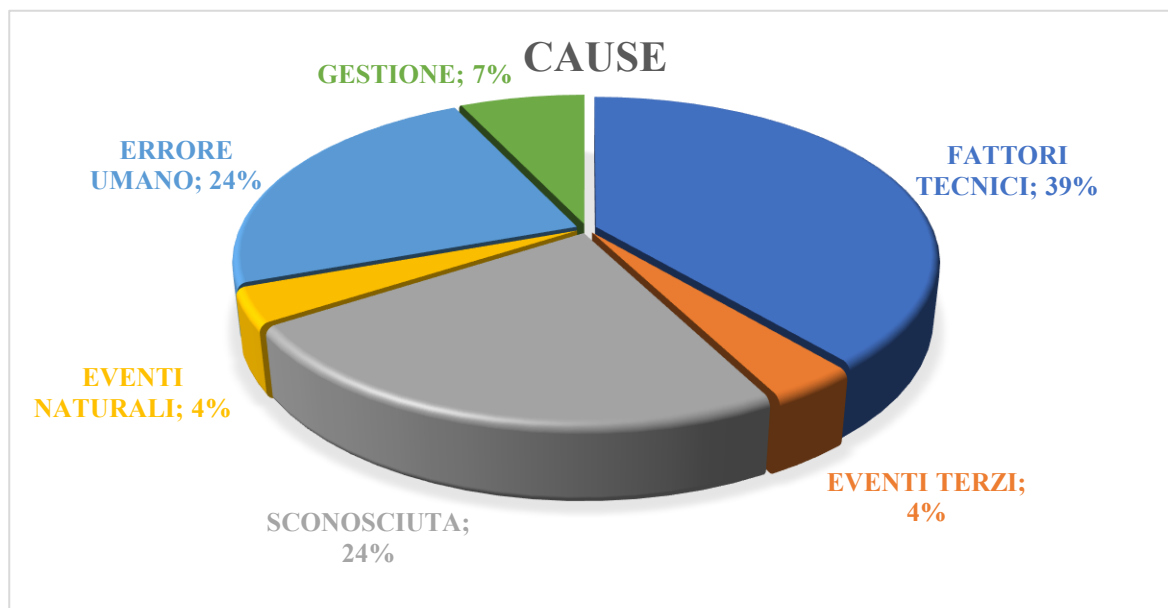
	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 94 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.



	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 95 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 96 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

Nel seguente allegato 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.

Allegato C.3.1-A Dati Meteorologici 2017-2021

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 97 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.3.2-A insieme alla mappa della classificazione sismica italiana, redatta dal Dipartimento della Protezione Civile e aggiornata al 31 marzo 2022.

Allegato C.3.2-A Classificazione sismica nazionale

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 98 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

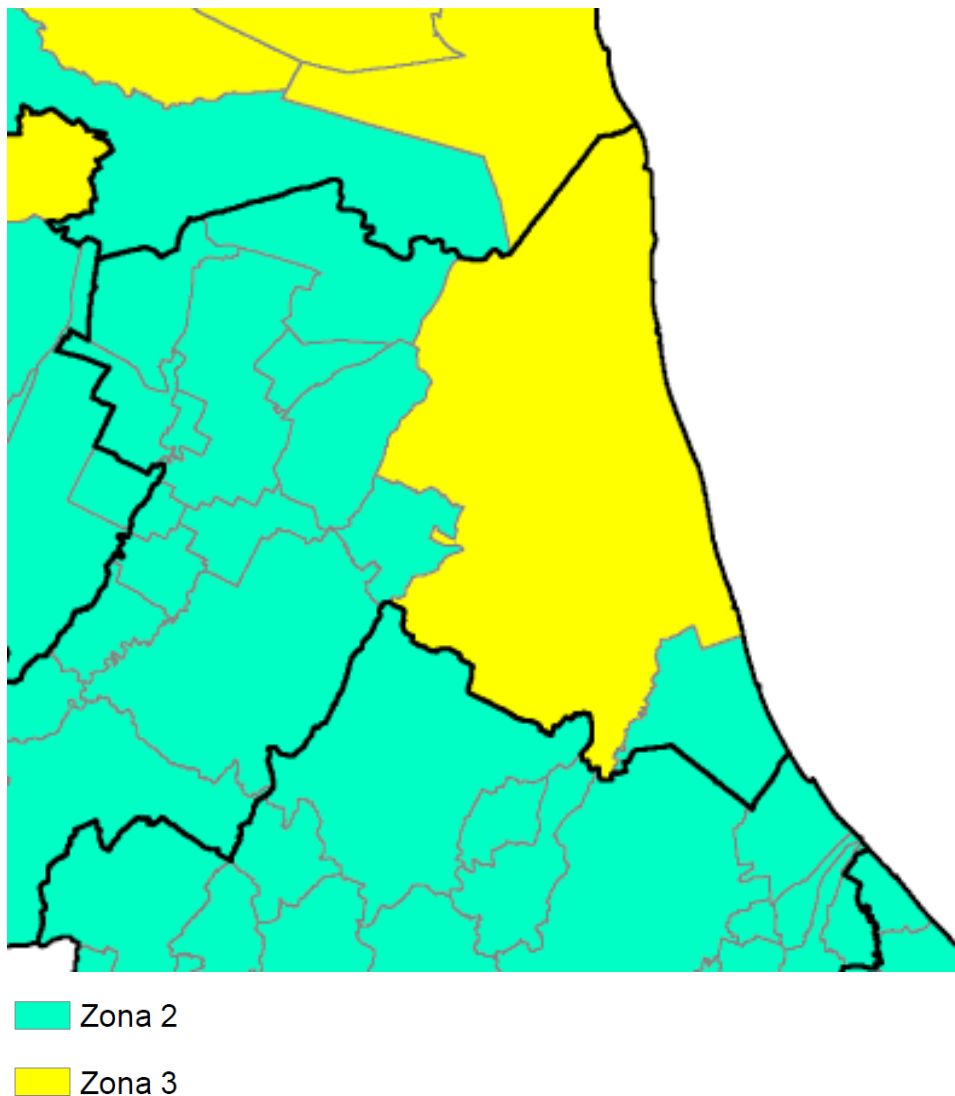


Figura 30: Estratto classificazione sismica della regione Emilia Romagna – area di Ravenna

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 99 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 31.

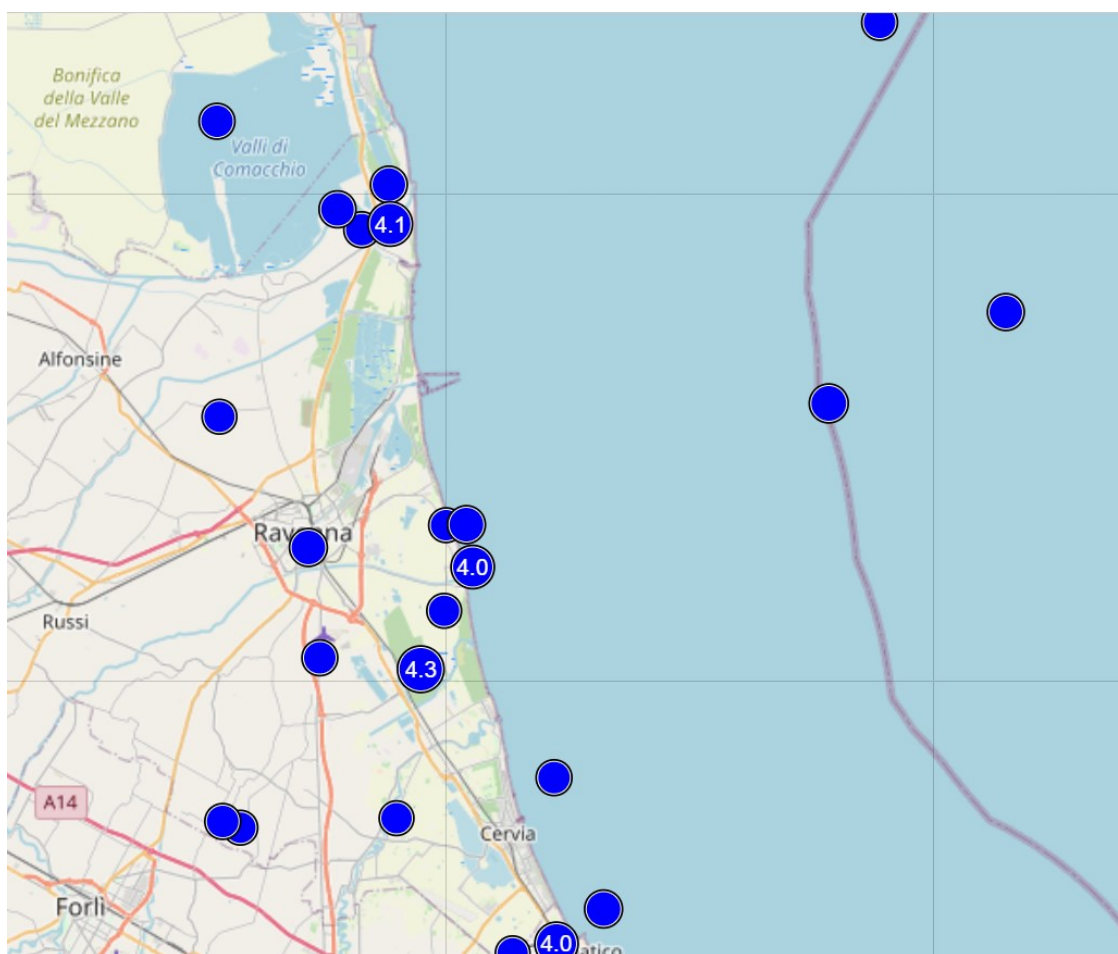


Figura 31: Mappa dei terremoti entro 30 km dal punto al largo di Punta Marina (RA) (Fonte: INGV)

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 100 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.3.2.2 *Rischio idrogeologico*

Nel seguente allegato è disponibile la Mappa delle pericolosità da frana e idraulica, dal sito ISPRA.

Allegato C.3.2-B Mappa rischio idrogeologico

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 cespuglietti 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-B 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 101 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

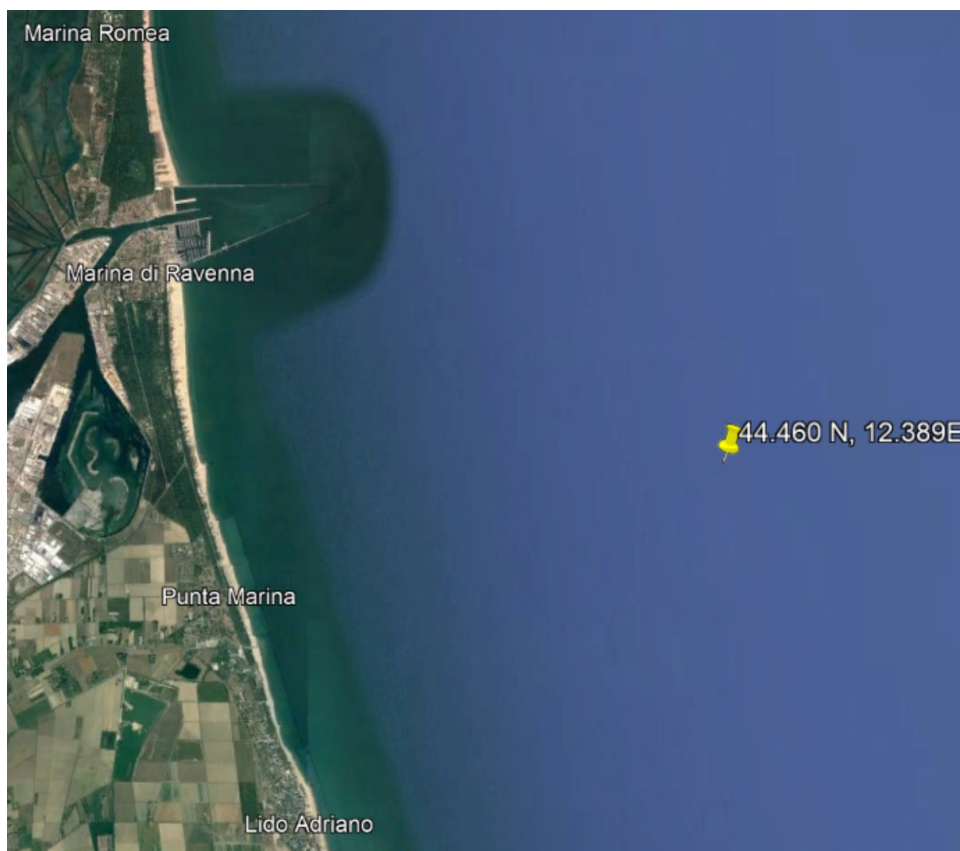


Figura 32: Punto analizzato nello studio meteo marino

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.

	PROGETTISTA	 Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000		
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 102 di 269	Rev. 2	

Rif. TRR: 72452

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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.00	7.65
Omnicir	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	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			
(°N)	Ws-3"	Ws-1'	Ws-10'	Ws-1h	Ws-3"	Ws-1'	Ws-10'	Ws-1h	Ws-3"	Ws-1'	Ws-10'	Ws-1h	Ws-3"	Ws-1'	Ws-10'	Ws-1h	Ws-3"	Ws-1'	Ws-10'	Ws-1h
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
Omnicir	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 16: Velocità annuali di vento estremo con direzioni di provenienza nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E

	PROGETTISTA	 Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)		REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 103 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 18 e Tabella 19 e il superamento direzionale annuale al di sopra delle soglie è riportato nella Tabella 20.

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 104 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

		Whole year- Hs(m) vs Tp(s) - DHI Data Point 44.460°N 12.389°E																					
Peak wave period (s)		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	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	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	0.00	1.89	
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	0.00	13.75	
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	0.00	21.28	
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	0.00	26.28	
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	0.00	20.60	
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	0.00	10.69	
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	0.00	4.39	
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	0.00	0.92	
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	0.00	0.19	
11.0		0.00	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	0.03	
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	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	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	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	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	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	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	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	0.00	0.00	100.00	

Tabella 19: Distribuzione annuale Hs-Tp nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E

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 44.4607N 12.389E

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 _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (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 44.4607N 12.389E

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 105 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (s)	H _{max} (m)	T _{max} (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
Septemehr	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 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
Septemehr	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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 106 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 107 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 108 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 109 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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). 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 110 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Figura 33: Distribuzione dei POIs nel territorio italiano, ARP = 2.500 anni

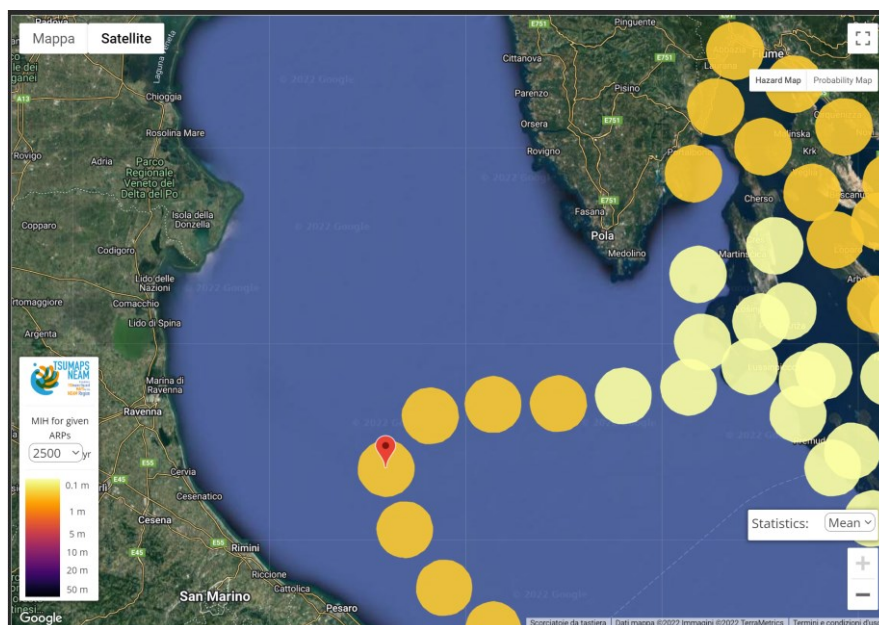


Figura 34: Distribuzione dei POIs lungo il tratto di costa più prossimo all'area di Punta Marina e indicazione del POI assunto come riferimento, ARP = 2.500 anni

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischio	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 111 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

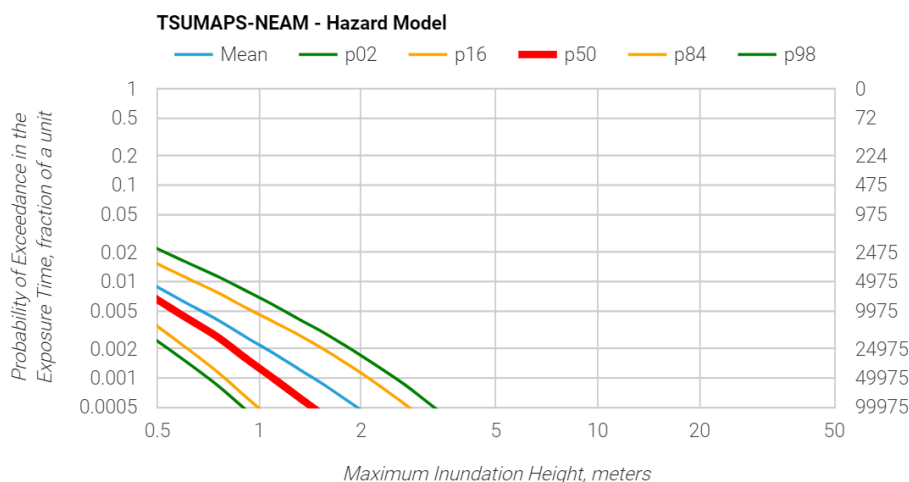


Figura 35: Curve di rischio per il POI assunto.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 112 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 trascinamento 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> Scoperchiamento 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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 113 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 36: 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/km² (tratto da Norma Italiana CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio"). Nel seguente allegato è disponibile la mappa dello stabilimento con il valore medio di fulminazione Ng dall'applicazione CEI PRODIS.

Allegato C.3.2-C Dati di fulminazione

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 114 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.4.0-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. **Le variazioni legate alle più recenti ottimizzazioni progettuali sono evidenziate in rosso.**

Allegato C.4.0-A Analisi Preliminare Per L'Individuazione Delle Aree Critiche (Metodo A Indici)

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 115 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 116 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	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
10	10 - Sistema di riscaldamento acqua mare	D.P.C.M. 31/03/1989	L'unità considera il sistema di riscaldamento acqua mare e le due tubazioni di alimentazione

Tabella 34: Elenco e descrizione delle unità logiche

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 117 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
G	206,18	MODERATO	7,01	LIEVE
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
G	63,00	BASSO	1,93	LIEVE
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
G	116910,98	GRAVISSIMO	1337,24	ALTO II
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
G	1529,28	ALTO II	57,59	BASSO
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 38: Indici di rischio per unità 4

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 118 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
G	510,08	ALTO I	19,21	LIEVE
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
G	3503,81	MOLTO ALTO	131,94	MODERATO
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
G	54,34	BASSO	1,84	LIEVE
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
G	632,60	ALTO I	19,60	LIEVE
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 42: Indici di rischio per unità 8

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 119 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

UNITA' 9 – Metanodotto piattaforma				
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
G	1111,58	ALTO II	34,43	BASSO
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 43: Indici di rischio per unità 9

UNITA' 10 –Sistema di riscaldamento acqua mare				
INDICE	VALORE INIZIALE	CATEGORIA	VALORE FINALE COMPENSATO	CATEGORIA
F	0,00	LIEVE	0,00	LIEVE
C	3,70	MODERATO	0,60	LIEVE
A	110,50	ALTO	6,01	LIEVE
G	213,24	MODERATO	6,58	LIEVE
T	0,00	NON APP.	0,00	NON APP.

Tabella 44: Indici di rischio per unità 10

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
	10 Sistema di riscaldamento acqua mare	213,24	MODERATO	6,58	LIEVE
Metanodotto piattaforma	9 Metanodotto piattaforma	1.111,58	ALTO II	34,43	BASSO

Tabella 45: Distribuzione delle categorie dell'indice di Rischio Generale Iniziale G e Finale (Compensato) G'

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 120 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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;
- **9 unità ricadono in una fascia di rischio ridotta.**

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 121 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 dotata delle medesime installazioni di processo della 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.

La nave analizzata con la metodologia HazOP è la nave denominata GOLAR IGLOO: le due navi sono dotate delle medesime installazioni di processo. A riprova di ciò si riportano nelle immagini seguenti confronti puntuali, sugli stralci dei P&ID delle due navi, con particolare riferimento agli elementi individuati come cause iniziatrici nelle ipotesi HazOp del RdS preliminare.

Si allega inoltre l'analisi HazOp sviluppata da DNV per la nave GOLAR IGLOO. Tutte le raccomandazioni scaturite durante la sessione HazOp sono state implementate.

Allegato C.4.1-A Hazop Nave FSRU DNV e P&I



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

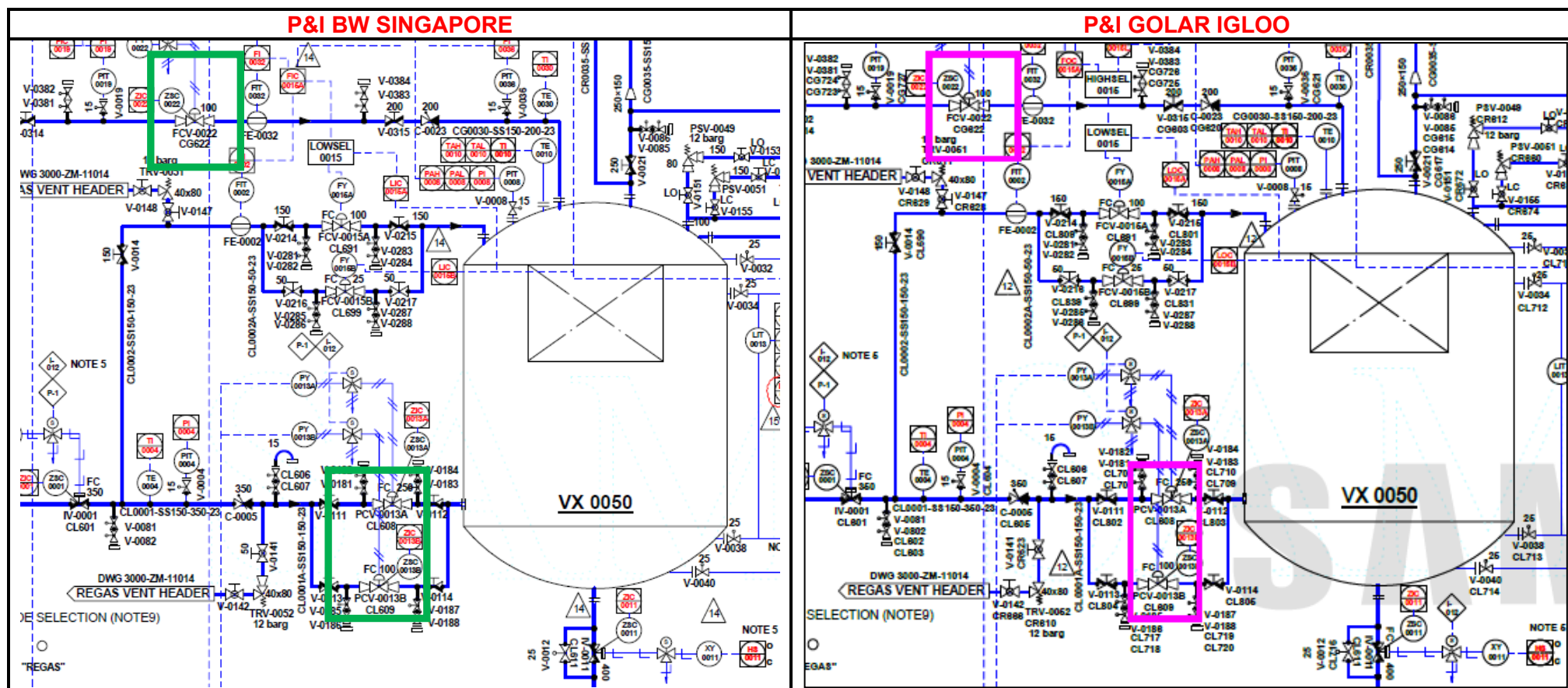
PROGETTO / IMPIANTO

FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 122 di 269

Rev.
2

Rif. TRR: 72452



Il ricondensatore, denominato in entrambi gli schemi VX 0050, ha esattamente le medesime funzioni ed è dotato dei medesimi collegamenti funzionali (linee, valvole, strumentazione).

La valvola regolatrice di portata FCV 022 (in alto negli schemi) regola in entrambi i casi la portata di gas in ingresso al ricondensatore VX 0050.

Analogamente, la valvola regolatrice di pressione PCV0013A, posizionata sulla linea in ingresso al ricondensatore VX 0050 regola l'ingresso di GNL nell'apparecchiatura in entrambi gli schemi.



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

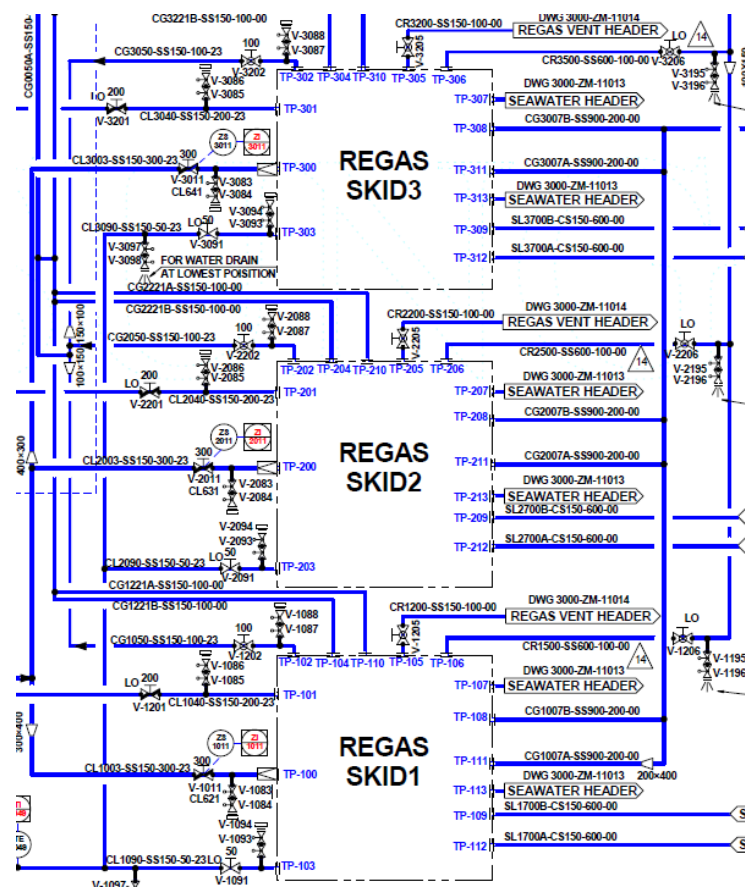
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 123 di 269

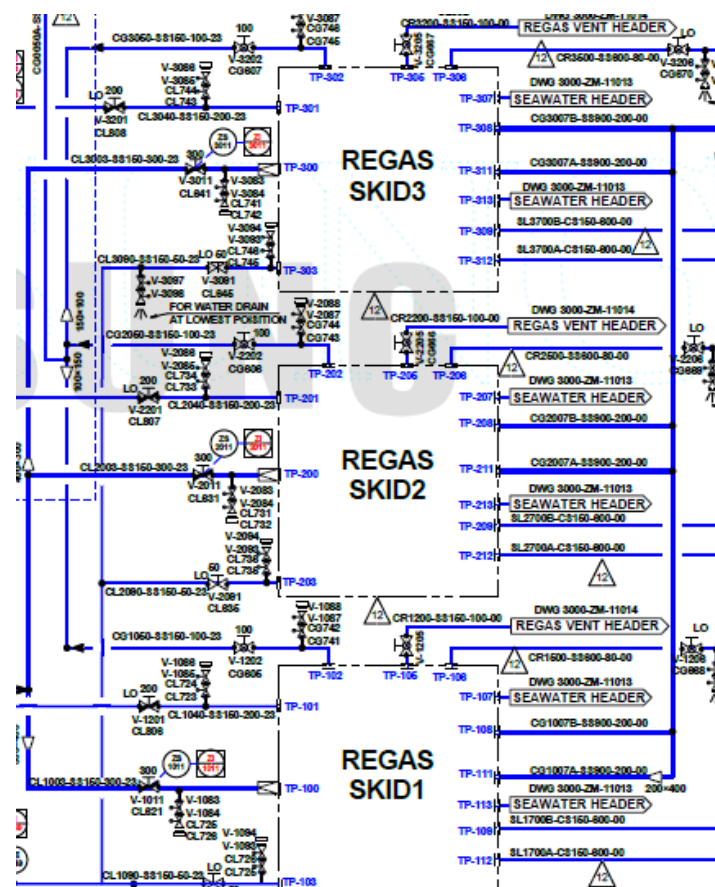
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



Si osservano i 3 moduli di rigassificazione, REGAS SKID 1/2/3, su entrambi i P&I dotati delle medesime linee di collegamento.



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

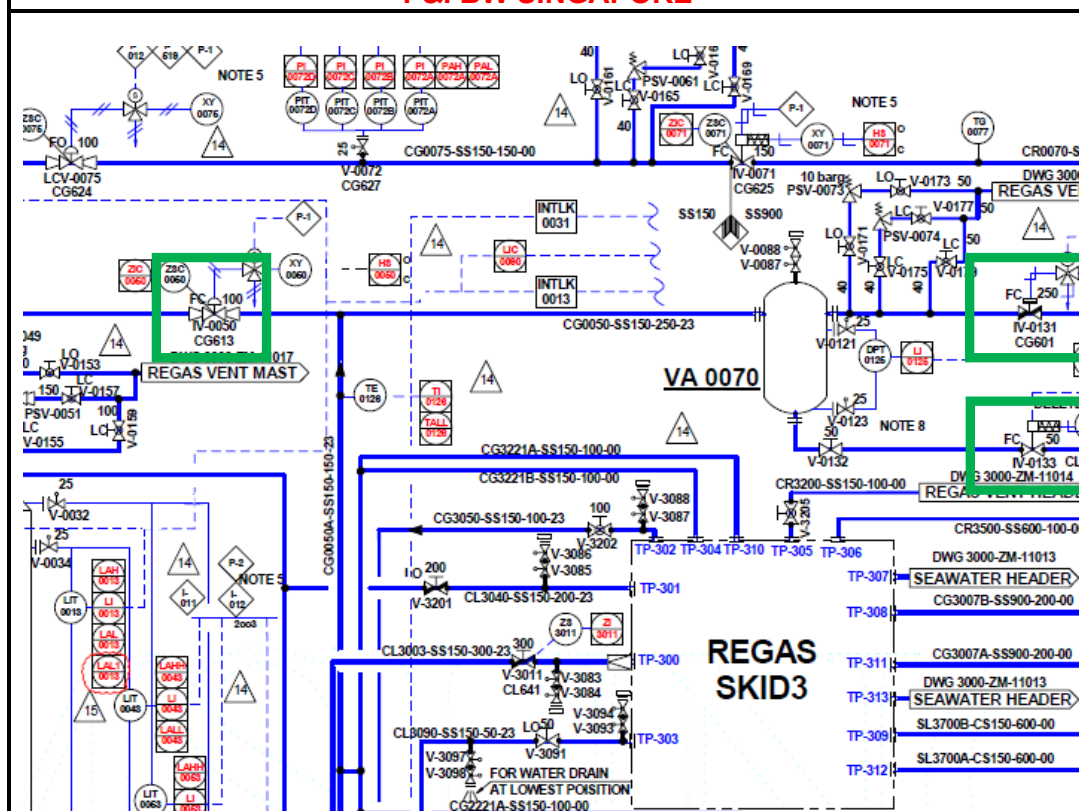
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 124 di 269

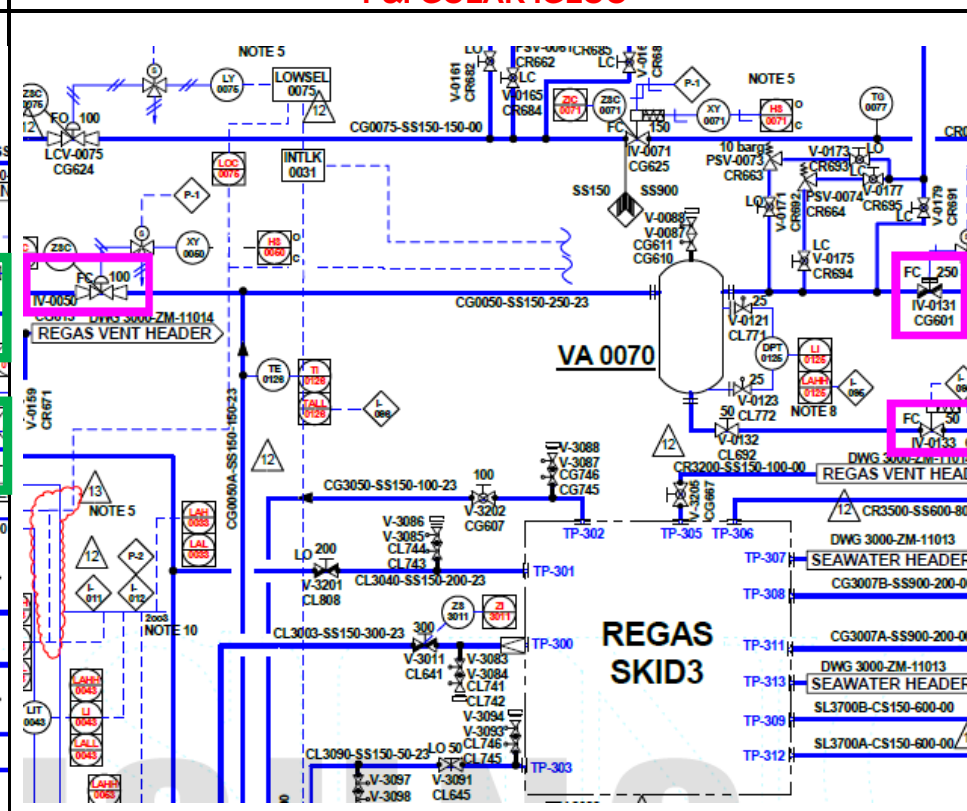
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



Si evidenziano le valvole di blocco gas in uscita IV 0050/0131/0133 sulla linea gas in uscita dal ricondensatore VX 0050, su entrambi gli schemi.



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R22199

UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

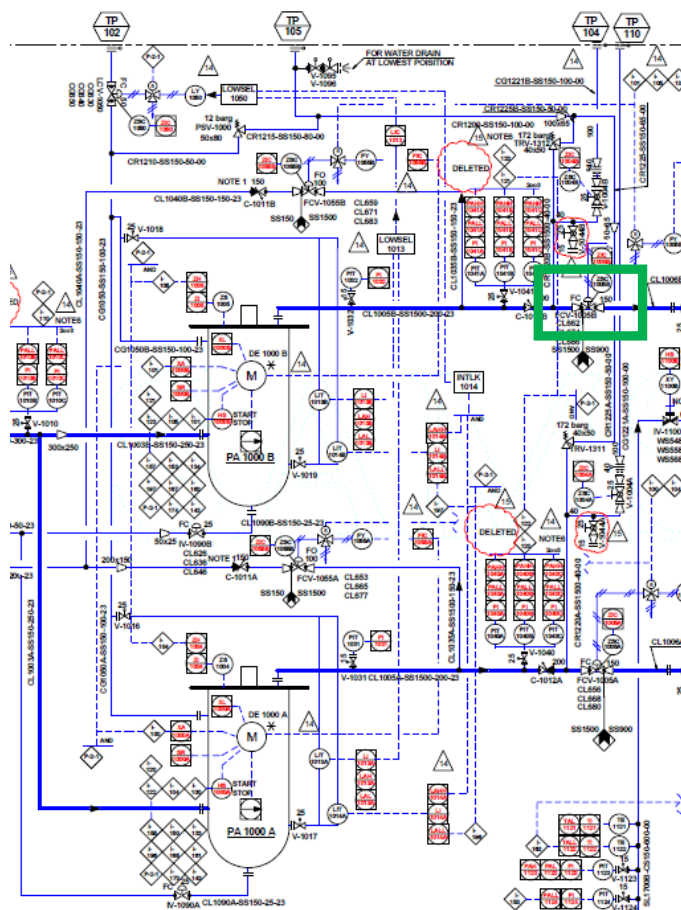
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 125 di 269

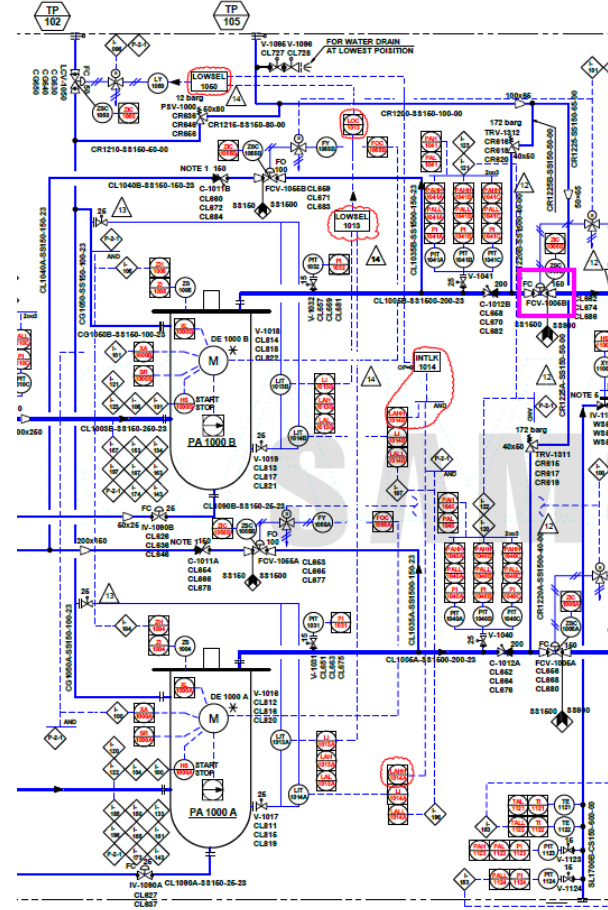
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



Si osservano le due pompe booster, denominate PA1000A/B, per il primo dei tre regas skid: le pompe hanno le medesime sigle in entrambi gli schemi. Seguendo la linea di mandata della pompa booster PA 1000B, in entrambi gli schemi, si evidenzia la valvola FCV 1005 B, regolatrice della portata di mandata.



PROGETTISTA



LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

PROGETTO / IMPIANTO

FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

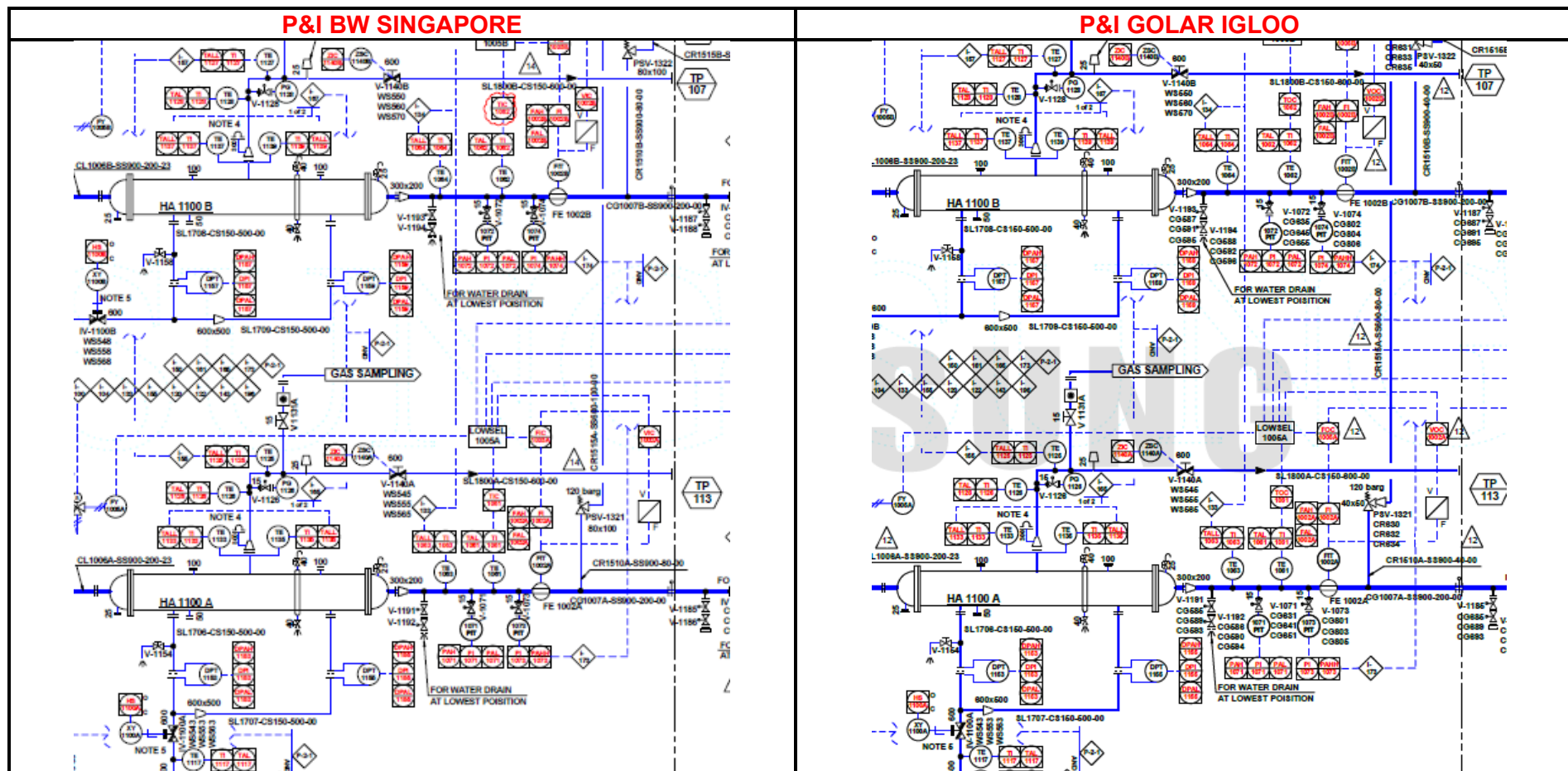
COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

REL-MEC-E-13000

Fg. 126 di 269

Rev.
2

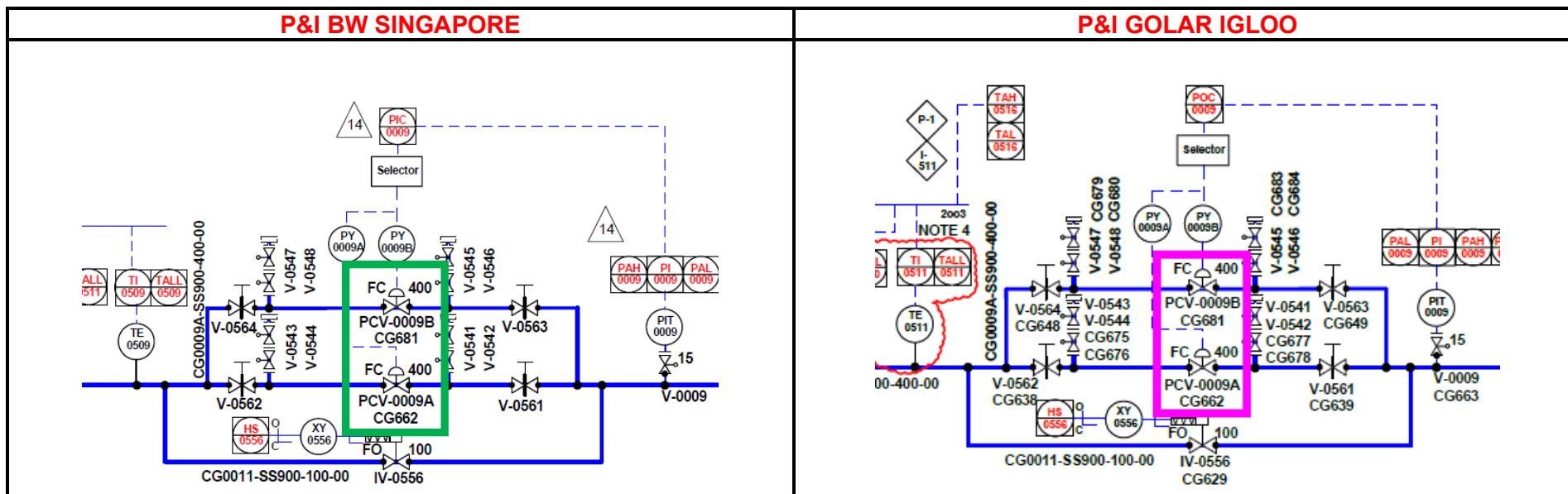
Rif. TRR: 72452



Si osservano i due scambiatori ad acqua di mare per la rigassificazione, per ognuno dei 3 regas skid, denominati in entrambi i P&I HA 1110 A/B

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 127 di 269	Rev. 2

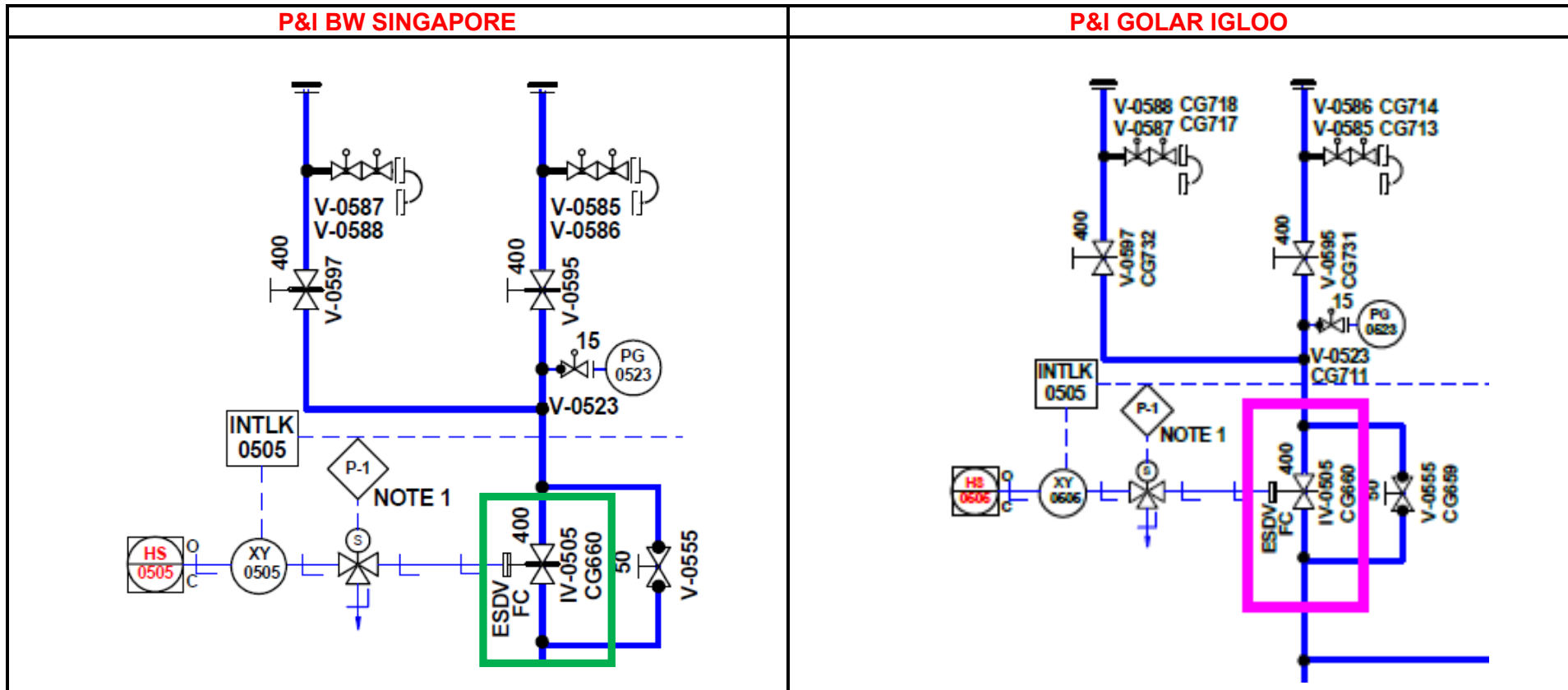
Rif. TRR: 72452



Si evidenziano nei due schemi i due loop PCV 0009 A/B, di controllo della mandata del gas vaporizzato alle utenze esterne.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 128 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Si evidenzia nei due schemi la valvola di blocco IV-0505 sulla linea di mandata del gas vaporizzato alle utenze esterne.



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

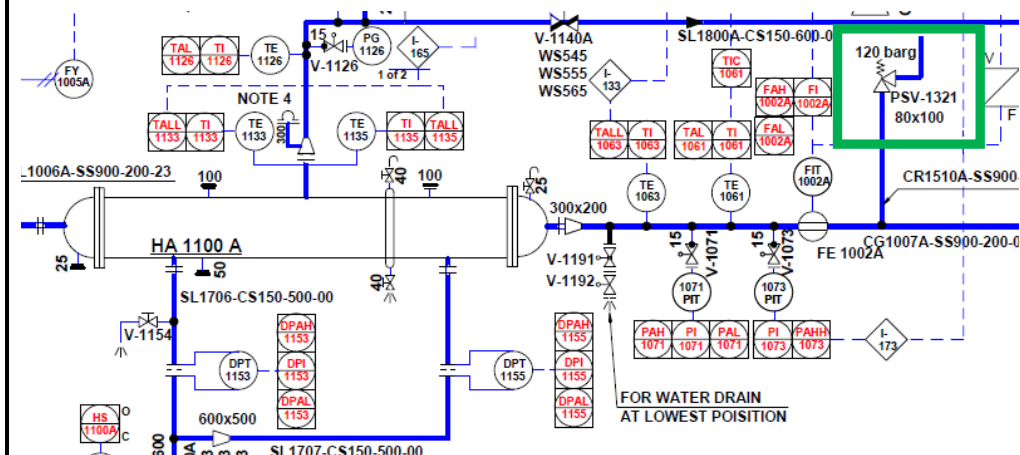
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 129 di 269

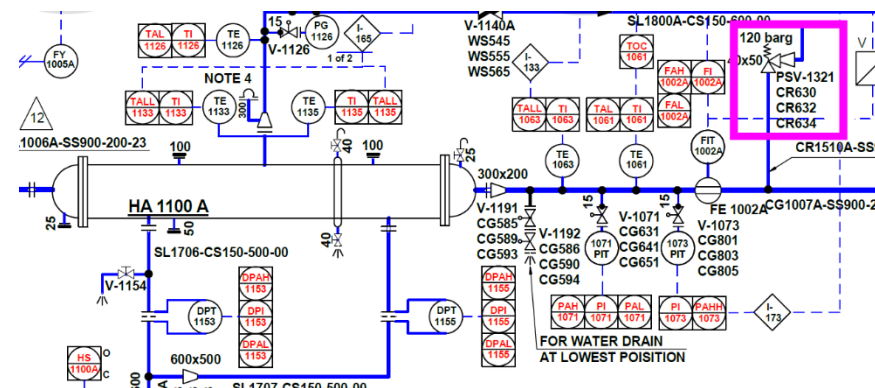
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



Entrambi gli schemi a protezione di uno dei vaporizzatori del primo skid di rigassificazione, HA 1100 A, sono protetti dalla PSV 1321: si evidenzia anche il set point indicato per la PSV, il medesimo per entrambe le navi.



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R22199UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

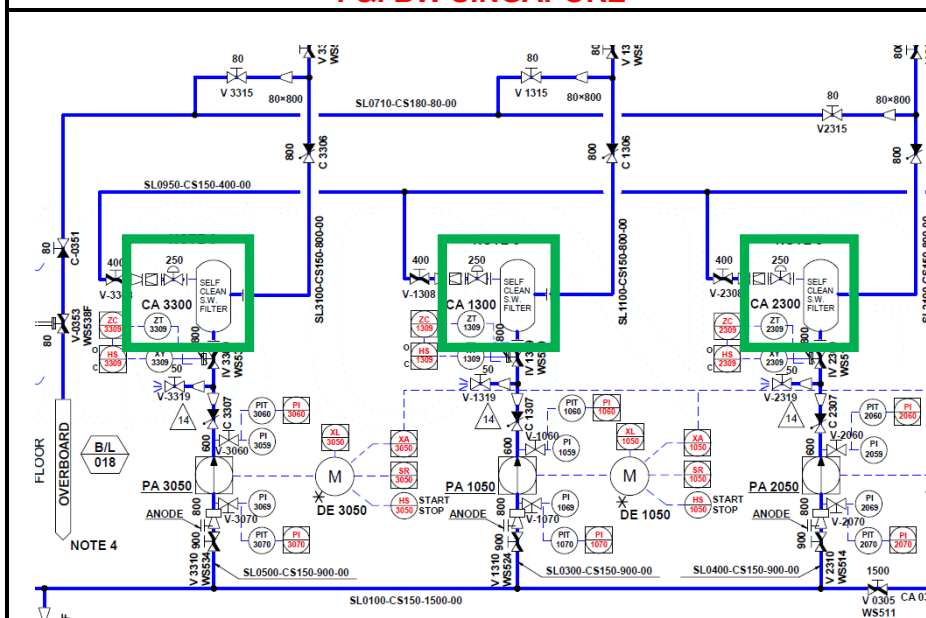
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 130 di 269

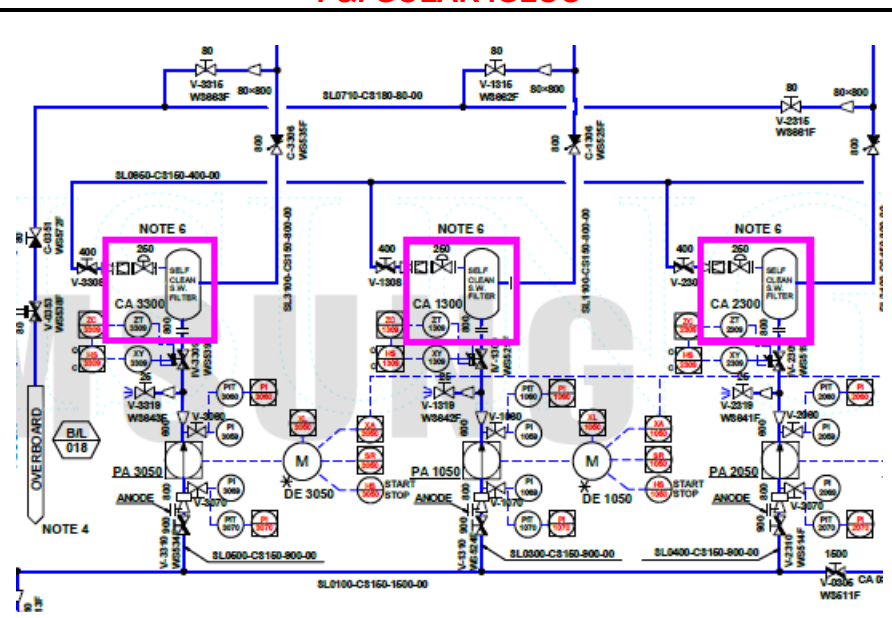
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



Gli schemi mostrano la sezione di aspirazione del circuito acqua mare a confronto: sono evidenziati i filtri autopulenti in mandata delle pompe acqua mare.



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R22199

UNITA'
-

LOCALITA'

RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)

REL-MEC-E-13000

PROGETTO / IMPIANTO

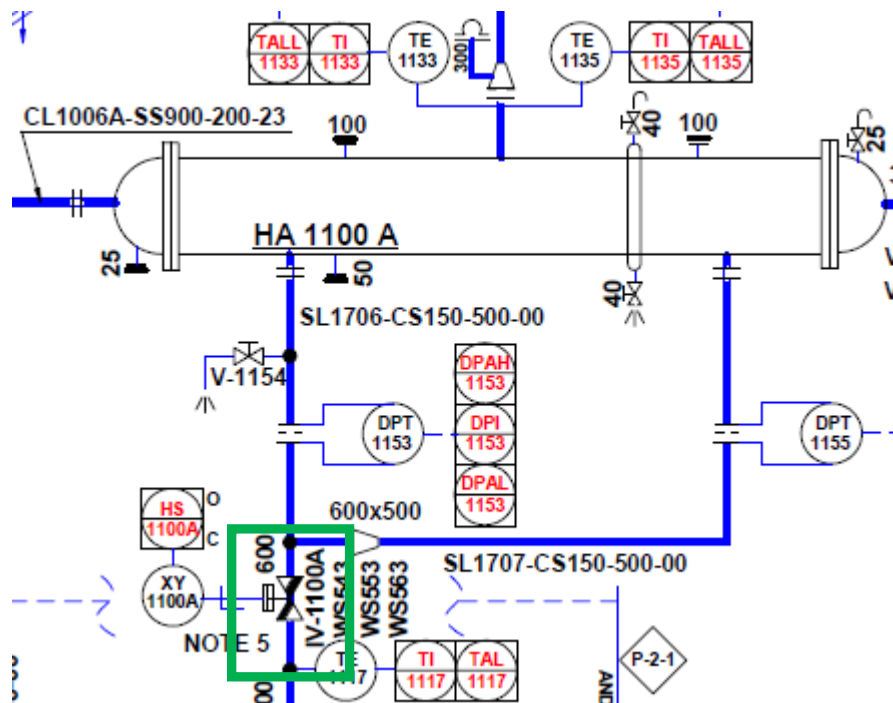
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 131 di 269

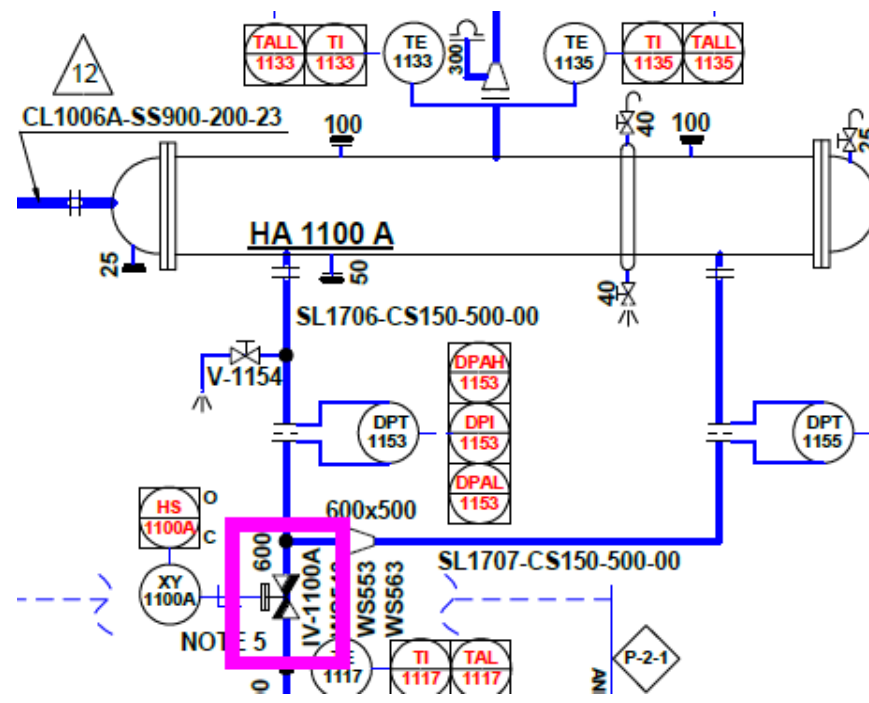
Rev.
2

Rif. TRR: 72452

P&I BW SINGAPORE



P&I GOLAR IGLOO



In entrambi gli schemi è evidenziata la valvola di blocco IV 1100 A, ingresso acqua allo scambiatore HA 1100 A.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 132 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 iniziatrix, 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 133 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 134 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Compressore Centrifugo	HSE, 2012	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$

Tabella 46: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 135 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

b) Tubazioni

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

Tabella 47: 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
Rottura manichetta pressurizzata	TNO Purple Book Ed. 2005	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 48: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 136 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

d) Bracci di trasferimento

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

Tabella 49: 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
Braccio di trasferimento	IOGP Report 434-01 2019	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 50: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 137 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 51: 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 52: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 138 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 139 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	Classe dell'evento secondo COMAH
			(occ/anno)	
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)

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 140 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Classe dell'evento secondo COMAH
FSRU in rigassificazione	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)
	12R - Linea principale di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$1,6 \cdot 10^{-4}$	QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)
	13R - Linea secondaria di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$3,5 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	6H - Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione del sistema di riscaldamento acqua mare	-	$1,1 \cdot 10^{-9}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)
	7H - Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione sistema di riscaldamento acqua mare durante le fasi di avviamento	-	$2,6 \cdot 10^{-9}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)
Invio GN a metanodotto sottomarino	8H - Errore operativo durante operazione di connessione/disconnessione bracci di carico gas naturale lato piattaforma	-	$6,6 \cdot 10^{-8}$	EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile)
	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	$4,0 \cdot 10^{-4}$	QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)
		Rottura totale	$4,0 \cdot 10^{-5}$	UNLIKELY (improbabile)
	11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino	Perdita significativa	$1,6 \cdot 10^{-4}$	QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile)
	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 53: Sintesi delle ipotesi incidentali e relative frequenze di accadimento

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 141 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 dotata delle medesime installazioni di processo della 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 suddetta nave.

Nel seguente allegato 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.

Allegato C.4.1-B Alberi di guasto

In particolare le ipotesi sono state elaborate col fine di traguardare 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 142 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 143 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 · 10⁻¹⁴ occ/anno

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 144 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 145 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 146 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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. La pressione di progetto dei bracci di carico è di 110 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.

La pressione massima disponibile delle pompe booster, non è la pressione operativa, ma la pressione di shut-off, ovvero a "mandata chiusa". Si precisa inoltre, che tale tipologia di pompa se dovesse marciare a mandata chiusa, caviterebbe istantaneamente, dato il prodotto, e non avrebbe nessun tipo di prevalenza; la pompa si fermerebbe per amperaggio nullo (portata zero) per protezione della stessa pompa.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 147 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 148 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 6H: Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione del sistema di riscaldamento acqua mare

Il sistema di riscaldamento acqua mare viene usato durante i periodi più freddi dell'anno (tra ottobre ed aprile), al fine di garantire una temperatura dell'acqua mare in ingresso ai vaporizzatori della sezione di rigassificazione nel range di funzionamento ottimale degli stessi vaporizzatori. Il combustibile adoperato è Gas Naturale in fase gas. L'ipotesi in oggetto viene formulata per la possibilità che si verifichi un continuo afflusso di gas in camera di combustione spenta. La causa di spegnimento della camera di combustione, che verrà di seguito esaminata, è ipotizzata essere provocata da un'elevata pressione del gas, con conseguente strappo della fiamma. Questa causa può provocare lo spegnimento dei bruciatori, e, se non rilevato dai sistemi strumentali preposti, il contemporaneo affluire dello stesso gas all'interno della camera priva di fiamma, dove, essendo presente ancora aria comburente a sufficienza, e stante l'elevata temperatura della camera di stessa, la miscela aria/gas così formatasi può trovare un sicuro innesco e provocare l'ipotizzata esplosione.

L'ipotesi è formulata sulla base delle informazioni attualmente disponibili sul sistema di riscaldamento acqua mare e potrebbe essere revisionata nella successiva fase di Rapporto Definitivo, senza alterare l'ordine di grandezza della frequenza dell'ipotesi.

La concatenazione degli eventi proposta (Cause/Mancato intervento protezioni), è la seguente:

CAUSE:

1. Guasto in apertura della valvola PCV002 sulla linea di alimentazione principale, che regola l'afflusso di gas ai bruciatori del sistema di riscaldamento, oppure guasto del relativo controllore di pressione PIC002, al quale la valvola è asservita *e contemporaneo*.
1. Guasto in apertura della valvola FCV, che regola l'afflusso di gas ad uno dei bruciatori del sistema di riscaldamento, oppure guasto del relativo controllore di pressione FIC, al quale la valvola è asservita *e contemporaneo*

MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:

1. Mancato intervento del pressostato (trasmettitore + soglia) PSHH002 di altissima pressione gas, che attiva in chiusura la valvola di blocco gas principale.
1. Mancato intervento fotocellula bruciatore del sistema di riscaldamento, che attiva in chiusura la valvola di blocco gas principale.

Il valore della frequenza dell'ipotesi, determinata mediante albero di guasto è:

Ipotesi n. 6H: Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione sistema di riscaldamento: $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-9}$ occ/anno

L'ipotesi non risulta credibile e non verrà ulteriormente analizzata.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 149 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 7H: Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione sistema di riscaldamento acqua mare durante le fasi di avviamento

Il sistema di riscaldamento acqua mare viene usato durante i periodi più freddi dell'anno (tra ottobre ed aprile), al fine di garantire una temperatura dell'acqua mare in ingresso ai vaporizzatori della sezione di rigassificazione nel range di funzionamento ottimale degli stessi vaporizzatori. Il combustibile adoperato è solo Gas Naturale in fase gas. L'ipotesi in oggetto viene formulata per la possibilità che si verifichi il mancato lavaggio efficace della camera di combustione durante le fasi di avviamento. Questa causa, per la presenza di gas naturale all'interno della camera di combustione in contemporanea alla scintilla di accensione del pilota, può provocare un'esplosione.

L'ipotesi è formulata sulla base delle informazioni attualmente disponibili sul sistema di riscaldamento acqua mare e potrebbe essere revisionata nella successiva fase di Rapporto Definitivo, senza alterare l'ordine di grandezza della frequenza dell'ipotesi.

La concatenazione degli eventi proposta (Cause/Mancato intervento protezioni), è la seguente:

CAUSE:

1. Guasto in chiusura della serranda di lavaggio forno (ingresso aria comburente) VD001; e *contemporanea* fase di avviamento del sistema di riscaldamento acqua mare; l'avviamento del sistema si ipotizza possa avvenire al più 4 volte l'anno e la durata dell'operazione è inferiore a 15 minuti pertanto la fase di avviamento ha una frequenza annua di 1 ora l'anno.

MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:

1. Mancato intervento del pressostato (trasmettitore + soglia) PDT001, che attiva in chiusura la valvola di blocco gas principale.

Il valore della frequenza dell'ipotesi, determinata mediante albero di guasto è:

Ipotesi n. 7H: Formazione di miscela esplosiva in camera di combustione forno: $\lambda = 2,6 \cdot 10^{-9}$ occ/anno

L'ipotesi non risulta credibile e non verrà ulteriormente analizzata.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 150 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 8H: Errore operativo durante operazione di connessione/disconnessione bracci di carico gas naturale lato piattaforma

Si è considerato che il Terminale dovrà operare senza la protezione della diga per circa 20 mesi. Durante tale periodo in cui la diga non sarà completata, la FSRU, a fronte di particolari condizioni meteo-marine avverse ed a seguito delle ordinanze delle autorità marittime, potrà disormeggiare. La presente ipotesi viene pertanto formulata per caratterizzare una fase transitoria del progetto e pertanto, a progetto completato, tale ipotesi non risulterà più applicabile al Terminale.

L'ipotesi considera un errore operativo durante connessione/disconnessione dei bracci di scarico Gas Naturale, per errata manovra delle valvole di connessione/disconnessione. Le operazioni di connessione/disconnessione sono presidiate da due operatori. I bracci di carico sono protetti mediante il sistema di connessione/disconnessione rapida ERS che impedisce l'apertura delle valvole tramite blocchi meccanici ovvero, in altre parole, il sistema non consente l'apertura delle valvole in assenza del segnale di innesto completo.

Una volta completata la diga, le operazioni di connessione/disconnessione ERS avverranno solo in casi con frequenza estremamente sporadica, infatti la protezione della diga foranea consentirà l'ormeggio permanente della nave presso la piattaforma di ormeggio.

Nella fase transitoria di esercizio senza la diga, si è assunto che le operazioni di connessione/disconnessione per condizioni meteo marine avverse potrebbero avvenire 2 volte al mese sino al completamento della diga foranea (previsto entro 2 anni). Il numero di singole operazioni (una operazione di connessione e una di disconnessione) per singolo braccio risulta quindi pari a 48 fino al completamento della diga. Il numero di singole operazioni (una operazione di connessione e una di disconnessione) per entrambi i bracci risulta quindi pari a 96 fino al completamento della diga.

La concatenazione degli eventi proposta (Cause/Mancato intervento protezioni), è la seguente:

CAUSE:

1. Errore operativo di errata manovra su valvola di connessione/disconnessione bracci di carico dei due operatori preposti alle operazioni (96 operazioni/anno fino al completamento della diga).

MANCATO INTERVENTO DELLE PROTEZIONI:

1. Mancato intervento del sistema di connessione/disconnessione rapida ERS, che non consente l'apertura delle valvole.
1. Mancato intervento del sistema ESD, che procede al blocco automatico del terminale.

Il valore della frequenza dell'ipotesi, determinata mediante albero di guasto è:

Ipotesi n. 8H: Errore operativo durante operazione di connessione/disconnessione bracci di carico gas naturale lato piattaforma in assenza di diga: $\lambda = 6,6 \cdot 10^8 \text{ occ/anno}$

L'ipotesi non risulta credibile e non verrà ulteriormente analizzata.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 151 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Rottura manichetta pressurizzata²	TNO Purple Book Ed. 2005	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 54: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	λ_{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 55: 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.

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 152 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Compressore Centrifugo	HSE, 2012	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$

Tabella 56: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 57: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 153 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 58: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 59: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 154 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 60: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 61: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 155 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 62: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 63: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 156 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 64: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 65: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 157 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 66: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 67: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 158 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 68: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 69: 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:

$$8R \text{ Perdita significativa: } \lambda = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ occ/anno}$$

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 159 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Compressore Centrifugo	HSE, 2012	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$

Tabella 70: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{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 71: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 160 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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
Braccio di trasferimento	IOGP Report 434-01 2019	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 72: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f utilizzo	λ_{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 73: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 161 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino

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
Tubazioni DN > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$5,00 \cdot 10^{-7}$

Tabella 74: 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 (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{finale}
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino	Perdita significativa	$5,0 \cdot 10^{-7}$	310	8760	$1,6 \cdot 10^{-4}$

Tabella 75: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 162 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 12R Linea principale di alimentazione riscaldatori

Il sistema di riscaldamento acqua mare viene usato durante i periodi più freddi dell'anno (tra ottobre ed aprile), al fine di garantire una temperatura dell'acqua mare in ingresso ai vaporizzatori della sezione di rigassificazione nel range di funzionamento ottimale degli stessi vaporizzatori. Il combustibile adoperato è Gas Naturale in fase gas, che viene alimentato al sistema di riscaldamento acqua mare mediante due linee, una principale e una secondaria, entrambe con DN 150 (6").

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 76: 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.

Il sistema di riscaldamento acqua mare sarà usato tra ottobre ed aprile ed è stato assunto che la linea principale sarà usata per il 90% di tale periodo. Pertanto il fattore di utilizzo della linea in analisi risulta pari a 4.558 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{finale}
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
12R - Linea principale di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$2,0 \cdot 10^{-6}$	150	4.558	$1,6 \cdot 10^{-4}$

Tabella 77: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa della linea principale di alimentazione riscaldatori è:

12R Linea principale di alimentazione riscaldatori: $\lambda = 1,6 \cdot 10^{-4}$ occ/anno

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 163 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Ipotesi n. 13R Linea secondaria di alimentazione riscaldatori

Il sistema di riscaldamento acqua mare viene usato durante i periodi più freddi dell'anno (tra ottobre ed aprile), al fine di garantire una temperatura dell'acqua mare in ingresso ai vaporizzatori della sezione di rigassificazione nel range di funzionamento ottimale degli stessi vaporizzatori. Il combustibile adoperato è Gas Naturale in fase gas, che viene alimentato al sistema di riscaldamento acqua mare mediante due linee, una principale e una secondaria, entrambe con DN 150 (6").

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 78: 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.

Il sistema di riscaldamento acqua mare sarà usato tra ottobre ed aprile ed è stato assunto che la linea secondaria sarà usata per il 10% di tale periodo. Pertanto il fattore di utilizzo della linea in analisi risulta pari a 506 ore/anno.

La seguente tabella riporta le frequenze parziali e finali per l'ipotesi in esame (λ_{finale}).

Ipotesi	Frequenza rottura			f_{utilizzo}	λ_{finale}
	Riferimento	occ/ore	Lunghezza	h/anno	occ/anno
13R - Linea secondaria di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$2,0 \cdot 10^{-6}$	150	506	$3,5 \cdot 10^{-5}$

Tabella 79: Determinazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale

In conclusione, il valore finale per l'ipotesi di perdita significativa della linea secondaria di alimentazione riscaldatori è:

13R Linea principale di alimentazione riscaldatori: $\lambda = 3,5 \cdot 10^{-5}$ occ/anno

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

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 164 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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:

Incendio di pozza (Pool Fire)	: incendio di una pozza di liquido al suolo, senza effetti esplosivi.
Getto incendiato (Jet-Fire)	: incendio di un getto gassoso effluente da recipienti a pressione.
Incendio di vapori (Flash-Fire)	: incendio di una nuvola di gas con effetto non esplosivo.
Esplorazione Non confinata di vapori (UVCE)	: fenomeno simile a quello descritto in Flash-Fire con la differenza che l'effetto è esplosivo ed in ambiente non confinato.
Dispersione (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);
- 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 165 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 80: 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 81: 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).

Nel seguente allegato si riportano gli alberi degli eventi sviluppati, suddivisi per area funzionale di impianto.

Allegato C.4.1-C Alberi degli eventi

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 166 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	$5,4 \cdot 10^{-2}$
	Rottura totale	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	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	$1,7 \cdot 10^{-5}$

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 167 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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	$1,2 \cdot 10^{-2}$
FSRU in rigassificazione	12R - Linea principale di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$1,60 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$3,1 \cdot 10^{-6}$
				UVCE	$1,5 \cdot 10^{-8}$
				FLASH-FIRE	$1,5 \cdot 10^{-6}$
				DISPERSION	$1,5 \cdot 10^{-4}$
FSRU in rigassificazione	13R - Linea secondaria di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	$3,50 \cdot 10^{-4}$	JET-FIRE	$6,9 \cdot 10^{-7}$
				UVCE	$3,4 \cdot 10^{-9}$
				FLASH-FIRE	$3,4 \cdot 10^{-7}$
				DISPERSION	$3,4 \cdot 10^{-5}$
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	$3,5 \cdot 10^{-5}$

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 168 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi	Possibile esito	Frequenza Scenario
			(occ/anno)		(occ/anno)
Invio GN a metanodotto sottomarino	11R - Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino	Perdita significativa	1,60 · 10 ⁻⁴	JET-FIRE	1,4 · 10 ⁻⁵
				UVCE	1,5 · 10 ⁻⁷
				FLASH-FIRE	1,4 · 10 ⁻⁵
				DISPERSION	1,3 · 10 ⁻⁴

Tabella 82: 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.

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-A.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 169 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 170 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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. 15/05/1996³.

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.

³ Decreto Ministeriale del 15/05/1996 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL)."

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 171 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Per quanto sopra sono state adottate le seguenti tempistiche in relazione all'area in esame e alle apparecchiature sorgenti di scenari incidentali:

- 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.

A fronte di quanto sopra riportato, i tempi di intervento considerati sono cautelativi e si evidenzia che non sono state considerate come valvole di sezionamento per gli scenari incidentali le valvole ad azionamento manuale.

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.

Vento	Temperatura ambiente media
- 2 m/s	- 25°C
- 5 m/s	
Umidità relativa media	Classe di stabilità di Pasquill/Guilford:
- 70%	- D5 neutra
	- F2 molto stabile

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 172 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

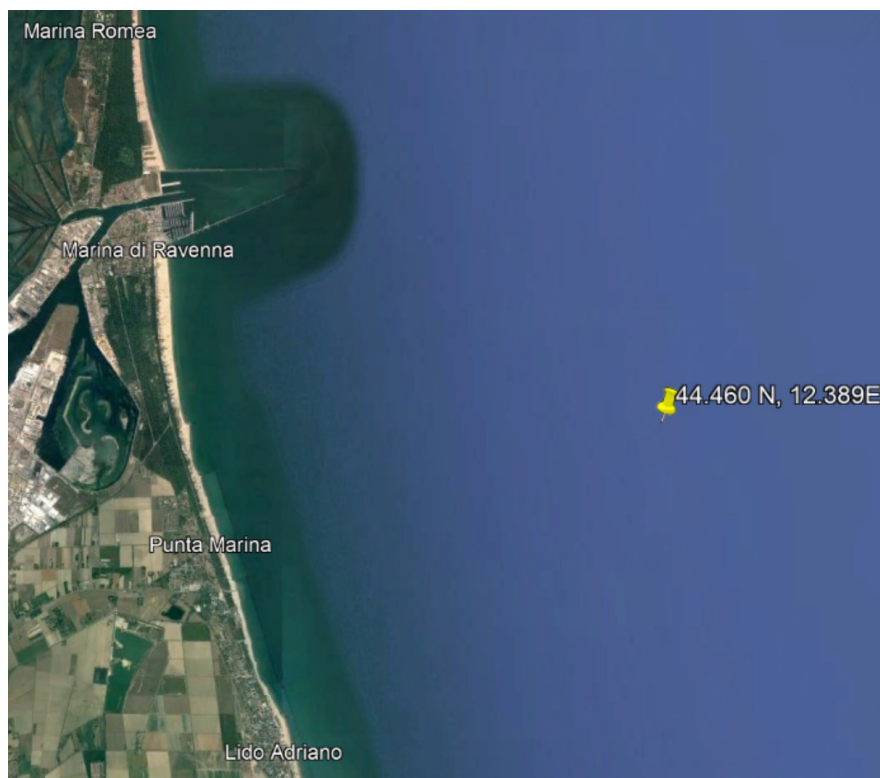


Figura 37: Punto analizzato nello studio meteo marino

La velocità annuale del vento rispetto alla distribuzione significativa dell'altezza delle onde è riportata nella Tabella 83.

Il superamento annuale della velocità del vento direzionale al di sopra delle soglie è riportato nella Tabella 84.

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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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	0.00	0.00	100.00

**Tabella 83: Velocità annuale con direzioni di provenienza
nel sito di Punta Marina 44.4607N 12.389E**

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 173 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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

Dall'analisi delle tabelle di cui sopra emerge quanto segue:

- nel 3,2% dei casi il vento ha una velocità media di 1 m/s;
- nel 61,71% dei casi il vento ha una velocità media compresa tra 1 e 5 m/s;
- nel 30,45% dei casi il vento ha una velocità media compresa tra 5 e 10 m/s;
- nel 4,64% dei casi la velocità del vento è superiore a 10 m/s.

Per quanto sopra riportato si ritiene che le condizioni meteo utilizzate per l'analisi di rischio, tipiche degli impianti sulla terraferma, siano rappresentative anche delle condizioni meteo-marine del punto di ormeggio della FSRU.

Ad ogni modo, a titolo di esempio si riporta la valutazione delle conseguenze per uno scenario tipico per le tre fasi operative considerate con le seguenti condizioni meteo: 10F e 10 D.



Dall'analisi delle tabella sottostante, si può osservare come sostanzialmente non si ha una variazione significativa delle aree di danno a fronte della variazione della velocità del vento, in particolare l'aumento di velocità del vento:

- non comporta variazioni significative all'estensione della pozza e delle relative soglie di irraggiamento;
- comporta una diminuzione dell'estensione delle soglie di LFL e ½ LFL legate al flash fire e delle soglie di sovrappressione a fronte della maggiore diluizione;
- non comporta variazioni significative alle lunghezze dei Jet Fire e delle relative soglie di irraggiamento.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 174 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

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/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 Perdita significativa	1,8 · 10-5	naturale liquefatto Øeq : 120 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5' Portata di rilascio: 147,0 kg/s Quantità rilasciata: 70 t	Pool Fire Vento 2 m/s Cat F Ø pozza: 44 m Vento 5 m/s Cat D Ø pozza: 44 m Vento 10 m/s Cat F Ø pozza: 44 m Vento 10 m/s Cat D Ø pozza: 44 m	1,2 · 10-6	116 123 127 127	148 154 155 155	170 176 174 174	212 214 210 210								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D Vento 10 m/s Cat. F Vento 10 m /s Cat. D	1,7 · 10-6										173 141 191 115	392 248 358 195	
FSRU IN RIGASSIFICAZIONE																
7R Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU Perdita significativa	1,1 · 10-4	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 Vento 10 m/s Cat F Ljet : 78 m Vento 10 m/s Cat D Ljet : 78 m	4,4 · 10-6	150 130 123 123	169 149 141 141	182 162 154 154	205 185 178 178								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D Vento 10 m/s Cat. F Vento 10 m /s Cat. D	1,0 · 10-5										181 132 - -	334 268 149 114	
			UVCE Vento 2 m/s Cat. F Mex: 959 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 305 kg Vento 10 m/s Cat. F Mex: 86 kg Vento 10 m /s Cat. D Mex: 77 kg	1,1 · 10-7					- - -	- - -	368 296 167 156	418 330 189 178				

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 175 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

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/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 SOTTOMARINO																
11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino Perdita significativa	4,3 · 10 ⁻⁵	naturale Øeq : 130 mm Quota del rilascio: 1 m Press. di rilascio: 80 bar Temp. del rilascio: 50 °C Tempo di intervento: 5'	Jet Fire	3,8 · 10 ⁻⁶												
			Vento 2 m/s Cat F Ljet: 96 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 75 m Vento 10 m/s Cat F Ljet : 67 m Vento 10 m/s Cat D Ljet : 67 m		44 73 84 84	81 100 107 107	103 118 124 124	140 150 157 157								
		Portata di rilascio: 120,0 kg/s Quantità rilasciata: 39,3 t	Flash fire	3,8 · 10 ⁻⁶										2 3 3 4	3 3 4 4	
			Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D Vento 10 m/s Cat. F Vento 10 m /s Cat. D													

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 176 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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".

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 177 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 178 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

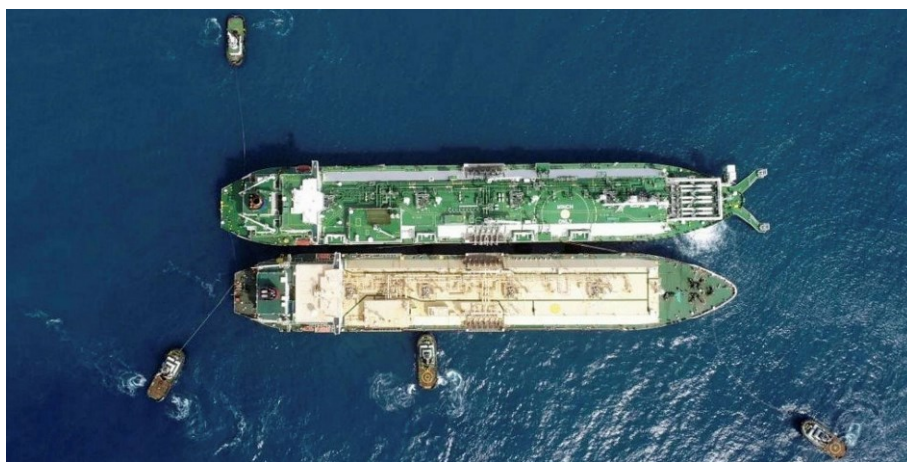


Figura 38: Affiancamento navi per operazioni STS

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 179 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 al seguente allegato.

Allegato C.4.2-A Elaborati di calcolo

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 discarica).

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 39).
- 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 181 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

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/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 Perdita significativa	6,4 · 10 ⁻²	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 ⁻³	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 ⁻³											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 ⁻⁵					- -	- -	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 ⁻³	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 ⁻⁴	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 ⁻⁴											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 ⁻⁶					- -	- -	163 281	207 323				
2R a Compressore HD di ritorno BOG a Nave metaniera Hole	4,9 · 10 ⁻⁵	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 ⁻⁷	- -	- -	- -	18 18								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	4,8 · 10 ⁻⁷											- -	- -
2R b Compressore HD di ritorno BOG a Nave metaniera Pinhole/crack	2,2 · 10 ⁻³	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 ⁻⁵	- -	- -	- -	- -								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	2,1 · 10 ⁻⁶											- -	- -

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 182 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

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/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 Perdita significativa	1,8 · 10 ⁻⁵	Rilascio di gas naturale liquefatto Øeq : 120 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5' Portata di rilascio: 147,0 kg/s Quantità rilasciata: 70 t	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 ⁻⁶	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 ⁻⁶										173 141	392 248	
4R Linee di caricamento taniche FSRU durante caricamento da Nave metaniera Perdita significativa	1,8 · 10 ⁻⁶	Rilascio di gas naturale liquefatto Øeq : 80 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 0,25 bar Temp. del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5' Portata di rilascio: 14,6 kg/s Quantità rilasciata: 5,53 t	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 ⁻⁷	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 ⁻⁷										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 ⁻⁵	Rilascio di gas naturale liquefatto Øeq : 70 mm Quota del rilascio: 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	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 ⁻⁶	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 ⁻⁶										186 93	370 164	
6R Linea ricircolo GNL FSRU durante riempimento da Nave metaniera Perdita significativa	5,5 · 10 ⁻⁵	Rilascio di gas naturale liquefatto Øeq : 80 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. Di rilascio: 10 bar Temp. Del rilascio: -160 °C Tempo di intervento: 5' Portata di rilascio: 25,4 kg/s (considerata la massima portata delle 4 pompe di ricircolo della FSRU) Quantità rilasciata: 7,65 t	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F Ljet : 75 m Vento 5 m/s Cat D Ljet : 58 m	2,2 · 10 ⁻⁶	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 ⁻⁶										- -	- -	

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 183 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

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/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																
1H Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	1,8 · 10 ⁻³	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) 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 ⁻⁵	-	-	-	-								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,7 · 10 ⁻⁵										-	-	
			UVCE Vento 2 m/s Cat. F <i>Mex: - kg</i> Vento 5 m /s Cat. D <i>Mex: - kg</i>	1,8 · 10 ⁻⁷					-	-	-	-				
12R Linea principale di alimentazione riscaldatori Perdita significativa	1,6 · 10 ⁻⁴	<i>Rilascio di gas naturale</i> Øeq : 30 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: 30 °C Tempo di intervento: 5' <i>Portata di rilascio:0,5 kg/s Quantità rilasciata: 0,19 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>	3,1 · 10 ⁻⁶	8 10	10 11	12 12	13 14								
			UVCE Vento 2 m/s Cat. F <i>Mex: 0,05 kg</i> Vento 5 m /s Cat. D <i>Mex: 0,05 kg</i>	1,5 · 10 ⁻⁸					-	-	11 11	13 13				
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,5 · 10 ⁻⁶											-	-
13R Linea secondaria di alimentazione riscaldatori Perdita significativa	3,5 · 10 ⁻⁵	<i>Rilascio di gas naturale</i> Øeq : 30 mm Quota del rilascio: 12,5 m Press. di rilascio: 5 bar Temp. del rilascio: 30 °C Tempo di intervento: 5' <i>Portata di rilascio:0,5 kg/s Quantità rilasciata: 0,20 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>	6,9 · 10 ⁻⁷	8 10	10 11	12 12	13 14								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	3,4 · 10 ⁻⁷											-	-

Tabella 85: Riepilogo delle conseguenze - Area Riempimento FSRU

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 184 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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/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 Perdita significativa	1,1 · 10 ⁻⁴	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 ⁻⁶	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 ⁻⁵											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 ⁻⁷					- -	- -	368 296	418 330				
8R Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster Perdita significativa	3,0 · 10 ⁻⁵	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 ⁻⁶	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 ⁻⁶											92 101	142 205
9R a Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU Hole	2,7 · 10 ⁻⁴	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 ⁻⁶	- -	27 29	31 34	39 40								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	2,6 · 10 ⁻⁵											- -	- -
			UVCE Vento 2 m/s Cat. F Mex: 1,2 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 0,9 kg	2,6 · 10 ⁻⁷					- -	- -	34 24	39 29				

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 185 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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/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																
9R b Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU Pinhole/crack	1,2 · 10 ⁻²	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 ⁻⁴	-	-	-	-								
			Flash fire Vento 2 m/s Cat. F Vento 5 m /s Cat. D	1,2 · 10 ⁻⁴											-	-
			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 ⁻⁶					-	-	11 11	13 13				

Tabella 86: Riepilogo delle conseguenze - Area FSRU in rigassificazione

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 186 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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/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 SOTTOMARINO																
10R a Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma Perdita significativa	4,0 · 10 ⁻⁴	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 ⁻⁵	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 ⁻⁵									- -	- -		
			UVCE Vento 2 m/s Cat. F Mex: 20 kg Vento 5 m /s Cat. D Mex: 12 kg	3,8 · 10 ⁻⁷					- -	- -	70 79	84 90				
10R b Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma Rottura totale	4,0 · 10 ⁻⁵	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 ⁻⁶	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 ⁻⁶									- -	156 171		
11R Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino Perdita significativa	1,6 · 10 ⁻⁴	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: 48,2 t	Jet Fire Vento 2 m/s Cat F Ljet: 96 m Vento 5 m/s Cat D Ljet: 75 m	1,4 · 10 ⁻⁵	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 ⁻⁵									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 ⁻⁷					- -	- -	25 36	46 56				

Tabella 87: Riepilogo delle conseguenze - Area invio GN a metanodotto sottomarino

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 187 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.4.3 Mappe di danno

Le mappe di danno degli scenari incidentali credibili sono riportate nel seguente allegato.

Allegato C.4.3-A Mappe delle conseguenze degli scenari incidentali

C.4.4 Scenari con potenziali effetti sull'ambiente

C.4.4.1 Descrizione dell'ambiente circostante lo stabilimento

Nel seguente allegato è riportata una corografia dell'area con i principali vincoli presenti.

Allegato C.4.4-A Planimetria Nautica con vincoli Allacciamento FSRU Ravenna (tratto a mare)

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 188 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 189 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 190 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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:

- Involuppo 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 ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	raggio fireball	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	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 88: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 191 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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"> Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia superiore a 4,5 m³/m². 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). Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (oltre 500 persone presenti).
B	<ol style="list-style-type: none"> Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 4,5 e 1,5 m³/m². 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). Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (fino a 500 persone presenti). 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). 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). Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri superiore a 1000 persone/giorno).
C	<ol style="list-style-type: none"> Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1,5 e 1 m³/m². 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). 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). Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri fino a 1000 persone/giorno).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 192 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 ³ /m ² . 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 ³ /m ² . 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 89: 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 ⁻⁶	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	EF	DEF	CDEF	BCDEF
10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	F	EF	DEF	CDEF
>10 ⁻³	F	F	EF	DEF

Tabella 90: 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 1·10⁻⁶ e 1·10⁻⁸ 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.

Allegato C.5.2-A Tabella conseguenze eventi remoti per la pianificazione territoriale

Allegato C.5.2-B Mappa conseguenze eventi remoti per la pianificazione territoriale



	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 193 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

Allegato C.5.2-C Mappa elementi utili per la pianificazione del territorio



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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 194 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Riempimento FSRU	1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU	Perdita significativa	6,40 · 10 ⁻²	POOL-FIRE	4,2 · 10 ⁻³	>10 ³	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
				UICE	6,0 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				FLASH-FIRE	5,9 · 10 ⁻³	>10 ³	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 ⁻³	POOL-FIRE	4,2 · 10 ⁻⁴	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	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ODEF
				UICE	6,0 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				FLASH-FIRE	5,9 · 10 ⁻⁴	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	-	ODEF

⁴ Criterio di verifica non definito dal decreto per impatto sul mare

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 195 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Riempimento FSRU	2R - Compressore HD di ritorno BOG a nave metaniera	Hole	4,93 · 10 ⁵	JET-FIRE	9,9 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	ABODEF
		Pinhole / crack	2,19 · 10 ³	FLASH-FIRE	4,8 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABODEF
				JET-FIRE	4,4 · 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
				UOCE	2,1 · 10 ⁸	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABODEF
				FLASH-FIRE	2,1 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
Riempimento FSRU	3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette	Perdita significativa	1,83 · 10 ⁵	POOL-FIRE	1,2 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	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	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				UOCE	1,7 · 10 ⁸	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FIRE	1,7 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	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	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 196 di 269	Rev. 2



Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Riempimento FSRU	4R - Linee di caricamento serbatoi FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	1,83 · 10 ⁶	POOL-FIRE	1,2 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FIRE	1,7 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABODEF
Riempimento FSRU	5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	2,01 · 10 ⁵	POOL-FIRE	1,3 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	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	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				UOE	1,9 · 10 ⁸	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FIRE	1,9 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	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	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 197 di 269	Rev. 2



Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Riempimento FSRU	6R - Linee ricircolo GNL FSRU durante riempimento da nave metaniera	Perdita significativa	5,48 · 10 ⁻⁵	JET-FRE	22 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	BODEF
				UOCE	5,3 · 10 ⁻⁸	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FRE	52 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
Riempimento FSRU	1H - Emissione di gas in atmosfera da sistema BOG	-	1,80 · 10 ⁻³	JET-FRE	3,6 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
				UOCE	1,8 · 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABODEF
				FLASH-FRE	1,7 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
FSRU in rigassificazione	7R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU	Perdita significativa	1,10 · 10 ⁻⁴	JET-FRE	4,4 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	BODEF
				UOCE	1,1 · 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FRE	1,0 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	-	BODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 198 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
FSRU in rigassificazione	8R - Linee di mandata pompe ad alta pressione HP Booster	Perdita significativa	3,00 · 10 ⁻⁵	JET-FIRE	1,2 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	BODEF
				UICE	2,9 · 10 ⁻⁸	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FIRE	2,9 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	-	BODEF
FSRU in rigassificazione	9R - Compressore LD di recupero BCG da serbatoi GNL FSRU	Hole	2,70 · 10 ⁻⁴	JET-FIRE	5,4 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	BODEF
				UICE	2,6 · 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	CDEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FIRE	2,6 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	CDEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 199 di 269	Rev. 2


Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
FSRU in rigassificazione	9R - Compressore LD di recupero BOG da serbatoi GNL FSRU	Pinhole / crack	1,20 · 10 ²	JET-FRE	24 · 10 ⁴	10 ³ - 10 ⁴	I Soglia Elevata letalità	-	F
							II Soglia Inizio Letalità	-	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ODEF
				UOE	1,2 · 10 ⁶	10 ⁴ - 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	BODEF
				FLASH-FRE	1,2 · 10 ⁴	10 ³ - 10 ⁴	I Soglia Elevata letalità	-	F
							II Soglia Inizio Letalità	-	EF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	DEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ODEF
FSRU in rigassificazione	12R - Linea principale di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	1,60 · 10 ⁴	JET-FRE	1,6 · 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	BODEF
				UOE	3,8 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	ABODEF
				FLASH-FRE	3,8 · 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
FSRU in rigassificazione	12R - Linea principale di alimentazione riscaldatori	Perdita significativa	3,50 · 10 ⁵	JET-FRE	6,9 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	F Area industriale	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	ABODEF
				FLASH-FRE	3,4 · 10 ⁷	< 10 ⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	ABODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 200 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Invio GNa metanodotto sottomarino	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Perdita significativa	4,00 · 10 ⁻⁴	JET-FRE	1,6 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				UOCE	3,8 · 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FRE	3,8 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF
Invio GNa metanodotto sottomarino	10R - Bracci di scarico da FSRU a metanodotto piattaforma	Rottura totale	4,00 · 10 ⁻⁵	JET-FRE	1,6 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				UOCE	3,8 · 10 ⁻⁸	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
				FLASH-FRE	3,8 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	F Area industriale e area marina vicina	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	-	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	-	BODEF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 201 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Area	Ipotesi Incidentale		Frequenza Ipotesi (occ/anno)	Possibile esito	Frequenza Scenario (occ/anno)	Classe di probabilità	Categoria di effetti	Categoria del territorio su cui impatta ⁴	Categorie Compatibili
Invio GNa metanodotto sottomarino	11R-Metanodotto piattaforma fino a inizio metanodotto sottomarino	Perdita significativa	1,6 · 10 ⁻⁴	JET-FRE	1,5 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	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	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
				UICE	1,5 · 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	DEF
							II Soglia Inizio Letalità	-	ODEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale e area marina vicina	BODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale e area marina vicina	ABODEF
			FLASH-FRE	1,4 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	I Soglia Elevata letalità	-	EF
							II Soglia Inizio Letalità	-	DEF
							III Soglia Lesioni Irreversibili	F Area industriale	ODEF
							IV Soglia lesioni Reversibili	F Area industriale	BODEF

Tabella 91: Categorie territoriali compatibili (DM 09/05/2001) – Scenari

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 202 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.6.1.2.1 *Precauzioni gestionali specifiche per l'ipotesi 1R*

Al fine di minimizzare il valore della frequenza di accadimento della ipotesi incidentale n. 1R – Rottura manichette flessibili di scarico da nave metaniera a FSRU, sono previste diverse misure gestionali.

La movimentazione e il collegamento dei tubi flessibili avverranno quando le navi saranno affiancate in condizioni stabili e coordinate dall'equipaggio della FSRU. L'operazione sarà costantemente presidiata.

Il personale dedicato si trasferirà dalla FSRU alla nave metaniera per assistere e dirigere le operazioni dell'equipaggio della nave metaniera.

Le manichette sono installate su supporti in acciaio inossidabile denominate "selle" (saddles). Le selle sono ricoperte da un foglio di teflon per fornire protezione al tubo e alla sella.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 203 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

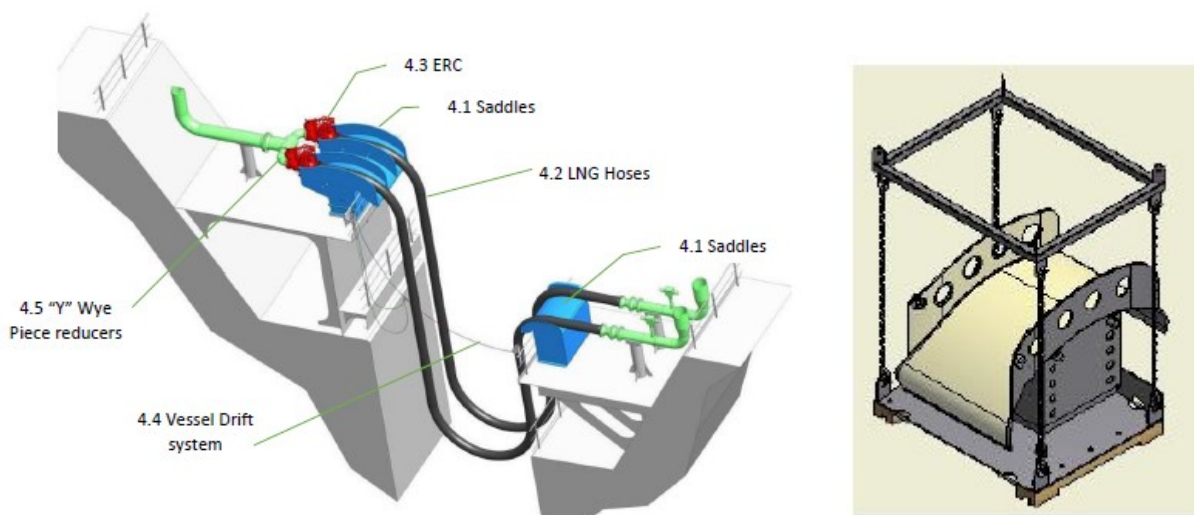


Figura 40 Selle di supporto manichette

Le manichette sono prodotte da Guttling of Holland e sono state ampiamente testate nell'ambito del trasferimento di GNL nave-nave per un numero considerevole di anni.

Si tratta di tubi composti, costituiti da numerosi strati di materiale, supportati internamente e esternamente da fili di acciaio inox, questo fornisce un tubo flessibile ma resiliente, con il tessuto esterno essendo uno strato protettivo contro l'abrasione e altri contatti.

Le manichette saranno preparate sul lato della FSRU.

Prima del collegamento delle manichette, è effettuata un'ispezione visiva dei danni (interni, ove possibile ed esterni) per:

- Verificare la presenza di attorcigliamenti (schiacciati) e/o fili esterni spostati.
- Verificare la presenza di crepe, ammaccature o altri danni alla superficie.
- Controllare se fuoriescono gocce. In caso positivo, pulire il tubo con un panno pulito, se fuoriesce acqua piovana, tenere il tubo in servizio, se fuoriesce del fluido, mettere il tubo fuori servizio.
- Controllare il rivestimento del gruppo tubi (ove possibile) su crepe, usura o altri danni.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 204 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Dopo il collegamento, ma prima del funzionamento, è necessario controllare l'intero tubo flessibile su quanto segue:

- La manichetta deve essere posata libera a terra, senza alcun supporto (fili, funi, ecc.), a meno che ciò non sia necessario perché una parte della tubazione è sospesa fuori bordo o in posizione verticale, utilizzare in tal caso delle apposite imbracature per manichette.
- Controllare se tutti i grassetti sono avvitati e legati e se le guarnizioni sono centrate al centro.
- Verificare che non ci siano ostacoli, punte acuminate o altri oggetti che possano causare danni al tubo nell'area diretta della linea del tubo.
- Verificare che su tutta la linea sia rispettato il raggio minimo di curvatura del tubo flessibile.
- Bonificare il tubo con azoto per eliminare qualsiasi traccia di acqua o condensa.

Le manichette saranno testate ogni anno e i certificati saranno conservati a bordo della FSRU. Il test prevede i seguenti passaggi:

- Posizionare il tubo dritto, orizzontale e dotato dei relativi supporti.
- Misurare la lunghezza del tubo flessibile e registrarla.
- L'acqua dovrebbe essere utilizzata come liquido di prova.
- Rimuovere tutta l'aria dal tubo flessibile, spurgandolo con acqua (non sostare davanti al tubo flessibile durante il test).
- Aumentare la pressione a 1,7 bar, mantenere 2 minuti.
- Misurare la lunghezza del tubo flessibile e registrarla.
- Aumentare la pressione a 1,5 volte la pressione di progetto (la manichetta ha una pressione di esercizio di 10 bar e pertanto la pressione di collaudo è 15 bar).
- Mantenere la pressione per 15 minuti, controllare la tenuta del tubo.
- Misurare la lunghezza del tubo flessibile e registrarla.
- Rilasciare la pressione a 1,7 bar, misurare la lunghezza del tubo flessibile e registrarla.
- Scaricare l'acqua dal tubo.
- Misurare la conducibilità elettrica.
- Asciugare successivamente i tubi con aria secca e/o azoto per assicurarsi che sia eliminata tutta l'umidità.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 205 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Il test si considera superato se:

- L'allungamento del tubo non è superiore al 10%.
- La conduttività elettrica:
 - Per tubi di diametro < 50 mm è $\leq 2,5 \Omega/m$
 - Per tubi di diametro ≥ 50 mm è $\leq 1 \Omega/m$
- Nessuna perdita è stata rilevata.

In Figura 41 si riporta a titolo di esempio un certificato di ispezione e test.

Le norme di riferimento di quanto sopra riportato sono:

- NEN EN 13766 Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of liquid petroleum gas and liquefied natural gas – Specification (Tubi e tubi flessibili termoplastici multistrato (non vulcanizzati) per il trasferimento di gas petrolio liquefatto e gas naturale liquefatto – Specifiche).
- International Maritime Organization-International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code).
- NPR 5527 Guidelines for checking, inspection and assessment of industrial hose assemblies in use (Linee guida per il controllo, l'ispezione e la valutazione dei tubi flessibili industriali in uso).
- ISO 1402 Rubber and plastics hoses and hose assemblies — Hydrostatic testing (Tubi flessibili in gomma e plastica e assemblaggi di tubi flessibili – Prove idrostatiche).
- Direttiva PED.
- EN 1474-2 Installation and equipment for liquefied natural gas - Design and testing of marine transfer systems - Part 2: Design and testing of transfer hoses recepita in Italia con la norma UNI 1474-2 Installazione e apparecchiature per gas naturale liquefatto - Progettazione e collaudo di sistemi di trasferimento marittimi - Parte 2: Progettazione e collaudo di tubi di trasferimento.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 206 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



CERTIFICATE OF INSPECTION & TEST ACCORDING TO EN 10204 3.1

Customer Name : SPT Marine Transfer Services Date : 30-07-15
 Customer Reference : 15/LNG/5010 Our Ref : 150603001
 Hose Type : Multi-LNG White 10" Art No. : 10-393SPS-250
 Hose Serialnumber(s) : 208527-07-15 Size : 10"
 Length Hose(s) : 1 X 18,00 METER
 Coupling One : Asa floating SSS 10" 150 lbs
 Coupling Two : Asa floating SSS 10" 150 lbs
 Temperature : -196°C up to +50°C
 Workingpressure : 10,00 bar
 Length before Test (1.7 bar) : 18,48 m
 Length during Test : 19,76 m
 Length after Test (1.7 bar) : 19,03 m
 Final Length : 18,09 m
 Elec. Resistance : 4,5 OHM
 Weight Hose kg/m : 23,90



Inspection Date : 30-07-15

Results : Oke

Remarks:

Hose assemblies produced and tested according to EN 13766 + EN 1474-II

DNV - N1414A8U - TP 15 BAR - 30-07-2015

Tested by: E. van Herwijnen

Approved by: R. Teunisse

Signature,



Pelsertstraat 9 • 3044 CH Rotterdam • Holland • P.O. Box 11054 • 3004 EB Rotterdam • Holland
 Tel: Int. +31 (0)10 - 208 25 50 • Fax: Int. +31 (0)10 - 208 25 55 • E-mail: info@gutelling.nl • Internet: www.gutelling.nl
 Bankrelation: ING Holland • BAN NO. NL72 INGB 0004 1479 96 • Swift Code: INGBNL2A • VAT NO. NL0096.62.728.801
 Registered at the Chamber of Commerce in Rotterdam, The Netherlands under number 29035322.
 Terms of delivery also registered at the Chamber of Commerce.

Figura 41 - Esempio certificato ispezione e test manichetta

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 207 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 208 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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, **il cabinato di controllo e il gruppo elettrogeno.**

I dettagli del gruppo elettrogeno saranno forniti dal fornitore del package.

Il cabinato del locale pompe sarà realizzato in lamiera di acciaio al carbonio zincata e verniciata per posa a terra, rivestito internamente con pannelli interni certificati in Classe A1 certificati non propaganti l'incendio. spessore minimo 80 mm, fonoassorbenti e termoisolanti atti a ridurre il livello di insonorizzazione in campo libero certificata 85 db(A) 1 m.

Il cabinato UNI 11292 atto a contenere tutte le parti precedentemente elencate è completo di porte laterali di ispezione e manutenzione con guarnizioni in gomma.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 209 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

L'intelaiatura sarà in acciaio al carbonio con profilati di dimensioni adeguate per struttura portante, verrà verniciata internamente (unicamente la struttura di profilati) con vernice intumescente tipo Prothem, non per incendio da idrocarburi ma di tipo cellulosico.

La protezione del metanodotto e delle condotte della rete antincendio verrà effettuata mediante un cunicolo in prefabbricato, i cui dettagli sono ancora in fase di progettazione.

Si riporta un'immagine del cunicolo in Figura 42.

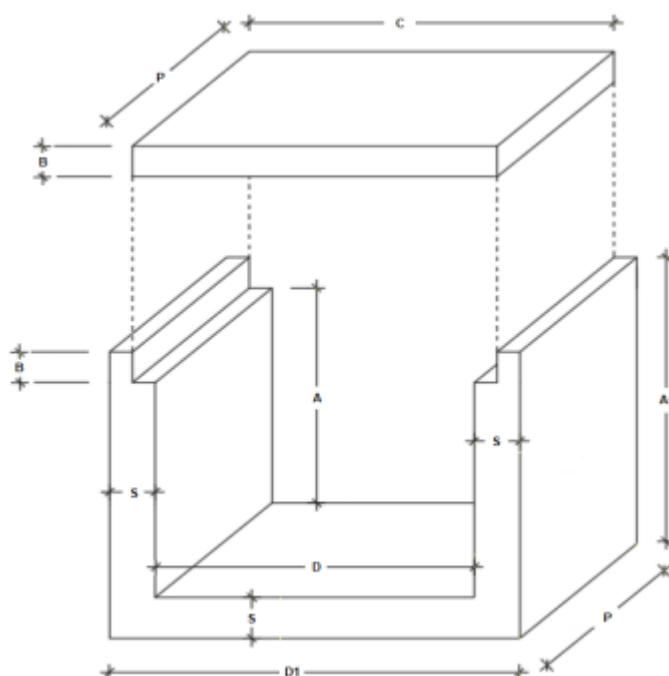


Figura 42: cunicolo protezione metanodotto e condotta rete antincendio

✓ *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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 210 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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:

- Certificazione secondo Load line (International load line conv. 1966, come modificata da protocollo del 1988).
- Certificazione secondo SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 e modifiche da protocollo del 1988).
- Certificazione secondo IGC Code.
- Certificazione secondo Tonnage (International Convention on Tonnage Measur. Of Ships, 1969).
- Certificazioni secondo Marine Pollution (MARPOL) Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi 73/78 (allegato I, IV, V, VI) ed emendamenti.
- Certificazione secondo I. M. O. (Certificate of Fitness risoluzione IMO).
- Certificazione secondo USCG (Lettera con Dichiarazione di conformità per i regolamenti USCG per la classe bandiera straniera rilasciata da Class).
- Certificazione secondo Independent Sworn Measurer (Certificato di Taratura cisterna di carico con Tabelle emesse da perito indipendente Intertek o NKKK).
- Adesione al programma di ispezioni SIRE.
- Certificazione secondo ISM.

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*

La soluzione originale prevedeva che l'approvvigionamento energetico principale della piattaforma fosse garantito dal sistema di generazione della FSRU tramite una connessione di potenza nave-piattaforma.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 211 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Durante le fasi dell'ingegneria, è stata adottata un'ottimizzazione del sistema elettrico della piattaforma. L'alimentazione elettrica MT della piattaforma e del terminale proverrà da terra tramite cavo sottomarino e il sistema di generazione da FSRU sarà mantenuto solo di back-up, aumentando la ridondanza del sistema elettrico.

Questa ottimizzazione prevede l'inserimento di un nuovo cavo sottomarino di alimentazione MT di collegamento tra la Piattaforma PETRA e la cabina ENEL situata in adiacenza all'area ex-Sarom. Tale cavo sarà installato riutilizzando la condotta di scarico ex-PIR 22"/28" sud attualmente fuori esercizio.

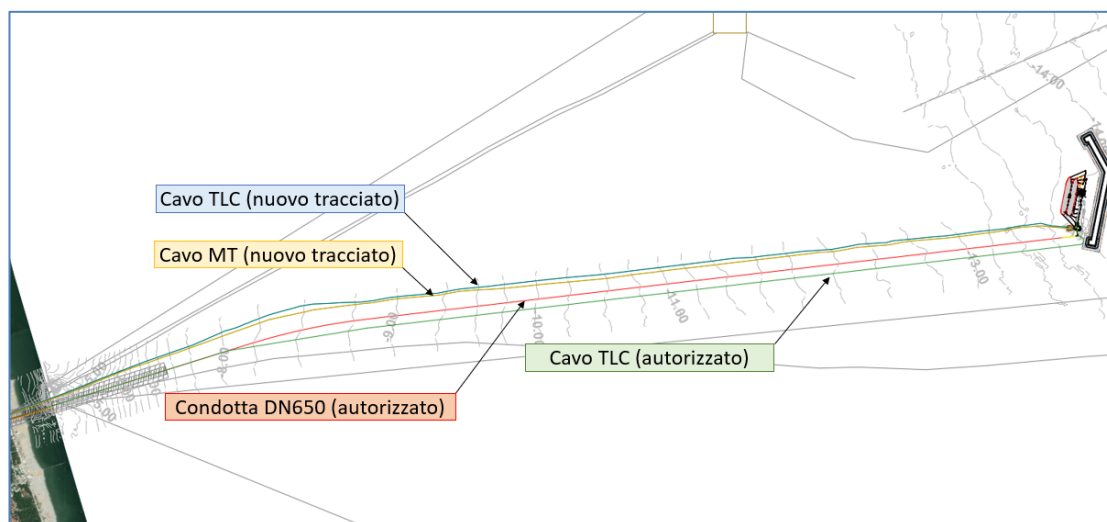


Figura 43 - Tracciato a mare delle linee sottomarine

All'uscita della linea PIR, il tracciato svolgerà verso la piattaforma per essere recuperato in superficie all'interno di un J-tube per connettersi con il cabinato di arrivo e trasformazione MT/BT.

A terra, all'interno dell'area ex-Sarom, il cavo MT sarà interrato e seguirà un percorso in senso orario lungo il muro perimetrale per collegarsi alla cabina di media tensione.

Come mostrato in Figura 43, un'ulteriore ottimizzazione condotta in fase di progettazione prevede un nuovo tracciato per il cavo di telecontrollo TLC.

Il tracciato originale (autorizzato con Decreto n.3 del 7 novembre 2022) segue rotta interrata parallela a quella della condotta sottomarina DN650. In prossimità della costa, i tracciati del cavo TLC e della condotta DN650 si avvicinavano per entrare nello stesso utilizzato per lo spiaggiamento delle linee e raggiungere l'area di cantiere a terra (ex-Sarom).

Il nuovo tracciato del cavo TLC prevede una rotta in parallelo a quello del cavo MT all'interno della condotta esistente PIR sud, riutilizzando l'infrastruttura esistente e riducendo l'impatto ambientale dell'attività. All'uscita della linea PIR, il tracciato del cavo TLC manterrà il parallelismo con il cavo TLC per svoltare verso la piattaforma e risalire tramite J-tube.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 212 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

La cabina elettrica, da cui è alimentato il cavo MT sopra descritto, sarà costituita da un box in cemento armato prefabbricato per apparecchiature elettriche con serramenti in vetroresina, completa della vasca di fondazione prefabbricata munita di flange passacavi.

La cabina ha una dimensione esterna pari a 9,30 m x 2,50 m ed un'altezza dal piano finito pari a 2,55 m.

La vasca di fondazione sarà poggiata su una platea in c.a., lo scavo di fondazione avrà una profondità di 80 cm circa. Il posizionamento del box avverrà per mezzo di un autogru direttamente nel sito di installazione, che risulta un piazzale asfaltato adiacente via del Lungomare C. Colombo.

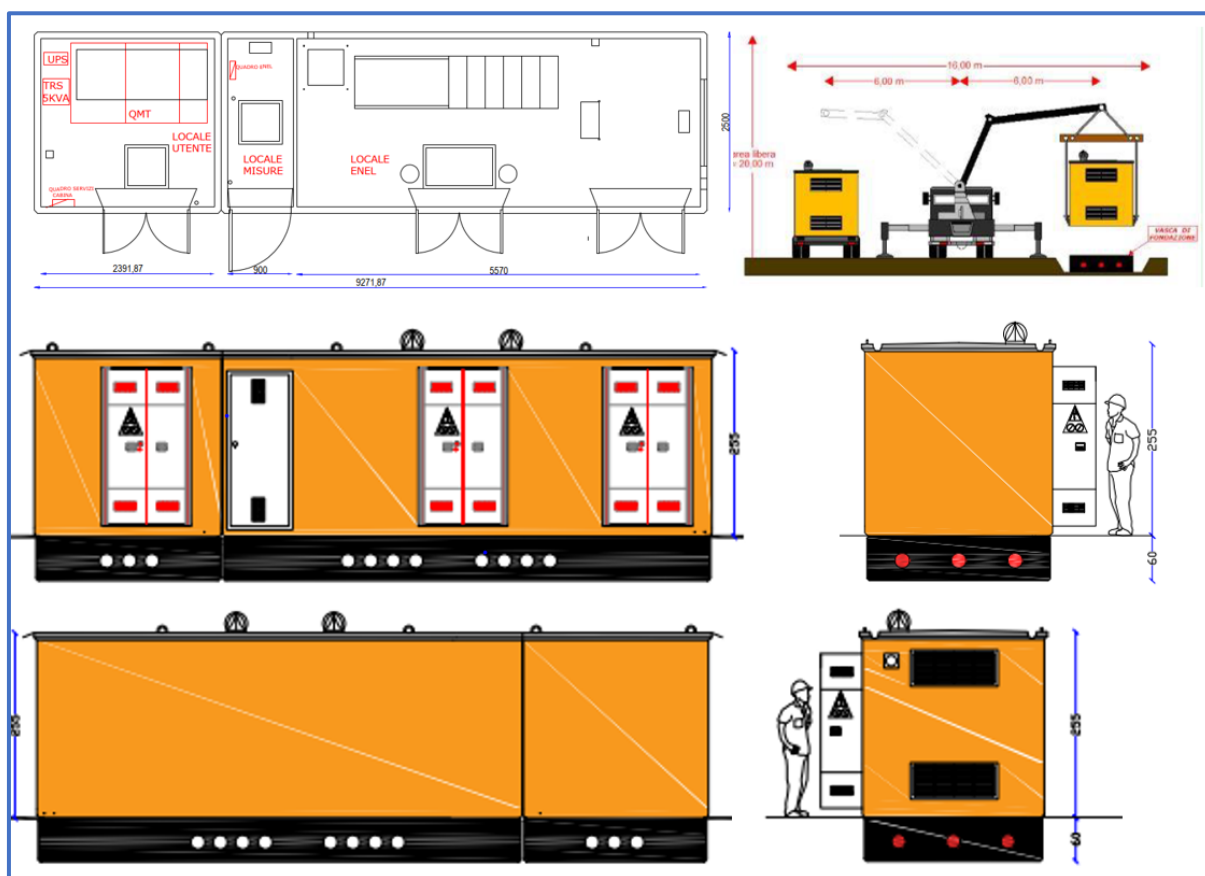
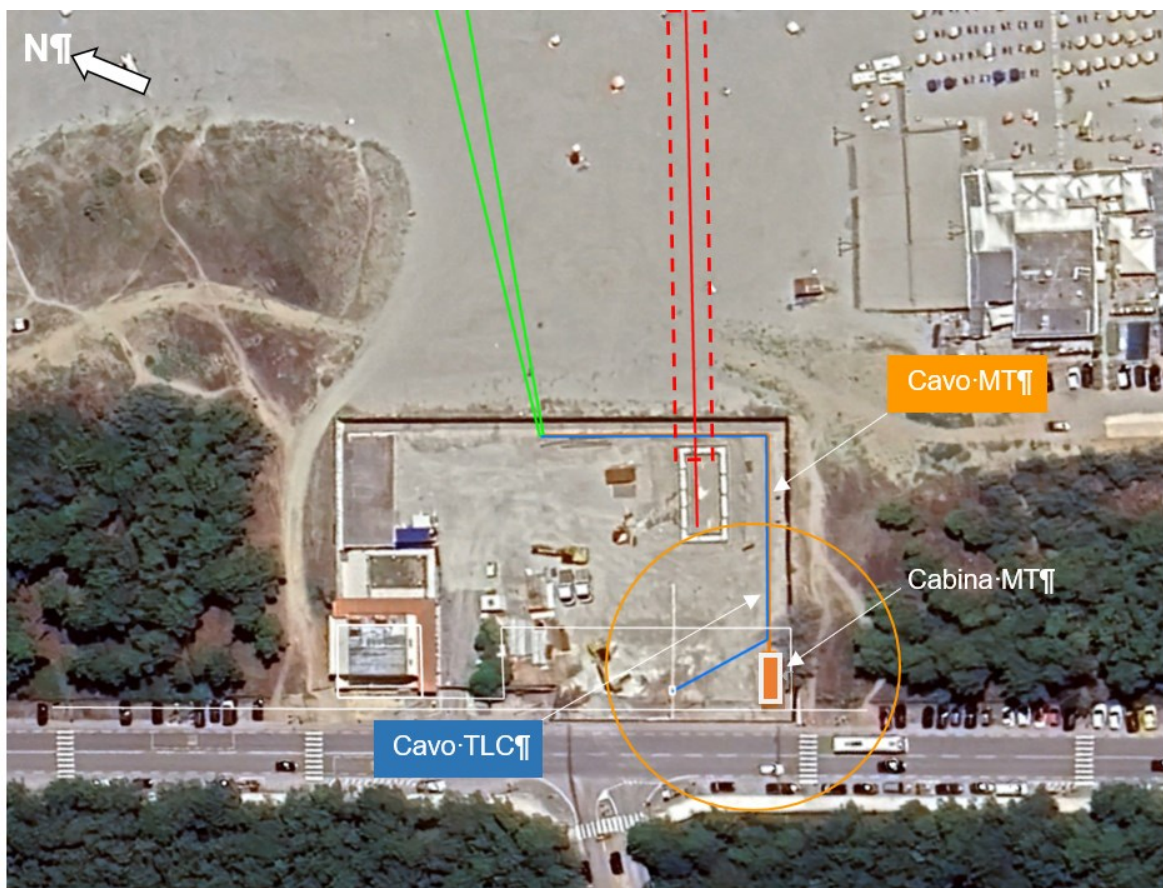


Figura 44: Cabina Elettrica MT - Pianta, Prospetti e schema di installazione

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 213 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



**Figura 45: Posizione della cabina MT e percorso dei cavi a terra MT (in arancio) e TLC (in blu), a monte dell'inserimento nelle due tubazioni PIR (in verde).
In rosso il microtunnel già autorizzato**

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 214 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.7.3 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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 215 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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;
- 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;

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 216 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 217 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.3.1.1 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.

C.7.3.2 FSRU

C.7.3.2.1 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 46 si riporta uno stralcio del manuale operativo della FSRU che sarà impiegata presso il Terminale di Ravenna, con evidenza dei generatori.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 218 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.3.2.2 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 47.

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.

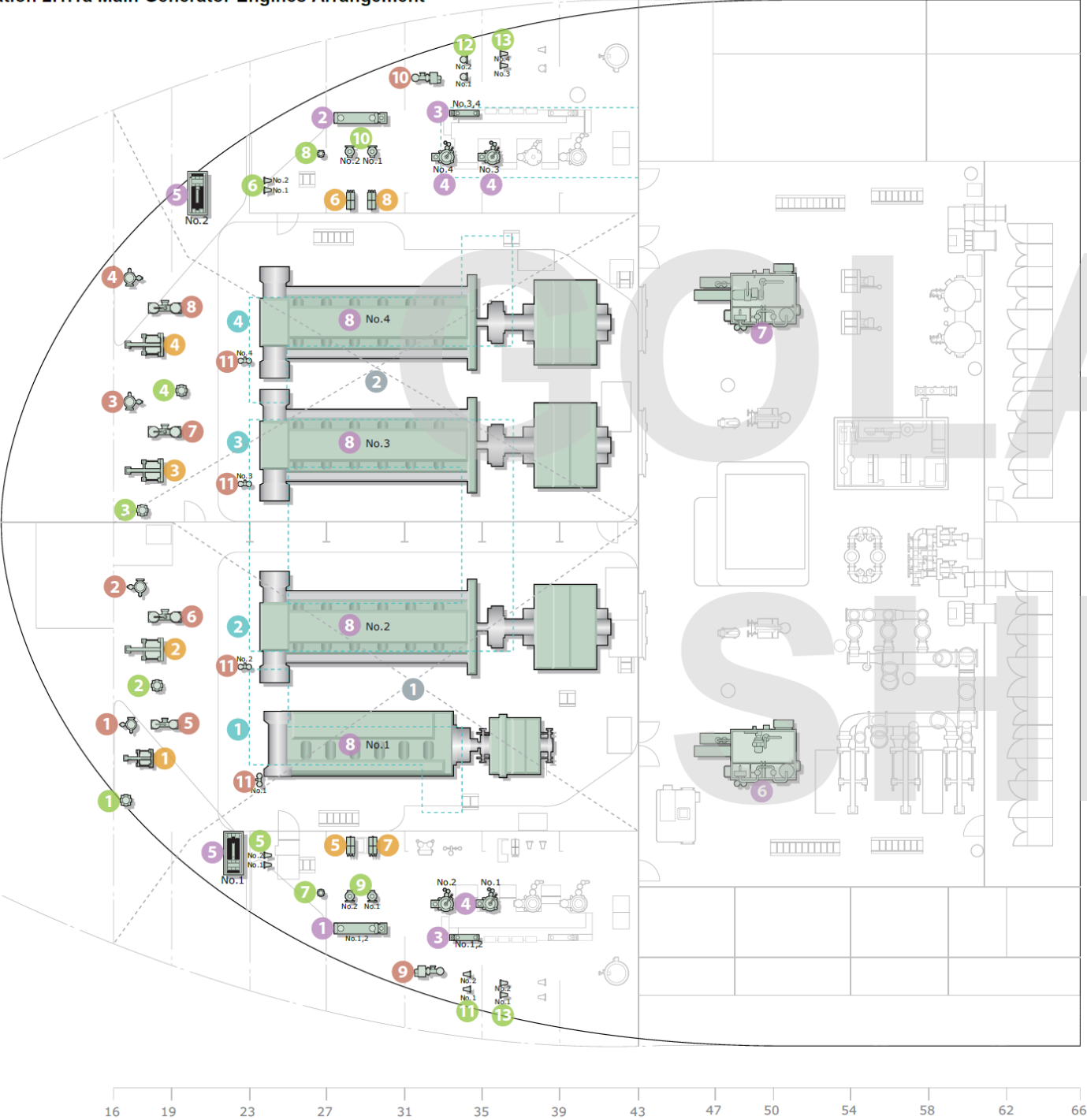
C.7.3.2.3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

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-MECE-13000	-
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 219 di 269	Rev. 2



Rif. TRR 72452

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 46: Generatori elettrici bifuel FSRU

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQR22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL.MECE-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 220 di 269	Rev. 2

Rif. TRR 72452

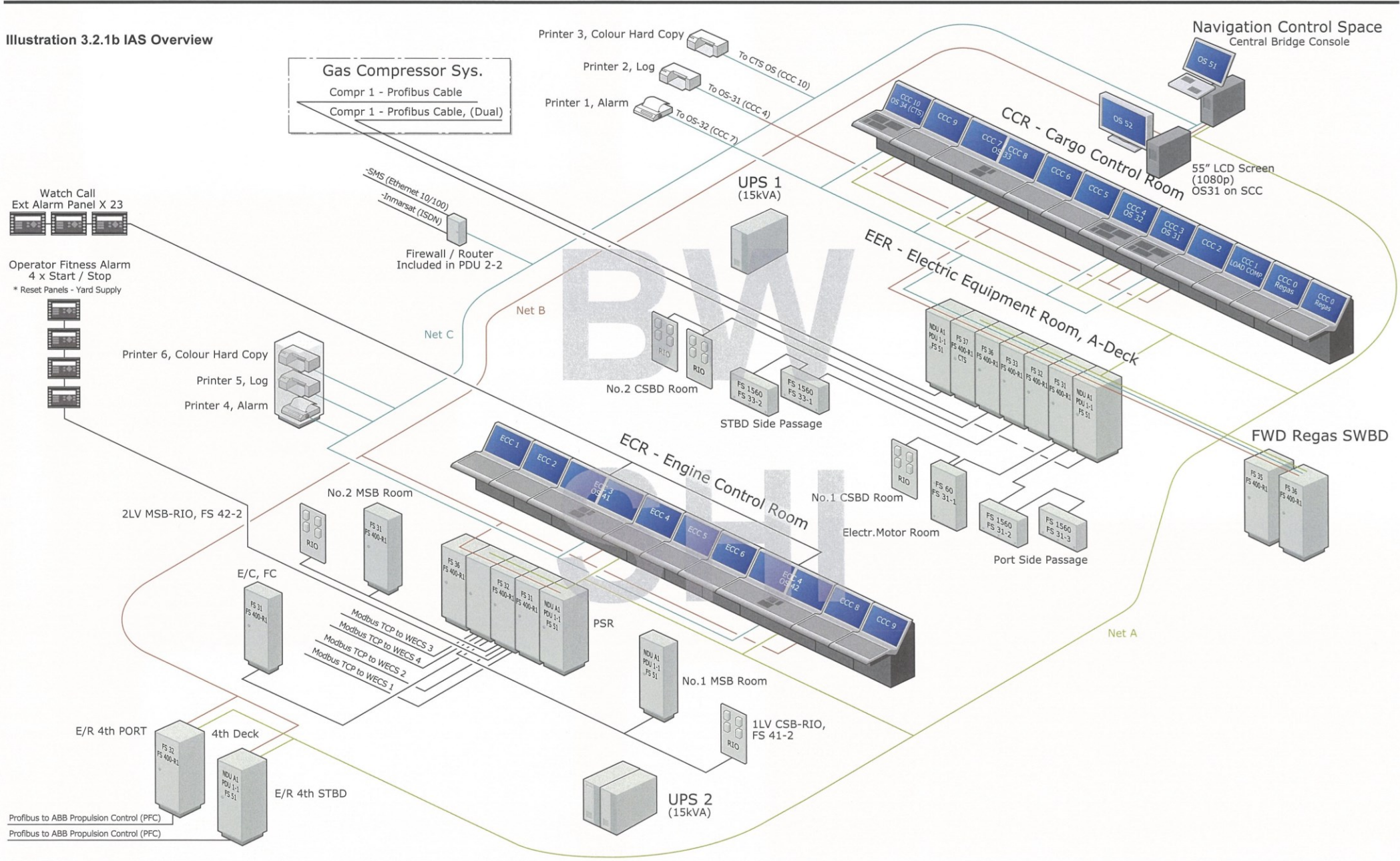


Figura 47: Architettura IAS FSRU

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 221 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.4 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.7.4.1 *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.7.4.2 *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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 222 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.5 Torce e scarichi d'emergenza all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili

C.7.5.1 *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.7.5.2 *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 CO₂.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 223 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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/m² 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: 27 m**, inclinazione di 60°.
- Temperatura operativa/design: -70/-100°C.
- Pressione operativa/design: 0,2/15,9 barg.
- Diametro: 250 mm.

C.7.5.3 Sfiati FSRU

La nave FSRU è dotata di 5 scarichi di emergenza all'atmosfera, costituiti dalle 4 PSV a protezione dei serbatoi di GNL e dalla candela fredda, che rappresenta il sistema di vent principale.

C.7.5.3.1 PSV serbatoi GNL

Le caratteristiche delle PSV dei serbatoi di GNL (sigle valvole CR100, 101, 200, 201, 300, 301, 400, 401 per la nave FSRU GOLAR Tundra) sono:

- Pressione di set 0,7 barg.
- Fluido GNL/Aria.
- Portata di scarico 55.400 Nm³/h.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 224 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.5.3.2 Vent principale

Le caratteristiche geometriche del vent della FSRU sono:

- Altezza 20 m.
- Diametro del primo tratto di 1.233 mm.
- Diametro del secondo tratto di 822 mm.

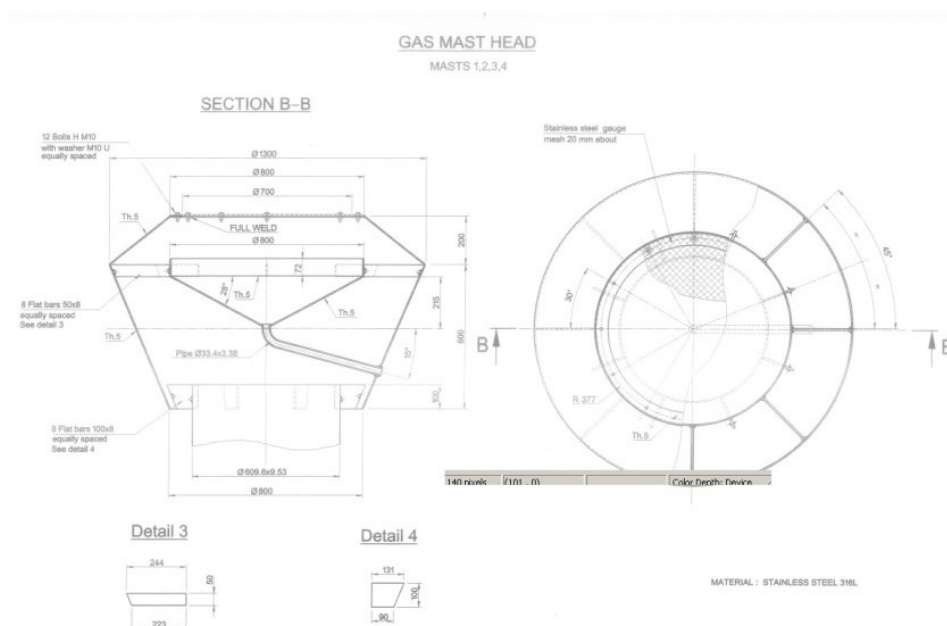


Figura 48: Pianta e sezione vent FSRU

Il vent è un sistema di sicurezza che serve le aree e di processo della FSRU: ad esso infatti vengono convogliati tutti gli scarichi di emergenza, sia dell'unità di rigassificazione che delle linee di trasferimento.

Si riportano di seguito i criteri ed i risultati più rilevanti ai fini del presente RdS preliminare dello studio "Regas Vent Mast Gas Dispersion" sviluppato dall'armatore della FSRU.

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.

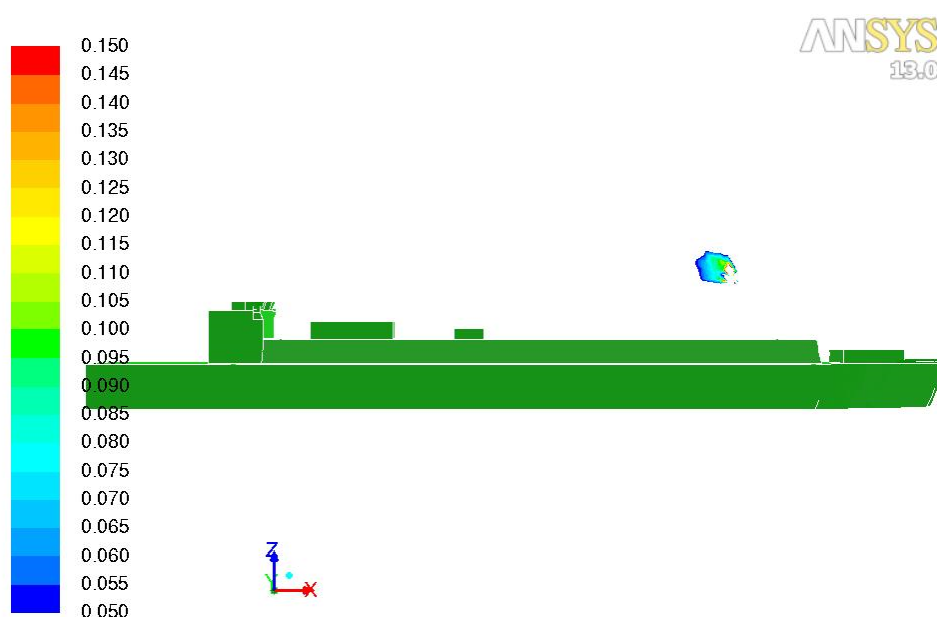
Le simulazioni della dispersione sono state effettuate mediante tecnica CFD, con il software commerciale FLUENT.

Le principali primitive considerate sono il limite e la temperatura di infiammabilità del metano (CH₄). Il contorno del metano illustrato nelle seguenti figure è una frazione molare nell'intervallo 0,05 ~ 0,15, che costituisce l'intervallo di infiammabilità.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 225 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.



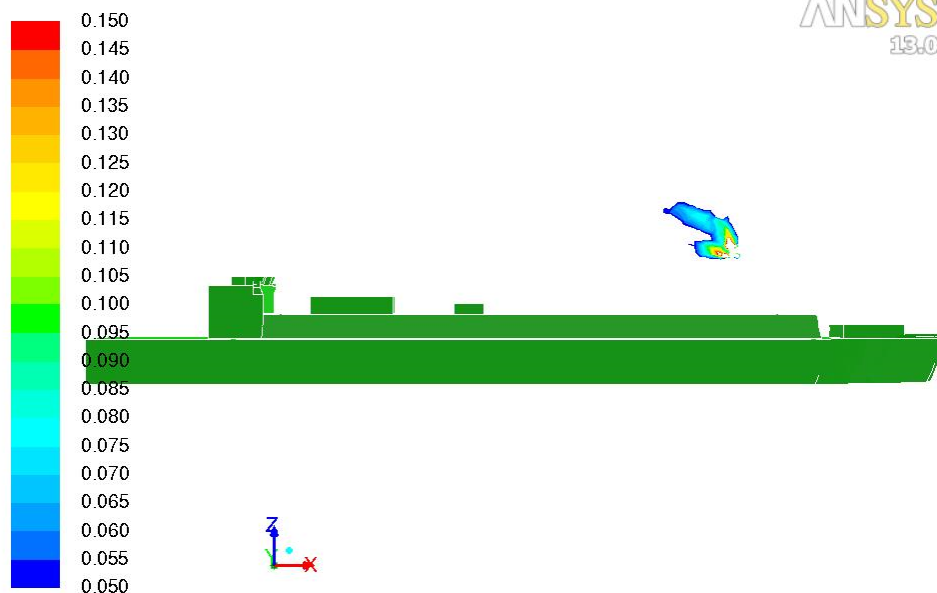
Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

Figura 49: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 30 nodi

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 226 di 269	Rev. 2

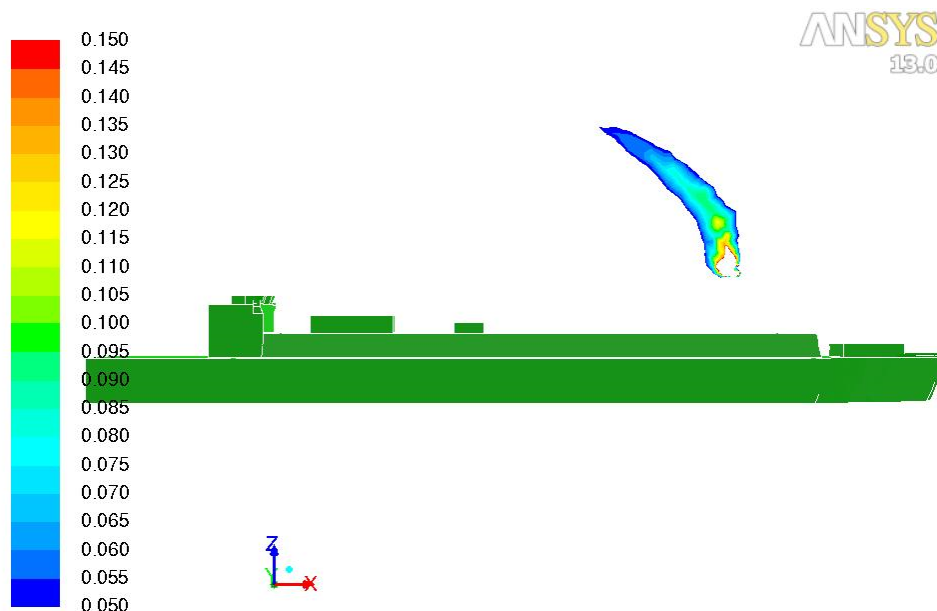
Rif. TRR: 72452



Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

Figura 50: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 15 nodi



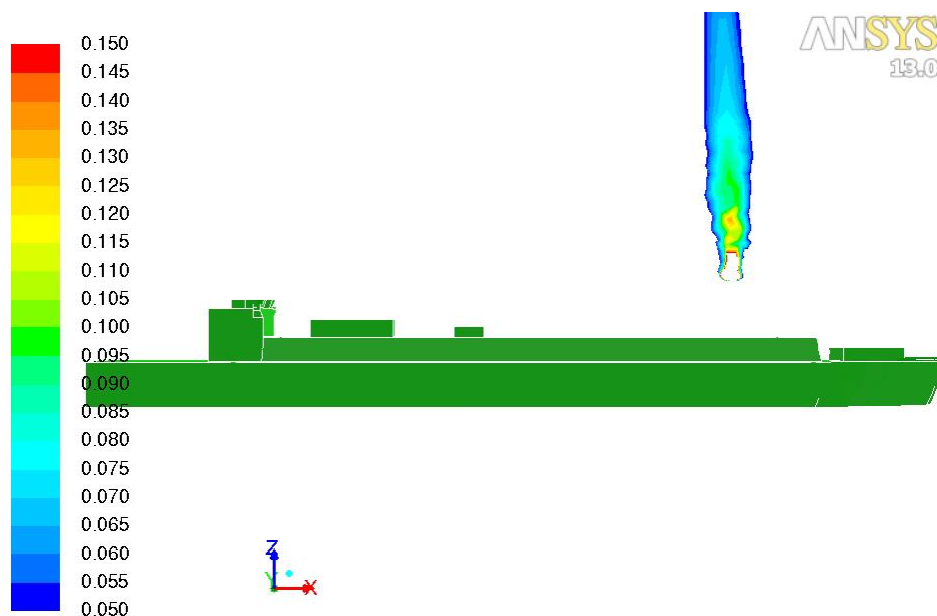
Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

Figura 51: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 5 nodi

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 227 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452



Contours of Mole fraction of ch4

Nov 09, 2011
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, spe, rke)

Figura 52: Contorno del gas metano dal vent per velocità del vento 0 nodi

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 228 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.6 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.7.7 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.7.8 Ubicazione delle zone in cui sono immagazzinate sostanze corrosive

Presso il Terminale non sono previste sostanze corrosive.

C.7.9 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.7.10 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 229 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.11 Sistemi di blocco di sicurezza

C.7.11.1 *Struttura di ormeggio*

C.7.11.1.1 *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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 230 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 231 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 232 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 53: 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).

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 233 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

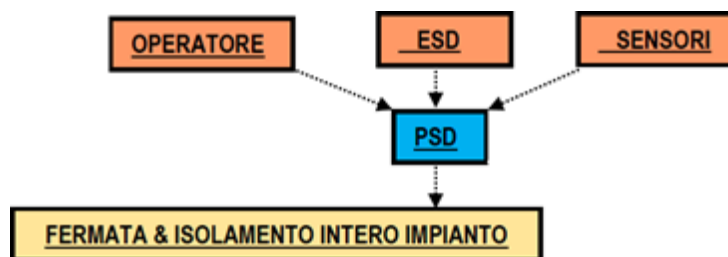


Figura 54: Schema PSD

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 234 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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).

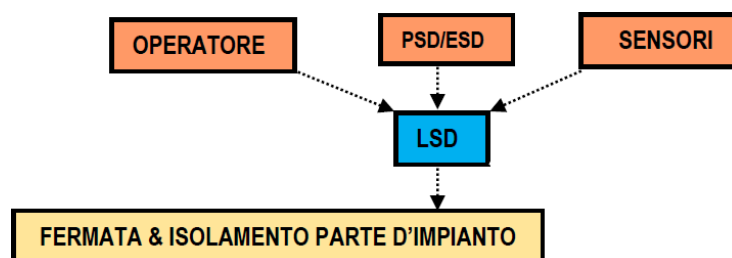


Figura 55: Schema LSD

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 235 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Cause di blocco

Di seguito sono elencate alcune delle cause di blocco considerate per il design dei sistemi di emergenza:

- Flusso anomalo (es. bassissimo flusso per le pompe, basso flusso per gli scambiatori, etc.).
- Livello anomalo (es. bassissimo livello in aspirazione pompe, altissimo livello in separatori gas/liquido e K.O. drum, etc.).
- Pressione anomala (es. altissima pressione di mandata compressori e pompe, etc.).
- Temperatura anomala (es. altissima temperatura del lubrificante delle macchine rotanti, etc.).
- Vibrazione anomala (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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 236 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 237 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.7.11.1.2 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 238 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.7.11-A sono riportati le matrici cause effetti e alcuni dettagli dei sistemi di blocco della nave. **I dettagli inerenti il sistema di riscaldamento acqua mare saranno resi disponibili in fase di Rapporto di Sicurezza definitivo.**

Allegato C.7.11-A Matrice Causa-Effetti e dettagli sistema di controllo FSRU

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.7.11-A 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 28460⁵.

⁵ ISO 28460 Petroleum and natural gas industries - Installation and equipment for liquefied natural gas - Ship-to-shore interface and port operations.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 239 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

C.7.12 Luoghi con pericolo di formazione e persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e/o tossiche e misure adottate

C.7.12.1 *Struttura di ormeggio*

Nel seguente allegato 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.

Allegato C.7.12-A **Planimetria classificazione aree a rischio di esplosione piattaforma di ormeggio**

C.7.12.2 *FSRU*

La classificazione delle aree della FSRU, riportata in Allegato C.7.12-B, è stata sviluppata secondo il codice IMO per la costruzione e l'equipaggiamento delle navi metaniere. **La planimetria aggiornata con l'inserimento del sistema di riscaldamento acqua mare sarà resa disponibile in fase di Rapporto di Sicurezza definitivo.**

Allegato C.7.12-B **Planimetria classificazione aree a rischio di esplosione FSRU**

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.7.13 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 240 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 negli allegati sotto indicati.

C.8.1.1 *Struttura di ormeggio*

In Allegato C.8.1-A è disponibile la planimetria dei rilevatori della struttura di ormeggio

Allegato C.8.1-A Planimetria rilevatori piattaforma

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.

In particolare sono previsti rilevatori a protezione di Generatore di emergenza e serbatoio diesel. Sono inoltre previsti rilevatori gas lungo lo sviluppo della tubazione di gas naturale sulla piattaforma e dei rilevatori incendio a infrarossi a coprire l'area della piattaforma.

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.

L'alimentazione del sistema F&G sarà derivata da quadro UPS o con caratteristiche simili di continuità.

Per maggiori dettagli si rimanda alla matrice F&G in Allegato C.8.1-B.

Allegato C.8.1-B Matrice F&G piattaforma

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 241 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 e incendio di tipo MIR a coprire l'area della piattaforma.**

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.

C.8.1.2 FSRU

L'unità galleggiante è dotata di sistemi di rilevazione per perdite di gas e per fumo e fuoco. In Allegato C.8.1-C sono disponibili le planimetrie dei rilevatori della nave FSRU. **Tali planimetrie potrebbero essere modificate con l'aggiunta di ulteriori rilevatori nella successiva fase di ingegneria di dettaglio.**

Allegato C.8.1-C Planimetrie rilevatori FSRU

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-C e alla planimetria in Allegato D.9.3-B per la posizione degli elementi degli impianti di rilevazione.

Ulteriori dettagli del sistema F&G della nave sono disponibili in Allegato D.8.1-C.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 242 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 IDLH⁶ 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-TWA⁷ pari a 35 ppm (NIOSH), e ha effetti di tossicità acuta. La sua concentrazione IDLH indicata dal NIOSH è pari a 1.200 ppm.

⁶ 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.

⁷ 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 243 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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/m² con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min.
- Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m² 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 244 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

- 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. Nel seguente allegato è disponibile l'analisi completa dell'Effetto Domino.

Allegato D.2.2-A Analisi degli incidenti indotti

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.

Con riferimento alla tabella 1 del documento in Allegato D.2.2-A, con la quale vengono indicati i criteri di esclusione di alcuni scenari, di seguito si riporta un approfondimento tecnico relativo agli scenari di pool-fire, esplicitando le valutazioni tecniche e gli interventi operativi che portano ad escludere che un tale scenario possa indurre un effetto domino.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 245 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Gli scenari di pool fire ragionevolmente credibili sono i seguenti:

- 1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU-perdita significativa.
- 1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU-rottura totale.
- 3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette-perdita significativa.
- 5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera-perdita significativa.

Sulla base del tempo di intervento, dell'hold-up della sezione, della portata di rilascio e l'intervento operativo con mezzi a polvere la durata dello scenario è inferiore a 10 minuti, come riportato nella Tabella 92.

Ipotesi	Tempo di intervento	Hold-up	Portata di rilascio	Durata rilascio
	s	t	kg/s	min
1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU perdita significativa	300	0,81	36,6	5,4
1R - Manichette flessibili di scarico GNL da nave metaniera a FSRU rottura totale			286,3	5,0
3R - Collettore GNL di riempimento FSRU a valle delle manichette-perdita significativa	300	25,9	147	7,9
5R - Linee di mandata pompe LNG Feed e collettore GNL principale FSRU durante riempimento da nave metaniera-perdita significativa	300	13,82	67	8,4

Tabella 92: Durata rilasci liquidi ip. 1R, 3R e 5R

Considerate le durate del pool fire, inferiori a 10 minuti, e le indicazioni dell'Appendice A dell'Allegato E del D.Lgs. 105/2015 riportate in Tabella 93 si è ritenuto di escludere eventuali effetti domino da pool fire.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 246 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Tabella A.1 – Probabilità di effetto domino per irraggiamento		
Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Nota
Ingolfamento in fiamma da Jet Fire con durata ≤ 5 minuti	0	
Ingolfamento in fiamma da Jet Fire con durata tra 5 e 10 minuti	0.5	
Ingolfamento in fiamma da Jet Fire con durata > 10 minuti	1	
Irraggiamento superiore a $37,5 \text{ kW/m}^2$ o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata inferiore a 10 minuti	0	1
Irraggiamento superiore a $37,5 \text{ kW/m}^2$ o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata superiore a 10 minuti (per obiettivi come serbatoi atmosferici)	1	2
Irraggiamento superiore a $37,5 \text{ kW/m}^2$ o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata superiore a 10 minuti (per obiettivi come serbatoi pressurizzati e tubazioni)	0.5	2
Irraggiamento superiore a $37,5 \text{ kW/m}^2$ con durata superiore a 20 minuti	1	2
Irraggiamento inferiore a $12,5 \text{ kW/m}^2$	0	1
Irraggiamento tra $12,5 \text{ kW/m}^2$ e $37,5 \text{ kW/m}^2$ con durata inferiore a 10 minuti	0	1
Irraggiamento tra $12,5 \text{ kW/m}^2$ e $37,5 \text{ kW/m}^2$ con durata superiore a 10 minuti	Vedi nota	3
Irraggiamento tra $12,5 \text{ kW/m}^2$ e $37,5 \text{ kW/m}^2$ con durata superiore a 20 minuti	Vedi nota	3

Note alla tabella:

- Salvo i casi in cui sia ipotizzabile una propagazione dell'incendio a causa di materiale strutturale o componentistico infiammabile (es. pannellature di materiale plastico, ecc.), ovvero un danneggiamento di componenti particolarmente vulnerabili (es. recipienti o tubazioni in vetroresina, serbatoi o tubazioni con rivestimenti plastici, ecc.);
- Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione attivi (raffreddamento) automatici o manuali, aventi probabilità P di mancato intervento su domanda o di inefficacia per tutta la durata dell'effetto sorgente, le probabilità di effetto domino vanno moltiplicate per P. Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione passiva (fire proofing, interrimento, barriere tagliafiamme) le probabilità di effetto domino sono trascurabili per durata dell'effetto fisico pari o inferiore a quello eventuale di resistenza del sistema;
- Probabilità interpolata linearmente rispetto alle probabilità corrispondenti ai due estremi del valore di irraggiamento.

Tabella 93 Appendice A dell'Allegato E del D.Lgs. 105/2015

Inoltre, per gli scenari con potenziali effetti domino i sistemi di protezione attiva e passiva considerati a protezione si rimanda alla tabella nel seguente allegato.

Allegato D.2.2-B Tabella sistemi di protezione attiva e passiva scenari incidentali

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 247 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Infine, per ciascuna misura di protezione utilizzata nell'analisi degli incidenti indotti, si riportano di seguito alcune caratteristiche e si rimanda al manuale antincendio che contiene le specifiche di progettazione, fogli dati e certificati di conformità in Allegato D.8.1-C. La planimetria generale dei sistemi di protezione attiva della nave è riportata in Allegato D.8.1-B.

Sistemi di protezione attiva a bordo della FSRU

I sistemi di protezione attiva presenti a bordo della FSRU sono:

- Sistema di raffreddamento ad acqua (manichette e monitori).
- Sistema water spray.
- Sistema di spegnimento a polvere.
- Sistema di spegnimento CO₂.
- Sistema a schiuma.
- Rilevatori gas.

Sistema di distribuzione acqua di mare

Il sistema di acqua antincendio è fornito da tre pompe e da una pompa di emergenza.

Le caratteristiche delle pompe sono riportate nel seguito:

Pompa	Caratteristiche	
Bilge, Fire & G/S Pump	<i>Produttore</i>	Shinko Ind.
	<i>Numero</i>	2
	<i>Tipologia</i>	RVP200MS
	<i>Capacità</i>	245/240 m ³ /h
	<i>Prevalenza</i>	35/90 m (inclusi -5 m in aspirazione)
	<i>Motore</i>	100 kW, 1800 rpm, AC440V, 3Ph, 60 Hz
Water spray Pump	<i>Produttore</i>	Shinko Ind.
	<i>Numero</i>	2
	<i>Tipologia</i>	KV350K
	<i>Capacità</i>	1500 m ³ /h
	<i>Prevalenza</i>	90 m (inclusi -5 m in aspirazione)
	<i>Motore</i>	550 kW, 1800 rpm, AC440V, 3Ph, 60 Hz

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 248 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Pompa	Caratteristiche	
Pompa jockey a pressione per linea antincendio	<i>Produttore</i>	Shinko Ind.
	<i>Numero</i>	2
	<i>Tipologia</i>	SVQ50AM
	<i>Capacità</i>	2 m³/h
	<i>Prevalenza</i>	90 m (inclusi -5 m in aspirazione)
	<i>Motore</i>	5,5 kW, 1800 rpm, AC440V, 3Ph, 60 Hz
Pompa Antincendio di emergenza	<i>Produttore</i>	Shinko Ind.
	<i>Numero</i>	2
	<i>Tipologia</i>	GVD300-3MS
	<i>Capacità</i>	430 m³/h
	<i>Prevalenza</i>	90 m (inclusi -5 m in aspirazione)
	<i>Motore</i>	200 kW, 1800 rpm, AC440V, 3Ph, 60 Hz

Tabella 94 Caratteristiche pompe antincendio

Il sistema fornisce acqua di mare a:

- Gli idranti in sala macchine.
- Gli idranti sul ponte.
- Gli idranti negli alloggi.
- Il sistema a cortina d'acqua marina del collettore di carico.
- Il sistema di protezione delle vie di fuga.
- Il manifold di babordo e di dritta.

Il sistema principale antincendio dell'acqua di mare è mantenuto ad una pressione costante di tra 8 bar e 9 bar da un serbatoio idroforo da 2,0 m³ e relativo pompa jockey come mostrato nell'illustrazione 8.1a in Allegato D.8.1-C. Se una valvola dell'idrante viene aperta, la pressione nella condotta antincendio diminuirà e poiché la pompa jockey ha una capacità insufficiente per mantenere la pressione, la pompa di sentina, antincendio e G/S n. 1 con una portata di 245/240 m³/h si avvierà.

La pompa antincendio di emergenza è una pompa centrifuga azionata elettricamente alimentata dai quadri principale e di emergenza e dispone di una capacità di 430 m³/h. Si trova a poppa vicino al vano dello sterzo e dispone di una propria linea di aspirazione di 300 mm di diametro collegata a una cassa di mare dedicata.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 249 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Il sistema è stato progettato in accordo al documento DNVGL-SI-0364 "Interpretazione del regolamento SOLAS" emesso dal DNV e al codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code.

Sistema di raffreddamento ad acqua (manichette e monitori)

L'impianto principale antincendio dispone di numerosi idranti in sala macchine, nel blocco alloggi e nelle zone di lavoro del ponte di prua e di poppa. A ciascuna uscita vi è il box con il tubo flessibile che contiene una manichetta antincendio e un ugello di scarico.

Per azionare la conduttura antincendio a piena capacità e in conformità con il regolamento della società di classificazione è stato testato e dimostrato che due pompe devono essere in funzione per soddisfare tutti i requisiti di sistema.

Il sistema è stato progettato in accordo al documento DNVGL-SI-0364 "Interpretazione del regolamento SOLAS" emesso dal DNV e al codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code.

La planimetria del sistema è riportata nella figura 8.2a in Allegato D.8.1-C.

Sistema water spray

Il sistema water spray è installato:

- paratie esterne degli alloggi.
- paratie esterne della sala macchine e motori elettrici.
- area collettore di carico.
- cupole per tubazioni liquidi e gas dei serbatoi.
- via di fuga di emergenza e punto di raccolta.
- modulo di rigassificazione.

Il sistema water spray è stato progettato in accordo al documento DNVGL-SI-0364 "Interpretazione del regolamento SOLAS" emesso dal DNV e al codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code.

La planimetria del sistema è riportata nella figura 8.3a in Allegato D.8.1-C.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 250 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Sistema di estinzione a polvere

Le caratteristiche del sistema a polvere sono riportate nella tabella successiva:

Tipologia	Caratteristiche	
Sistema a polvere	<i>Produttore</i>	Unitor Ltd.
	<i>Numero</i>	3 unità e 10 manichette
	<i>Tipologia</i>	Agente di bicarbonato di sodio - propellente azotato
	<i>Capacità serbatoio</i>	2,000 kg per unità n. 1 2,500 kg per unità n. 2 e 3
	<i>Bombole di azoto</i>	9 per ogni serbatoio, da 50 lt ciascuna a 200 bar
	<i>Monitori</i>	3 sets (babordo, dritta e a prua), 25 kg/s
	<i>Manichette</i>	9 da 33m di lunghezza, 3.5 kg/s

Il sistema a polvere fisso è costituito da due serbatoi indipendenti di capacità pari a 2,500 kg e un serbatoio a prua da 2,000 kg contenente un composto il cui costituente principale è il bicarbonato di sodio. Ogni serbatoio è collegato a n. 9 bombole di azoto da 50 litri ciascuna situate nello stesso compartimento, che sono attivati da piccole bombole pilota di azoto (2.68 litri) installati negli armadi di sgancio nel CCR e nella stazione antincendio, o da cilindri pilota montati localmente ai monitor di scarico.

Due monitori sono situati a babordo e a tribordo del collettore di scarico e sono allineati per coprire la linea del liquido e del vapore. Separatamente, un monitor è situato sulla prua della nave ed è allineato per coprire l'impianto di rigassificazione.

La nave è inoltre dotata di nove manichette flessibili indipendente che si collegano ai serbatoi di accumulo utilizzati dai monitor dettagliati sopra. All'interno di ciascun box che ospita le manichette è presente un piccolo cilindro di azoto pilota, che una volta aperto attiverà le principali bombole di azoto nella locale bombole e apre una valvola di rilascio per consentire alla polvere di essere scaricata.

Quando le bombole di azoto principali sono state aperte da una qualsiasi delle bombole pilota, il gas delle bombole da 50 litri viene iniettato nella parte inferiore del serbatoio per fluidificare la polvere e per pressurizzare l'intero serbatoio. Quando la pressione del serbatoio ha raggiunto un valore preimpostato, aziona l'attuatore pneumatico della valvola di scarico, provocando l'apertura della valvola e scarica la polvere tramite il monitor o la manichetta.

In caso di emergenza, le bombole di azoto e le valvole di scarico possono essere azionato manualmente dall'interno di ciascuno dei locali dedicati ai serbatoi.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 251 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Il sistema di estinzione è stato progettato in accordo a:

- Regola SOLAS 74 successive modifiche.
- Risoluzione MSC.5(48) "Adozione del codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti" - Commissione sulla sicurezza marittima (MSC) dell'organizzazione internazionale marittima (IMO).
- Codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code.

La planimetria e uno schema del sistema sono riportati nelle figure 8.4a/b in Allegato D.8.1-C.

Sistema di estinzione a CO₂

Le caratteristiche del sistema di estinzione a CO₂ sono riportate nella tabella successiva:

Tipologia	Caratteristiche	
Sistema a CO₂	<i>Produttore</i>	Unitor Ltd.
	<i>Tipologia</i>	Alta pressione
	<i>Capacità</i>	Ciascuna bombola contiene 67,5 lt Sono presenti: - n. 50 bombole nella engine room - n. 75 bombole nell'area cargo - n. 12 bombole nella sala quadri della rigassificazione - n. 100 bombole nel locale pompe a prua

Le bombole sono collegate agli ugelli di scarico attraverso i collettori e le tubazioni di distribuzione.

Un manometro e un pressostato sono montati sul collettore principale di CO₂.

A seconda dell'applicazione, la CO₂ viene normalmente impiegata a livelli tra il 35% e il 50% in volume per produrre una carenza di ossigeno e quindi estinguere un incendio.

Il sistema a CO₂ è stato progettato in accordo al documento DNVGL-SI-0364 "Interpretazione del regolamento SOLAS" emesso dal DNV e al codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code.

La planimetria del sistema è riportata nella figura 8.5a in Allegato D.8.1-C.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 252 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

Sistema di estinzione a schiuma

Le caratteristiche del sistema di estinzione a schiuma sono riportate nella tabella successiva:

Tipologia	Caratteristiche	
Sistema a schiuma	<i>Produttore</i>	Wilhelmsen Tech.
	<i>Tipologia</i>	Unitor fixed Hifoam fire fighting system
	<i>Serbatoio Schiuma</i>	4.5 m ³ con 2% schiuma sintetica
	<i>Pompe</i>	n. 2 pompe DPVF10/7 Capacità 7.63 m ³ /h a 10.3 bar Motore 5.5kW, 440VAC, 60Hz, 3ph

Tutti i locali riportati nella figura 8.9a in Allegato D.8.1-C sono protetti da un sistema antincendio a schiuma ad alta espansione.

Il sistema è azionato dal locale dedicato alla schiuma e dalla sala di controllo.

Il sistema comprende brevemente un serbatoio di stoccaggio del liquido, alimentato tramite una pompa del liquido schiumogeno situata più in basso rispetto al serbatoio miscelato con acqua di mare fornita dalla pompa antincendio di emergenza. Questa miscela di schiuma/acqua di mare viene fatta passare attraverso generatori di schiuma situati ai punti più alti nei vari scomparti producendo molto schiuma espansiva che si disperde nello spazio protetto.

Il sistema di estinzione è stato progettato in accordo a:

- Annesso A.1, punto A.1/3.47/3.61, Annesso B e Modulo D della Direttiva 96/98/EC del 20 Dicembre 1996 sull'equipaggiamento marittimo e modificato dalla Direttiva 2009/26/EC emessa dal Consiglio sull'equipaggiamento marittimo.
- Regola SOLAS 74 regolamento II-2/10 e successive modifiche.
- 1-Circ. 1239 – Interpretazione del capitolo II-2 della regola SOLAS - Commissione sulla sicurezza marittima (MSC) dell'organizzazione internazionale marittima (IMO).
- Fire Safety System code 6.

Sistema di rilevazione gas

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 253 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

Le caratteristiche dei rilevatori sono riportati nella tabella successiva:

Tipologia	Caratteristiche	
Rilevatori gas aree classificate	<i>Produttore</i>	Consilium Marine AB
	<i>Tipologia</i>	n. 36 rilevatori di gas a infrarosso: - Two optima plus IR-detector metano 0-100% LEL - Two optima plus IR-detector metano 0-100% VOL
Rilevatori gas aree non classificate	<i>Produttore</i>	Consilium Marine AB
	<i>Tipologia</i>	n. 36 rilevatori di gas a infrarosso: - Optima plus IR-detector with Bartec EEx junction box per metano 0-100% LEL (Engine Room Area) - Optima plus IR-detector with Bartec EEx junction box per metano 0-100% LEL (Aloggi) - Optima plus IR-detector with Bartec EEx junction box for methane 0-100% LEL (DF engine and GCU Area) - Optima plus IR-detector with Bartec EEx junction box per metano 0-100% LEL (area rigassificazione)

I rilevatori misurano le concentrazioni ambientali di metano e sono impostati con due soglie, una di preallarme ed una di allarme. Le soglie per i rilevatori ubicati nelle aree classificate sono riportate nella tabella successiva, mentre invece le soglie per i rilevatori ubicati nelle aree non classificare sono:

- 30% LEL pre-allarme.
- 60% LEL allarme.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 254 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

No.	Posizione	Soglia preallarme	Soglia allarme
1	Serbatoio n. 1 – cupola liquido	15% VOL	30% VOL
2	Serbatoio n. 1 – cupola gas	15% VOL	30% VOL
3	Serbatoio n. 1	15% LEL	30% LEL
4	Serbatoio n. 2 – cupola liquido	15% VOL	30% VOL
5	Serbatoio n. 2 – cupola gas	15% VOL	30% VOL
6	Serbatoio n. 3	15% LEL	30% LEL
7	Serbatoio n. 3 – cupola liquido	15% VOL	30% VOL
8	Serbatoio n. 3 – cupola gas	15% VOL	30% VOL
9	Serbatoio n. 3	15% LEL	30% LEL
10	Serbatoio n. 4 – cupola liquido	15% VOL	30% VOL
11	Serbatoio n. 4 – cupola gas	15% VOL	30% VOL
12	Serbatoio n. 4	15% LEL	30% LEL
13	Cassone n.1	15% LEL	30% LEL
14	Cassone n.2	15% LEL	30% LEL
15	Cassone n.3	15% LEL	30% LEL
16	Cassone n.4	15% LEL	30% LEL
17	Cassone n.5	15% LEL	30% LEL
18	Condotto chiglia prua	15% LEL	30% LEL
19	Condotto chiglia poppa	15% LEL	30% LEL
20	Serbatoio di scarico condense sfiati	15% LEL	30% LEL
21	Cargo machinery room prua	15% LEL	30% LEL
22	Cargo machinery room poppa	15% LEL	30% LEL
23	Electric motor room	15% LEL	30% LEL
24	Passaggio a dritta a prua	15% LEL	30% LEL
25	Porta di passaggio a prua	15% LEL	30% LEL
26	Passaggio a dritta a poppa	15% LEL	30% LEL
27	Porta di passaggio a poppa	15% LEL	30% LEL
28	Sfiato serbatoio GNL n. 1	15% LEL	30% LEL
29	Sfiato serbatoio GNL n. 2	15% LEL	30% LEL
30	Sfiato serbatoio GNL n. 3	15% LEL	30% LEL
31	Sfiato serbatoio GNL n. 4	15% LEL	30% LEL
32	Serbatoio di scarico gas per sentina	15% LEL	30% LEL
33	Locale nostromo	15% LEL	30% LEL
34	Locale pompe a prua	15% LEL	30% LEL
35	Vasca di degasaggio cooler	15% LEL	30% LEL
36	Interno cabinato sistema gas sampling	15% LEL	30% LEL

La planimetria con la dislocazione dei rilevatori gas e dei rilevatori incendio è riportata in Allegato D.8.1-C e in Allegato C.8.1-C.

Per i sistemi di protezione attiva e passiva della piattaforma si rimanda a quanto riportato nel paragrafo C.7.1.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 255 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.2.2.3 *Sistemi di sicurezza per contrastare eventuali scenari indotti dalla nave metaniera in fase di scarico e quelli provenienti dal pontile*

Per la modellazione degli scenari incidentali del metanodotto della piattaforma conservativamente non si è tenuto conto del cunicolo di protezione del metanodotto stesso, pertanto gli scenari di Jet-Fire sono sovrastimati rispetto a quanto riportato.

A protezione della nave dagli scenari del pontile è stata comunque prevista una barriera d'acqua sulla piattaforma che sarà posizionata nei pressi dei bracci di scarico di gas naturale.

In caso di emergenza è infine previsto l'allontanamento della nave. In corrispondenza di ogni braccio di scarico sono installati 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.

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.

Analogamente in caso di emergenza durante la fase di trasferimento GNL nave metaniera-FSRU, il sistema di sicurezza è costituito dal sistema ERS che prevede a prefissate distanza tra le due navi tramite dei cavi di acciaio di collegamento: a circa 7 m di distanza tra le due navi l'attivazione dell'ESD con fermata delle pompe di carico e chiusura delle valvole ESD su entrambe le navi, a circa 10 m attivazione dell'ERS con chiusura delle valvole ERS delle manichette e disaccoppiamento delle manichette.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 256 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

Ulteriori dettagli dei sistemi di protezione attiva e passiva sono riportati nel Paragrafo nell'**Allegato I.11**, cui si rimanda.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 257 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.

Nel seguente allegato è disponibile l'indice del principale Manuale Operativo della nave FSRU.

Allegato D.4.2-A Indice Manuale Operativo FSRU per le operazioni cargo

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 258 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 259 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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-A e B** 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 260 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

Allegato D.8.1-A Planimetria rete antincendio piattaforma

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 CO₂ 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.

Le planimetrie antincendio della nave FSRU sono disponibili nel seguente allegato. **Tali planimetrie potrebbero essere modificate con l'aggiunta di ulteriori apparecchiature nella successiva fase di ingegneria di dettaglio.**

Allegato D.8.1-B Planimetria antincendio FSRU

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 261 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 m³/h e 35 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 240 m³/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 1.500 m³/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa jockey da 2 m³/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa da 430 m³/h e 90 m di prevalenza;
- N. 1 pompa idrofora da 2 m³.

In Allegato D.8.1-C è disponibile il manuale antincendio della nave FSRU, con ulteriori informazioni sulle caratteristiche degli impianti antincendio, come specifiche di progettazione, fogli dati e certificati di conformità.

Allegato D.8.1-C Manuale Antincendio FSRU

D.8.1.3 Dettagli impianti antincendio

Per ulteriori indicazioni sugli impianti antincendio predisposti a fronte di ciascuno scenario incidentale nonché dell'efficacia degli stessi in funzione del livello di irraggiamento termico atteso:

- si rimanda al manuale antincendio FSRU in Allegato D.8.1-C
- la progettazione della nave segue il codice internazionale per la costruzione e le dotazioni delle navi adibite al trasporto alla rinfusa di gas liquefatti – IGC Code e il regolamento SOLAS.
- sono stati previsti requisiti di resistenza al fuoco pari almeno a REI 60 per il metanodotto in piattaforma per le condotte della rete antincendio e per il container che ospiterà la sala pompe antincendio, il cabinato di controllo e il gruppo elettrogeno. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo C.7.1.

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.

Nel seguente allegato è disponibile lo schema del sistema di scarico e raccolta delle acque di sentina e di drenaggio a bordo FSRU.

Allegato D.8.2-A Planimetria drenaggio acque 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 262 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 ³ a 50 m ³	Attività non individuabile come impianto o deposito	Serbatoio di gasolio da ca. 25 m ³ 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)
6.2.B	Reti di trasporto e di distribuzione di gas infiammabili, compresi quelli di origine petrolifera o chimica, con pressione superiore a 2,4 MPa	Attività non individuabile come impianto o deposito	Metanodotto di piattaforma

Tabella 95: 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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 263 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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 56.

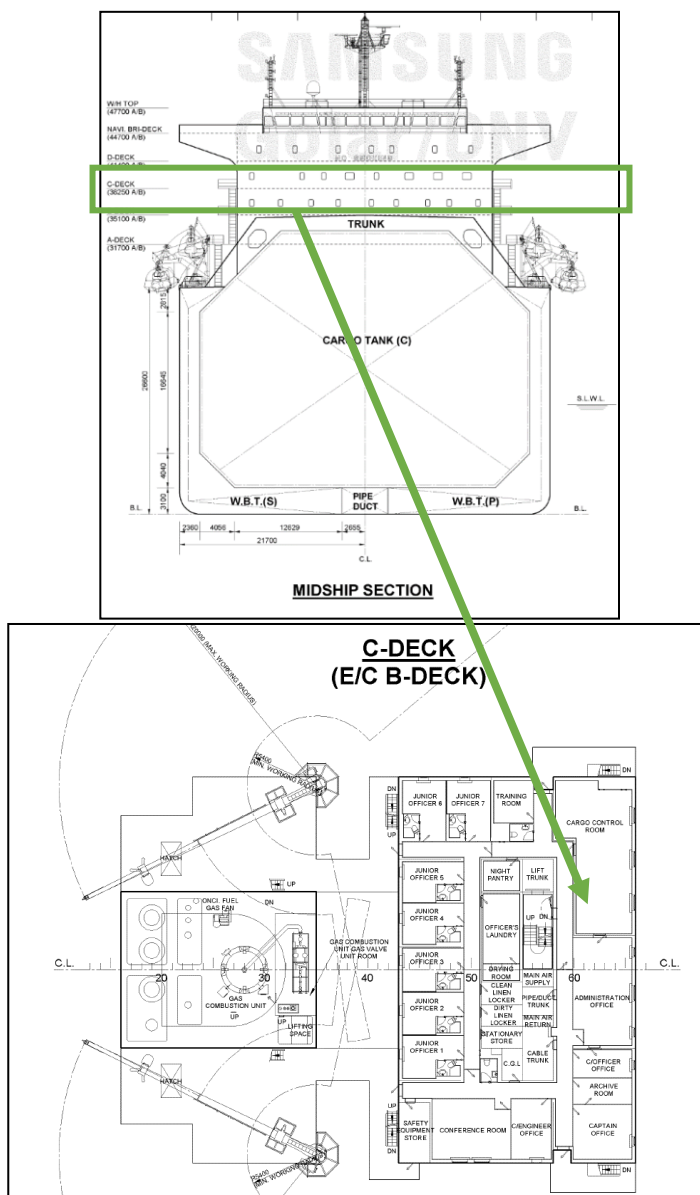


Figura 56: Dislocazione sala controllo

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 264 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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-A** e Allegato D.9.3-B 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.

Allegato D.9.3-A Planimetria vie di fuga piattaforma

Allegato D.9.3-B Planimetrie vie di fuga FSRU

Una via di fuga dalla FSRU verso la struttura di ormeggio e viceversa sarà garantita da scalandroni collegati al ponte principale ed alla struttura di ormeggio. Ogni 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.

La nave non è dotata di una piazzola per l'atterraggio di elicotteri e data la situazione di emergenza non è fattibile da un punto di vista tecnico-economico una modifica della nave per la realizzazione dell'opera.

Attualmente è stata prevista una winch area per l'arrivo del verricello dell'elicottero sulla briccola a SUD esistente di PIR, come indicato nella planimetria in Allegato A.2.3-A.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 265 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 266 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 267 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 268 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.

	PROGETTISTA  Tecnologia Ricerca Rischi	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (EMILIA ROMAGNA)	REL-MEC-E-13000	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 269 di 269	Rev. 2

Rif. TRR: 72452

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.