

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 1 di 24	Rev. 00

Rif.Saipem: 022932T_001-P-R-0001_00

FSRU PORTO TORRES

Relazione Tecnica di Selezione Tipologia di Vaporizzatore



0	Emissione per Enti / Appalto	V.Zito	G.Raso	L.Derossi	26/09/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 2 di 24	Rev. 00

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3.	INFORMAZIONI IN SOSPESO	5
4.	ACRONIMI	6
5.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
6.	RIFERIMENTI	8
7.	TECNOLOGIA DEI VAPORIZZATORI	9
	7.1. SCV – Vaporizzatore a Fiamma Sommersa	9
	7.2. ORV – Open Rack Vaporizer	12
	7.3. STV – Vaporizzatori Tubo e Mantello	14
	7.4. IFV – Vaporizzatori a Fluido Intermedio	14
	7.5. AAV – Vaporizzatore ad Aria Ambiente	16
	7.6. WARTSILA HAMWORTHY- PCHE	17
	7.7. MOSS – Vaporizzatore TUBO e Mantello	18
8.	VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI SISTEMI DI VAPORIZZAZIONE	20
9.	CONCLUSIONI	23

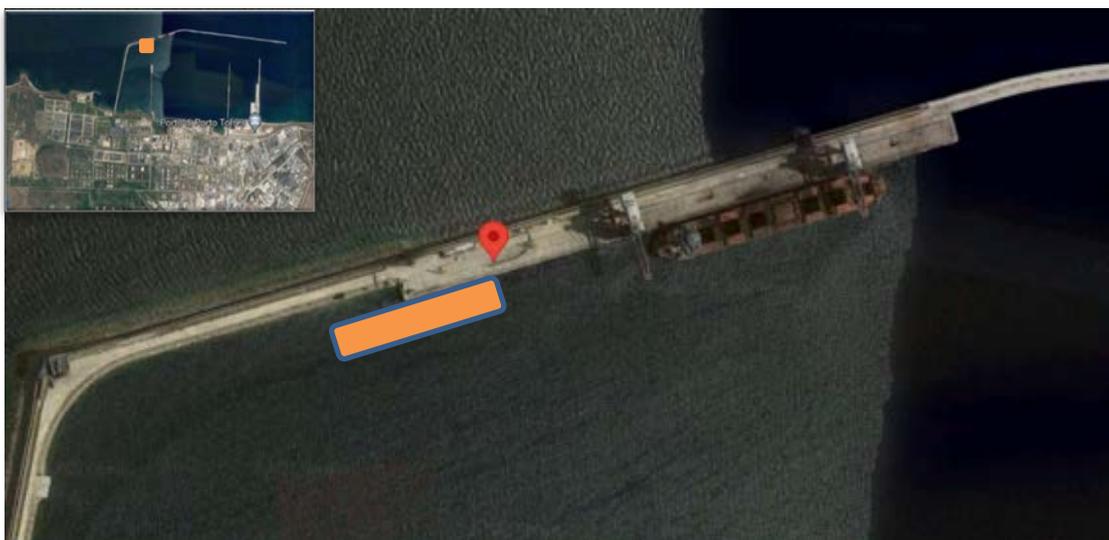
CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 3 di 24	Rev. 00

1. INTRODUZIONE

Snam Rete Gas sta sviluppando un progetto per l'approvvigionamento di gas naturale nel Nord della Regione Sardegna che prevede l'ormeggio a lungo termine (25 anni) di una unità di stoccaggio e rigassificazione (FSRU) di Gas Naturale Liquefatto (GNL) all'interno del porto industriale di Porto Torres nonché i lavori impiantistici, civili e marittimi di adeguamento della relativa banchina di ormeggio fino al limite di batteria con la condotta di distribuzione di gas naturale che porterà il gas alle utenze industriali e civili del nord Sardegna.

La condotta di collegamento con la Dorsale Sardegna Nord per il trasporto del gas naturale avrà un diametro DN 650 ed una pressione di progetto (DP) di 75 barg.

La posizione selezionata per l'ormeggio della FSRU è indicativamente rappresentata nella immagine sottostante e corrisponde all'attuale molo carbonifero (Banchina E-ON) a cui attraccano le navi che approvvigionano la vicina centrale elettrica di Fiume Santo di proprietà di EPH.



Il porto industriale di Porto Torres è classificato in Categoria II e Classe I secondo la legge italiana n. 84 (del 28 gennaio 1994)

L'FSRU avrà una capacità di stoccaggio di circa 25.000 m³ ed una capacità di rigassificazione massima di LNG (send out) di 170.000 Sm³/h. Si prevede di utilizzare acqua di mare per il sistema di vaporizzazione.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 4 di 24	Rev. 00

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è confrontare le possibili soluzioni disponibili per i sistemi di vaporizzazione del GNL, analizzando e mettendo in evidenza i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna possibilità in relazione alle specifiche richieste e caratteristiche del progetto

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 5 di 24	Rev. 00

3. INFORMAZIONI IN SOSPESO

Tag	Sezione	Descrizione

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 6 di 24	Rev. 00

4. ACRONIMI

AAV	Ambient Air Vaporizer
BoG	Boil-off Gas
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GBS	Gravity Base Structure
GN	Gas Naturale
GNL	Gas Naturale Liquido
HP	Alta Pressione
IFV	Intermediate Fluid Vaporizer (Vaporizzatori con Fluido Intermedio)
LP	Bassa Pressione
ORV	Open Rack Vaporizer
PCHE	Printed Circuit Heat Exchanger (Scambiatore di Calore a Circuito Stampato)
SCV	Submerged Combustion Vaporizer (Vaporizzatore a Fiamma Sommersa)
STV	Shell and Tube Vaporizer (Vaporizzatore Tubo e Mantello)
SW	Acqua Mare

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 7 di 24	Rev. 00

5. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

UNI-EN-1473 Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL)

ISO 20257 Installation and equipment for liquefied natural gas —Design of floating LNG installations

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 8 di 24	Rev. 00

6. RIFERIMENTI

[A1] 001-GD-B-08001

Schemi di Processo

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 9 di 24	Rev. 00

7. TECNOLOGIA DEI VAPORIZZATORI

I Vaporizzatori GNL trasferiscono calore al GNL ad alta pressione, vaporizzandolo e permettendone il dispacciamento agli utilizzatori.

La scelta della tecnologia di vaporizzazione è un fattore cruciale per gli Impianti di Rigassificazione

La selezione si basa su:

- Condizioni e località dell'impianto
- Disponibilità e affidabilità della sorgente di calore
- Regolamentazioni (limiti di emissioni, restrizioni su utilizzo di acqua)
- Condizioni ambientali (temperature ambiente e dell'acqua, cambi stagionali)
- Efficienza energetica

Le tecnologie di vaporizzatori utilizzate in Impianti di Rigassificazione sono:

- Vaporizzatori a Fiamma Sommersa (SCV) – vedi Sezione 7.1
- Open Rack Vaporizer (ORV) – vedi Sezione 7.2
- Vaporizzatori Tubo e Mantello (Shell&Tube Vaporizer STV) – vedi Sezione 7.3
- Vaporizzatori con Fluido Intermedio (IFV) – vedi Sezione 7.4
- Ambient Air Vaporizer (AAV) – vedi Sezione 7.5

Per applicazioni Offshore sono disponibili anche soluzioni licenziate:

- WARTSILA HAMWORTHY- PCHE – vedi Sezione 7.6
- MOSS – Vaporizzatore Tubo e Mantello 7.7

7.1. SCV – Vaporizzatore a Fiamma Sommersa

Il fluido che trasferisce calore al GNL per vaporizzarlo è un bagno di acqua riscaldato dalla combustione di una fiamma sommersa.

Il sistema è formato da un fascio tubiero immerso nel bagno d'acqua contenuto in un serbatoio, all'interno del serbatoio è presente anche un bruciatore subacqueo, alimentato da gas naturale e aria (spinta da un ventilatore).

Le principali peculiarità di questo sistema sono:

- Necessità di **dosaggi chimici** per il controllo del **pH** del bagno d'acqua: la **CO₂** dei fumi di combustione **condensa e acidifica** l'acqua, portando a potenziali problematiche di corrosione.
- **Produzione** netta di **acqua**, prodotto della combustione, che va trattata prima del suo smaltimento.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 10 di 24	Rev. 00

- **Consumo** di Gas Naturale per il riscaldamento: indicativamente circa **l'1.5% del GNL** vaporizzato è poi utilizzato per la fiamma sommersa.
- La circolazione dell'acqua nel bagno è garantita dal gradiente di temperatura e densità, non richiedendo attrezzature apposite.
- Stabilità di funzionamento su FSRU

Questa soluzione è adatta all'utilizzo in ambienti dove sono presenti basse temperature ambientali: le capacità dei moduli sono indicativamente fino a **190 ton/h**.

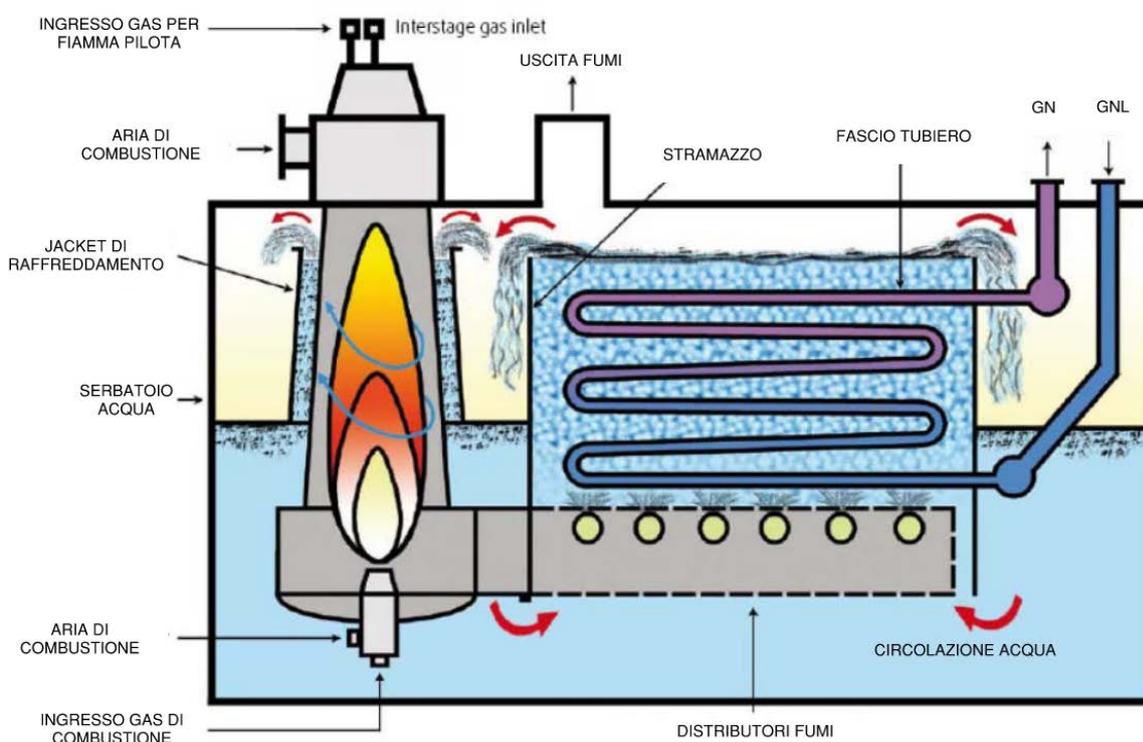


Figura 1: Schematica SCV

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 11 di 24	Rev. 00

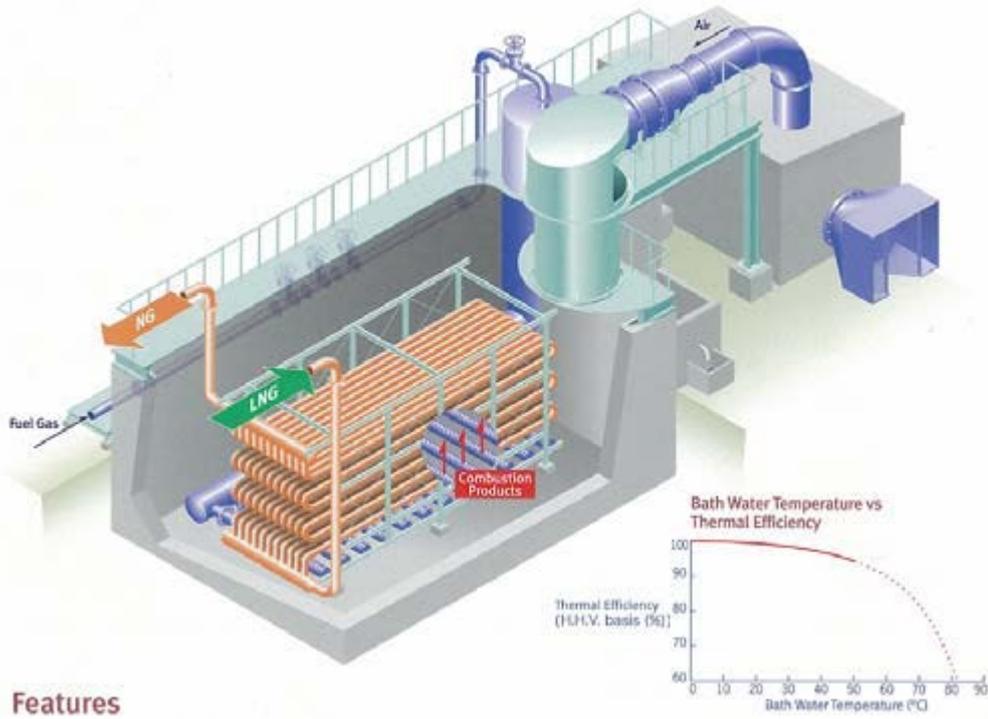


Figura 2: Vista 3D SCV



Figura 3: Esempio di un SCV onshore

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 12 di 24	Rev. 00

7.2. ORV – Open Rack Vaporizer

I Vaporizzatori Open-Rack sono la tecnologia più utilizzata per la rigassificazione del GNL nei diversi impianti esistenti.

Un ORV consiste in un insieme di pannelli tubi verticali, dove il GNL scorre dal basso verso l'alto mentre un film di acqua (solitamente acqua-mare) scorre in verso contrario all'esterno del tubo: l'acqua cede il proprio calore e riscalda il GNL, vaporizzandolo.

In figura è riportato schematicamente l'arrangiamento tipico di un ORV, con i collettori di GNL e GN in ingresso e uscita.

I tubi sono alettati, con una forma tipo "stella", in modo da aumentare la superficie di scambio e tipicamente in una lega a base di alluminio e con una piccola percentuale di zinco.

Per un funzionamento ottimale, una distribuzione uniforme di GNL e acqua-mare è fondamentale. Un adeguato margine sullo scambiatore è considerato per tenere in conto la formazione di ghiaccio sui tubi, data dal contatto con il GNL a -160°C.

Tale sistema richiede diversi sistemi ausiliari, in particolare per il pescaggio e lo scarico dell'acqua mare, come ad esempio il bacino di pompaggio, le pompe di circolazione, il piping necessario al circuito e infine il canale di scarico: l'elevata corrosività dell'acqua mare richiede inoltre una selezione di materiali più attenta, ad esempio la presenza dello zinco sui tubi funge da anodo sacrificale.

Le principali peculiarità di questo sistema sono quindi:

- Utilizzo di **acqua-mare**, con attività necessarie per la protezione dalla corrosione
- La temperatura dell'acqua mare deve sempre essere **maggiore di 5°C**
- Problematiche legate alla **formazione di ghiaccio** e relativa manutenzione e pulizia frequenti

Questa soluzione è adatta all'utilizzo in ambienti dove le temperature dell'acqua mare non vanno mai al di sotto dei 5°C: le capacità dei moduli sono indicativamente fino a 350 ton/h.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 13 di 24	Rev. 00

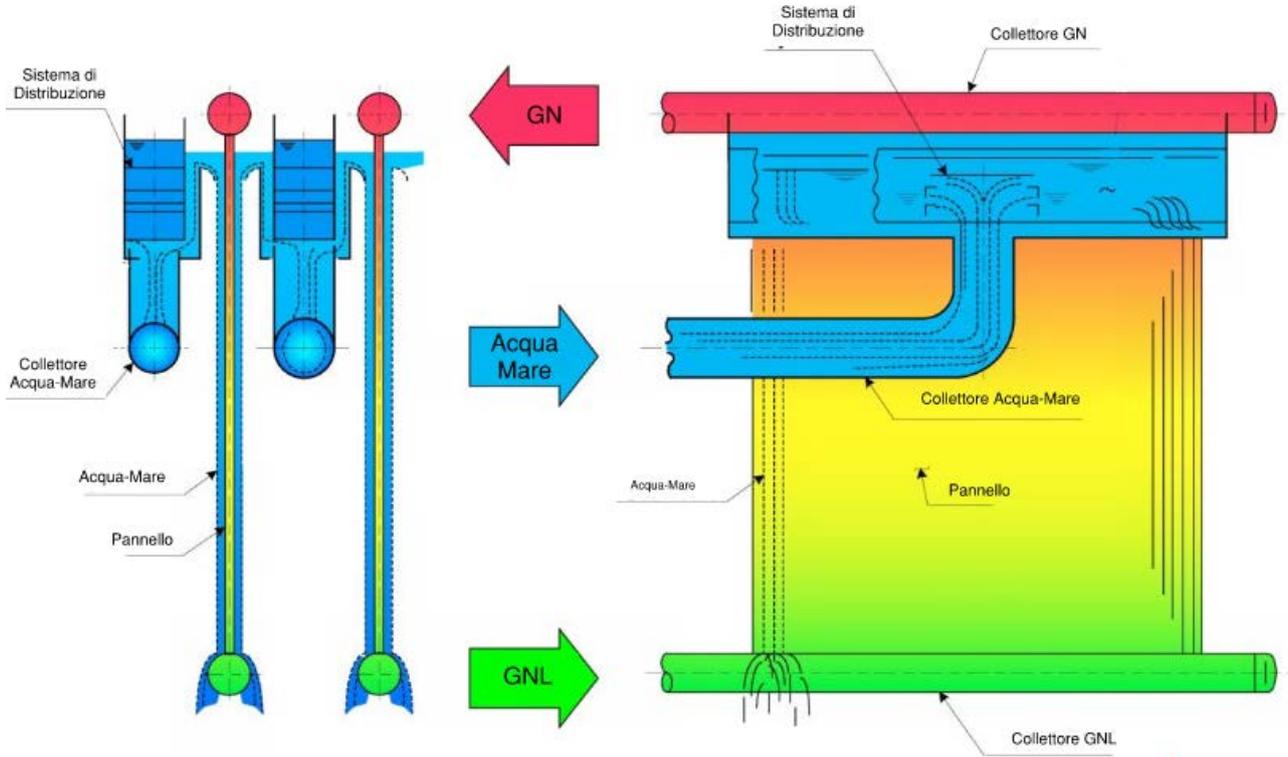


Figura 4: Schematica ORV

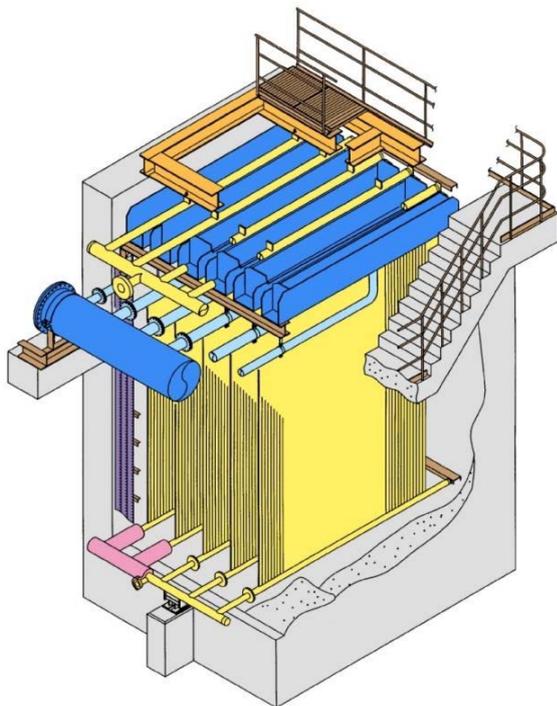


Figura 6: Vista 3D ORV



Figura 5: Formazione di ghiaccio in un ORV

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 14 di 24	Rev. 00

7.3. Shell and Tube Vaporizer (STV) – Vaporizzatori Tubo e Mantello

I Vaporizzatori Tubo e Mantello (STV) utilizzano il calore apportato da un fluido che circola in un sistema aperto o chiuso o che utilizzi un sistema intermedio per poter vaporizzare il GNL.

Per ottimizzarne l'efficienza il GNL passa nel fascio tubiero e il fluido caldo nel mantello, solitamente gli scambiatori sono orientati verticalmente o inclinati, con l'ingresso tubi dal basso. Le dimensioni sono compatte, e il fascio tubiero è completamente sommerso, rendendo il funzionamento più stabile in caso di montaggio su FSRU.

Anche tali scambiatori presentano la problematica della formazione di ghiaccio dovuto alle temperature criogeniche del GNL: nello specifico tende a formarsi nei pressi dei diaframmi interni al mantello, dove la circolazione è minore e si presentano delle zone morte.

Le principali caratteristiche di tale sistema sono:

- **Metallurgia pregiata** per tubi e mantello (SS304L o 316L e Titanio), date le temperature criogeniche e nel caso in cui lato mantello sia presente acqua-mare
- Il sistema è **semplice**
- **Stabilità** di funzionamento su **FSRU**
- Formazione di **ghiaccio** con conseguente manutenzione e pulizia richieste

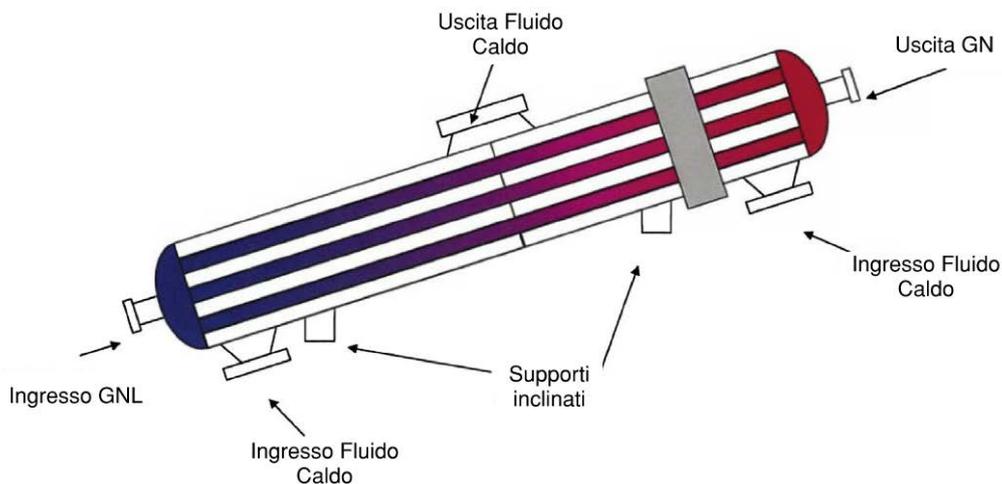


Figura 7: Schematica STV

7.4. Intermediate Fluid Vaporizer (IFV) – Vaporizzatori a Fluido Intermedio

Nei Vaporizzatori a Fluido Intermedio il riscaldamento è fornito anche da un fluido intermedio, solitamente propano o acqua-glicole.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 15 di 24	Rev. 00

Ad esempio, se si considera l'utilizzo di propano come fluido intermedio, l'IFV prevede tre scambiatori distinti, ovvero un vaporizzatore GNL, un vaporizzatore del fluido intermedio e un riscaldatore del GNL alimentato dall'acqua di mare: il GNL viene alimentato al fascio tubiero del primo scambiatore, in cui è contenuto il fluido intermedio vaporizzato lato mantello. All'uscita il GNL è quasi interamente vaporizzato e viene trasferito allo scambiatore finale dove viene riscaldato fino alla temperatura di consegna richiesta, utilizzando il calore fornito dall'acqua di mare che scorre lato mantello dello scambiatore. L'esempio sopra citato è riportato nella rappresentazione seguente:

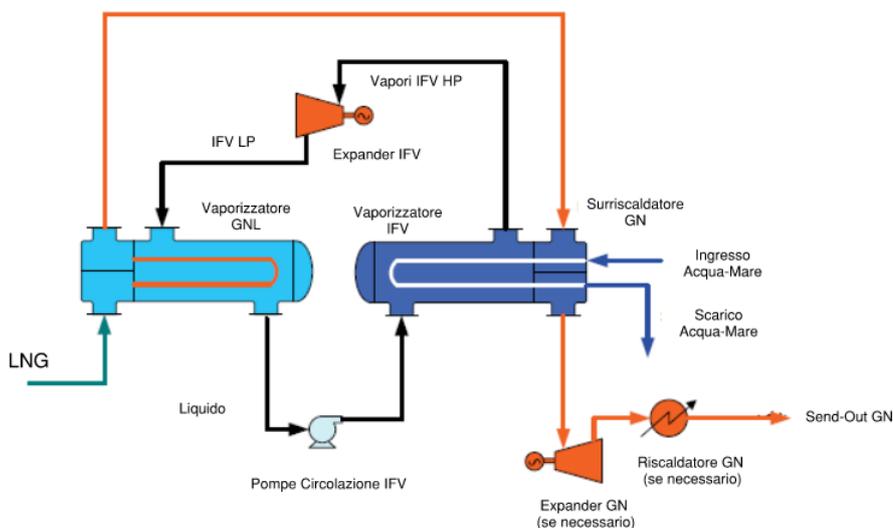


Figura 8: Schema IFV

Una configurazione che considera l'utilizzo di idrocarburi (Propano o Butano) come fluido intermedio, prodotta da Kobe Steel Ltd su licenza della Osaka Gas Co. Ltd. è composta da:

- Vaporizzatore Idrocarburo: l'idrocarburo è lato mantello ed è vaporizzato da acqua mare che circola nel fascio tubiero
- Vaporizzatore GNL: Il GNL scorre nei tubi e la condensazione dell'idrocarburo al suo esterno fornisce il calore necessario alla vaporizzazione a GN
- Surriscaldatore GN: il gas naturale è surriscaldato dall'acqua mare calda lato tubi, l'acqua mare è poi diretta al Vaporizzatore Idrocarburo

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 16 di 24	Rev. 00

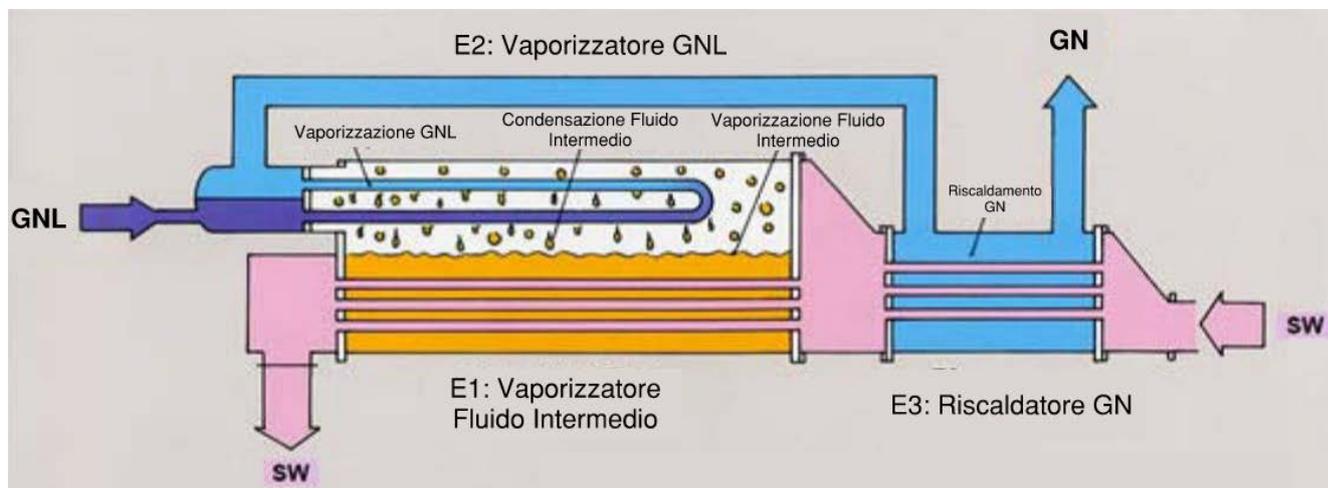


Figura 9: Schematica IFV Kobe Steel

Questa configurazione è applicabile per ampi range di temperatura dell'acqua mare e tipicamente le unità hanno capacità pari a 150 ton/h.

Alternativa all'utilizzo di propano come Fluido Intermedio è una miscela di Acqua-Glicole in un ciclo chiuso.

L'utilizzo di un fluido intermedio permette inoltre il recupero termico da molteplici fonti per ottimizzare le performance dell'impianto: oltre all'acqua-mare, si possono considerare recuperi dal circuito di acqua di raffreddamento dell'impianto, da scambiatori ad aria o dai fumi di combustione di motori o turbine.

Le principali caratteristiche di tale sistema sono:

- Problematiche di **sicurezza** se è utilizzato un **idrocarburo** come Fluido Intermedio
- L'acqua mare implica una **metallurgia pregiata**
- Essendo presenti due fluidi di riscaldamento i problemi legati alla formazione del **ghiaccio** sono **minimizzati**.
- Design adattabile all'uso su **FSRU**

7.5. Ambient Air Vaporizer (AAV) – Vaporizzatore ad Aria Ambiente

Questo vaporizzatore utilizza aria ambientale come fluido caldo: per tale motivo lo **spazio richiesto è molto elevato** e tale tecnologia **non** è indicata per l'utilizzo a bordo di un **FSRU**.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 17 di 24	Rev. 00

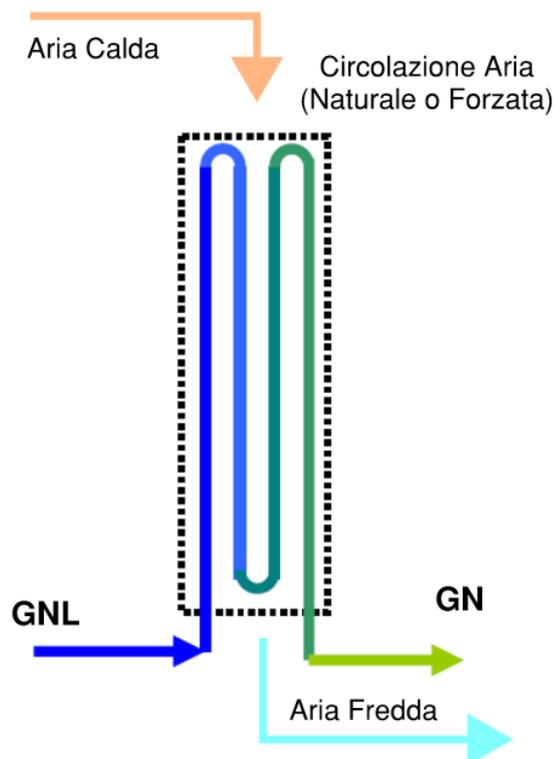


Figura 10: Schematica AAV



Figura 11: Esempio AAV

7.6. WARTSILA HAMWORTHY- PCHE

Tale specifica soluzione utilizza Acqua-Mare e un Fluido Intermedio, in particolare si considera Propano: il GNL scorre in **PCHE** in acciaio inossidabile, dove il propano è il fluido

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 18 di 24	Rev. 00

caldo; il propano è a sua volta riscaldato da SW in un circuito chiuso. L'organizzazione è modulare, con capacità fino a **210 ton/h**.



Figura 12: Esempio Wartsila Hamworthy- PCHE

7.7. MOSS – Vaporizzatore TUBO e Mantello

Il fluido caldo è acqua in un circuito aperto o vapore in circuito chiuso, il GNL scorre in tubi in acciaio inossidabile. L'organizzazione è modulare, con capacità fino a **150 ton/h**.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 19 di 24	Rev. 00

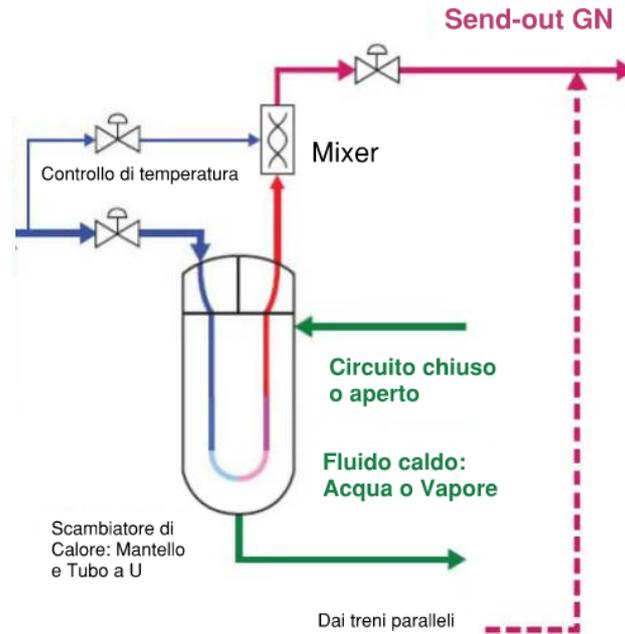


Figura 13: Schematica Vaporizzatore MOSS



Figura 14: Vista 3D Vaporizzatore MOSS

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 20 di 24	Rev. 00

8. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI SISTEMI DI VAPORIZZAZIONE

Come illustrato precedentemente, sistemi diversi di vaporizzazione comportano diversi sistemi ausiliari e diverse filosofie di funzionamento.

Sono state sviluppate analisi e simulazioni utilizzando il software Aspen HYSYS V11 CP1 per effettuare un primo confronto tra le possibili tecnologie.

Il confronto è riportato per il sistema di vaporizzazione nel suo complesso, senza valutare la possibile divisione in treni di vaporizzazione. Le ipotesi comuni a tutti i casi di simulazione sono riportati nella seguente tabella:

		Pressione	Temperatura	Portata
GNL	Ingresso Vaporizzazione	77 bar(g)	-154.6°C	135245 kg/h 170000 Sm ³ /h
	Uscita Vaporizzazione	76 bar(g)	10°C	
Acqua Mare	Ingresso Pompe SW	0 bar(g)	20°C	
	Mandata Pompe SW (Nota 1)	4.5 bar(g)	20°C	
	Scarico SW da FSRU	3 bar(g)	15°C	
1. Per gli ORV la mandata pompe della SW è considerata 4 bar(g)				

Tabella 1: Ipotesi simulazioni

Le simulazioni sono basate sui seguenti schemi di vaporizzazione, la cui descrizione di funzionamento è riportata nel capitolo 7 - Tecnologia dei Vaporizzatori.

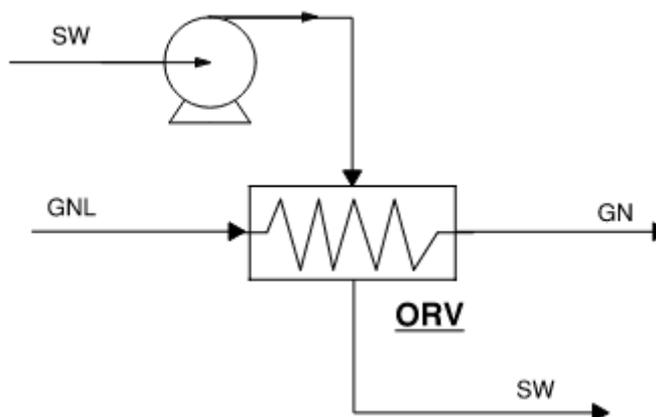


Figura 15: Schema Simulazione ORV

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 21 di 24	Rev. 00

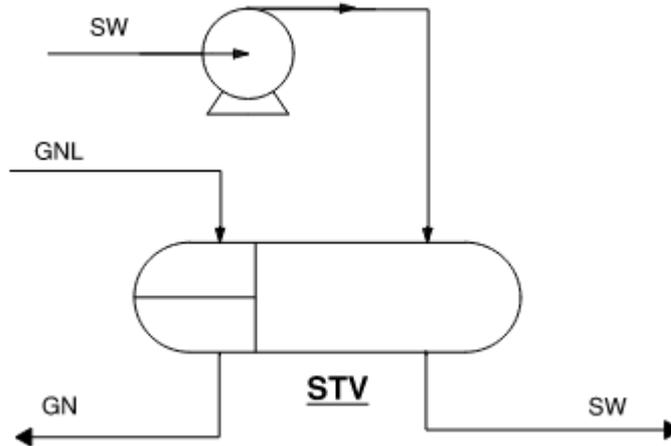


Figura 16: Schema Simulazione IFV con Acqua-Mare

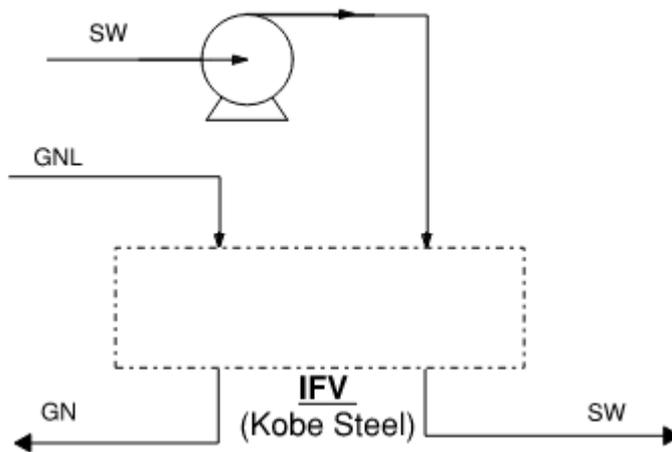


Figura 17: Schema Simulazione IFV (Kobe-Steel)

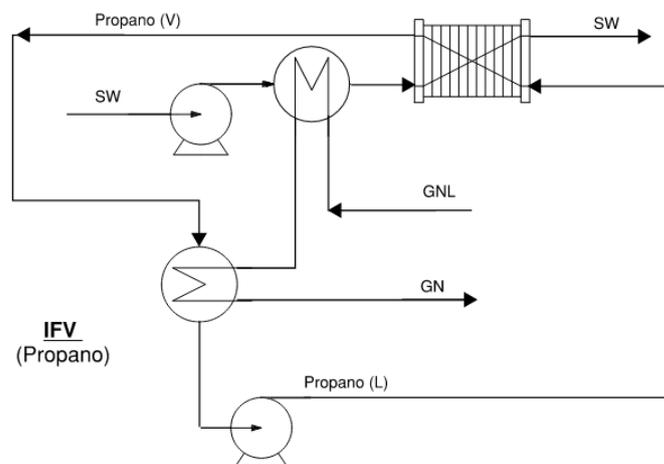


Figura 18: Schema Simulazione IFV (Propano)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 22 di 24	Rev. 00

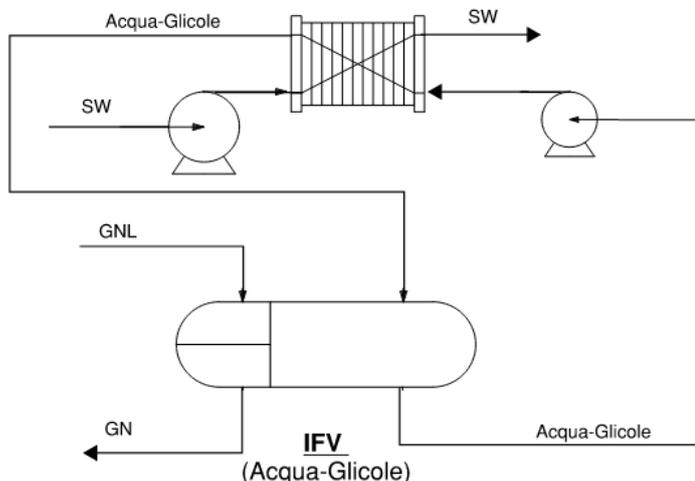


Figura 19: Schema Simulazione IFV (Acqua-Glicole)

I risultati delle simulazioni sono riportati in Tabella 1 :

		TIPOLOGIA VAPORIZZATORE							IFV Wartsila Hamworthy- PCHE	STV Moss
		ORV	STV Acqua-Mare	IFV Kobe Steel	IFV Acqua-Glicole	IFV Propano	SCV			
Portata Acqua Mare	m ³ /h	5215	5200	5200	5100	5100	-	(Nota 5)	(Nota 5)	
Portata Fluido Intermedio	m ³ /h	-	-	(Nota 3)	5905	192 [ton/h]	-			
Pressione Fluido Intermedio (Design)	bar(g)	-	-	20	11	11	-			
Potenza Totale (Nota 4)	kW	772.5	867	867	1613	870	(Nota 1)			
Potenza Pompe SW	kW	772.5	867	867	850	850	-			
Potenza Pompa Fluido Intermedio	kW	-	-	-	763	20	-			
Potenza Combustore	kW	-	-	-	-	-	27850			
Portata GN al Combustore	kg/h	-	-	-	-	-	2270 (Nota 2)			
NOTE										
1. La potenza elettrica richiesta dal ventilatore per l'alimentazione dell'aria necessaria alla combustione non è modellata nel presente report. 2. Si è considerata un'efficienza di combustione del 90% e l'LHV del GN di Sendout per il caso leggero, pari a 49130 kJ/kg 3. Il Propano non ricircola in un vero e proprio circuito, tuttavia, per gli aspetti di sicurezza andrà considerata la sua presenza in pressione all'interno del vaporizzatore. 4. L'efficienza considerata per le pompe è del 75% 5. Non è possibile fare valutazioni per tali soluzioni in quanto schemi licenziati										

Tabella 2: Risultati simulazioni tipologie di vaporizzatori

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 23 di 24	Rev. 00

9. CONCLUSIONI

La presentazione delle possibili soluzioni di rigassificazione è stata presentata nella Sezione 7: per evidenziare vantaggi e svantaggi di ciascuna tecnologia si riporta una tabella comparativa.

	TIPOLOGIA VAPORIZZATORE							
	ORV	STV Acqua- Mare	IFV Kobe Steel	IFV Acqua- Glicole	IFV Propano	SCV	IFV Wartsila Hamworthy	STV Moss
Dimensioni	-	-	+	+	-	+	(Nota 1)	(Nota 1)
Peso	-	+	+	-	+	+		
Liquidi Infiammabili (oltre il GN)	+	+	-	+	-	-		
Uso Acqua Mare	-	-	-	-	-	+		
Filtraggio Avanzato Acqua Mare	-	-	+	+	+	+		
Emissioni in atmosfera	+	+	+	+	+	-		
Costi di esercizio	+	+	+	-	-	-		
Manutenzione	-	-	+	-	-	-		
Tecnologia Licenziata	+	+	-	+	+	+		
Sensibilità al Movimento	-	+	+	+	+	-		
Complessità	+	+	+	-	-	-		
NOTE								
1. Non è possibile fare valutazioni per tali soluzioni in quanto schemi licenziati								

Tabella 3: Complessivi Vantaggi e Svantaggi sistemi di Vaporizzazione

La selezione della tipologia di vaporizzazione può risultare impattante sul percorso autorizzativo, soprattutto per quanto riguarda le valutazioni sul tema della sicurezza e dell'impatto ambientale, con riferimento particolare al rapporto preliminare di sicurezza, al Nulla Osta di Fattibilità (NOF) e alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-GA-E-08006	
	PROGETTO: FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 24 di 24	Rev. 00

Per quanto riguarda il tema della sicurezza, IFV con utilizzo del Propano e SCV necessitano di maggiori attenzioni e cautele, vista la presenza di idrocarburi infiammabili oltre il GNL che viene vaporizzato.

Sul tema della valutazione ambientale, ORV, STV e IFV richiedono l'utilizzo di acqua mare, con importanti interazioni con l'ambiente marino, gli SCV invece ha un impatto per quanto riguarda le emissioni in atmosfera date dalla combustione.

ORV, STV e IFV richiedono minime differenze di quantità di acqua mare: per questo risultano perfettamente sovrapponibili per ciò che riguarda le autorizzazioni di tipo ambientale e permettono di lasciare la scelta in fasi successive del progetto. STV e IFV sono tecnologie idonee all'installazione su FSRU, ulteriori studi per quanto riguarda la stabilità della nave potrebbero permettere anche la selezione della tecnologia ORV.

Al fine degli scopi della attuale fase di progetto, la tecnologia che si suggerisce di seguire è quella di **IFV-Acqua Glicole**, per le seguenti motivazioni:

- In termini di potenza elettrica richiesta è quella più onerosa: ciò consente una valutazione conservativa delle richieste della FSRU, consentendo eventuali cambi ad altre tecnologie (STV, ORV ecc.)
- Non prevede l'utilizzo di propano in pressione, riducendo le procedure legate alla valutazione del rischio
- Hanno dimensioni compatte, compatibili con l'installazione a bordo della FSRU
- Minor rischio di formazione di ghiaccio grazie alla presenza del fluido intermedio
- Non essendo legata necessariamente a tecnologie proprietarie e/o licenziate, si può non considerare eventuali problematiche legate a difficoltà di approvvigionamento o a tempi di consegna più lunghi.