

ENI DIVISIONE **EXPLORATION & PRODUCTION**



Allegato 3.7

RELAZIONE DI PROGETTO

“Progetto AQUILA PHASE 2:

*Esercizio della Firenze FPSO per il
trattamento idrocarburi nel Campo Aquila”*

Off-shore Adriatico Meridionale

Ottobre 2012



INDICE

1	RELAZIONE DI PROGETTO	3
1.1	DATI DI BASE DEL PROGETTO "AQUILA – PHASE 2"	3
1.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA NAVE.....	4
1.2.1	Torretta e sistema di ormeggio	6
1.2.2	Gru di servizio ed altri sistemi di sollevamento e movimentazione materiali.....	7
1.2.3	Alloggi	8
1.2.4	Riscaldamento, ventilazione e condizionamento.....	9
1.2.5	Eliporto (helideck)	9
1.2.6	Sistema di Illuminazione	10
1.2.7	Sistema zavorra	10
1.2.8	Sistema sentine	10
1.2.9	Sistema drenaggi aperti	10
1.2.10	Sistema drenaggi chiusi.....	10
1.2.11	Sistemi di comunicazione	11
1.2.12	Aiuti alla navigazione	11
1.2.13	Sistema aria strumenti e servizi.....	12
1.2.14	Protezione contro la corrosione	12
1.3	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE SOTTOMARINE DI ESTRAZIONE E TRASPORTO DEL PETROLIO GREZZO PROVENIENTE DAI POZZI AQ2 E AQ3	13
1.3.1	Condotte sottomarine (Risers) di collegamento pozzi AQ2 ed AQ3 - Firenze FPSO ..	14
1.4	ESERCIZIO DELLA FIRENZE FPSO: DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO OLIO, GAS E ACQUA	15
1.4.1	Dati di produzione di progetto	17
1.4.2	Sistema di Trattamento dell'Olio	17
1.4.3	Misurazione Olio	18
1.4.4	Sistema di Trattamento del Gas	18
1.4.5	Torcia di tipo "Ground Flare".....	19
1.4.6	Misurazione GAS	20
1.4.7	Sistemi di trattamento delle acque di strato.....	20
1.5	SISTEMA DI GESTIONE OLIO	21
1.5.1	Stoccaggio dell'olio prodotto e trasferimento alla nave cisterna.	21
1.5.2	Sistemi gas inerte e sfiato cisterne per inertizzazione serbatoi durante la movimentazione dell'olio prodotto sulla Firenze FPSO.....	22



1.5.3	Scarico olio crudo	22
1.5.4	Sistema di trasferimento dell'olio su nave cisterna.....	23
1.5.5	Sistemi di trasporto dell'olio sulla terraferma.....	23
1.6	SISTEMA DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA.....	24
1.7	SISTEMA DI PRODUZIONE VAPORE.....	25
1.7.1	Sistema di distribuzione del vapore	25
1.7.2	Sistema condensato	25
1.7.3	Sistema alimentazione caldaia	26
1.8	STIMA DELLE MATERIE IN INGRESSO.....	26
1.8.1	Risorse idriche - Acqua di Mare.....	27
1.8.2	Utilizzo dell'acqua di mare per scopi industriali	28
1.8.3	Utilizzo dell'acqua di mare per scopi igienico-sanitari	29
1.8.4	Combustibili	30
1.8.5	Additivi chimici	31
1.8.6	Sistema processo LO-CAT per la produzione dello zolfo.....	32
1.8.7	Serbatoi dedicati allo stoccaggio dei fluidi fuori specifica.....	32
1.8.8	Controlli Interni.....	33
1.8.9	Sistema di Automazione	33
1.8.10	Azioni Automatiche di Protezione	33
1.9	SISTEMI DI EMERGENZA ANTINCENDIO.....	34
1.9.1	Sistema fisso a soluzione schiumogene.....	34
1.9.2	Sistema di spegnimento a CO ₂	34
1.9.3	Componenti di estinzione mobili	35
1.10	SISTEMI DI EMERGENZA.....	35
	BIBLIOGRAFIA GENERALE	36
	SITOGRAFIA GENERALE.....	37



1 RELAZIONE DI PROGETTO

1.1 DATI DI BASE DEL PROGETTO "AQUILA – PHASE 2"

I valori di pressione e temperature dei due pozzi AQ2 e AQ3 (analoghi fra di loro) sono riportati nella **Tabella 1-1** mentre le caratteristiche e la composizione del fluido di giacimento sono riportate rispettivamente nelle **Tabella 1-2** e **Tabella 1-3**.

Tabella 1-1: Dati generali Pozzi AQ2e AQ3		
Profondità	AQ2 (823 m al di sotto del l.m.) AQ3 (807 m al di sotto del l.m.)	
SBHP ¹ (Static Bottom Hole Pressure)	Max: 393 barg	Min: 280 barg
SBHT ² (Static Bottom Hole Temperature)	Max: 56 °C	
SWHP ³ (Static Wellhead Pressure)	Max: 180 barg	
FWHP ⁴ (Flowing Wellhead Pressure)	Max: 82 barg	Min: 25 barg
FWHT ⁵ (Flowing Wellhead Temperature):	Max: 45 °C (con gas lift e alta presenza di acqua nell'olio)	Min: 35 °C (senza gas lift)

¹Pressione Statica a fondo pozzo

²Temperatura Statica a fondo pozzo

³Pressione Statica a testa pozzo

⁴Pressione Dinamica a testa pozzo

⁵Temperatura Dinamica a testa pozzo

Tabella 1-2: Caratteristiche del Fluido di Giacimento		
AQ2 e AQ3		Note
Densità API	35.6° API	
BPP (Bubble Point Pressure)	126 barg	alle condizioni di giacimento
Concentrazione di H ₂ S	0,59 mol%	
Concentrazione di CO ₂	0,32 mol%	
Salinità	40.000 – 60.000 mg/l	
Cloriti	24.000 – 26.000 mg/l	
Pour Point	-32 °C	temperatura minima a cui il combustibile è ancora pompabile
Cloud Point	assunto < 0 °C	temperatura a cui si formano i primi nuclei solidi
Contenuto di Asfaltini	1,4 % wt	
Contenuto di Paraffine	1,5 % wt	
Contenuto in sabbia	trascurabile	Non è richiesta rimozione di sabbia
Formazione di schiuma	trascurabile	Non è richiesto l'utilizzo di prodotti anti-schiuma
Formazione di emulsioni	significativa	Richiesta iniezione di disemulsionante

**Tabella 1-3: Composizione del Fluido di Giacimento**

Componenti	% molare
H ₂ S	0,590
CO ₂	0,320
Azoto	0,240
Metano	31,600
Etano	9,090
Propano	6,780
i-Butano	2,180
n-Butano	4,440
i-Pentano	2,340
n-Pentano	2,590
n-Esano	5,280
n-Eptano	4,140
n-Ottano	4,690
n-Nonano	3,460
n-Decano	2,760
n-C11	1,250
n-C12	1,170
> = C13	17,080

1.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA NAVE

Alcuni dei principali moduli installati sul ponte di coperta della nave (impianto di produzione in superficie - *topside*) sono i seguenti (suddivisi come riportati nella **Figura 1-1**):

- **Modulo 01** – Torcia di tipo "Ground Flare"
- **Modulo 04** – Gru di servizio
- **Modulo 06** – Area movimentazione materiali (*Laydown area*)
- **Modulo 12** – Compressori gas
- **Modulo 13** – Stabilizzazione e servizi
- **Modulo 23** – Prodotti chimici e disidratazione del gas
- **Modulo 31** – Produzione
- **Modulo 49** – Rimozione H₂S
- **Modulo 50** – Turbina a Gas per la produzione di energia
- **Modulo 51** – Quadri elettrici e di controllo
- **Modulo 62** – Laboratorio
- **Modulo 76** – Ponte superiore
- **Moduli 87-89** – Torretta e sistema di ormeggio

La descrizione di alcuni dei moduli principali e delle unità costituenti gli impianti di processo è riportata nei paragrafi successivi.

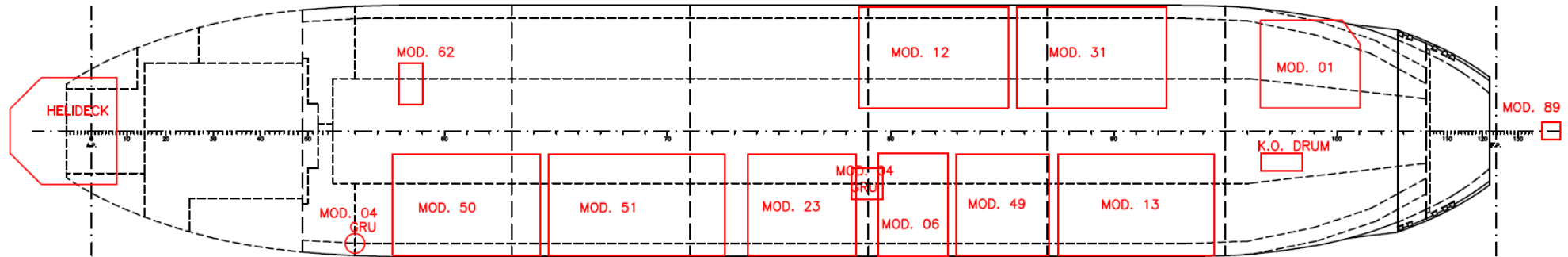


Figura 1-1: Ubicazione dei principali moduli installati sulla topside della Firenze FPSO



1.2.1 *Torretta e sistema di ormeggio*

La Firenze FPSO è ancorata per mezzo di una torretta girevole solidale alla prua della nave e da un sistema di ancoraggio mono-ormeggio che consente alla struttura stessa di adottare, in qualsiasi condizione, la direzione che minimizzi la resistenza alle onde, le correnti ed il vento.

Il sistema è stato progettato in accordo ai regolamenti RINA ed è in grado di resistere alle condizioni meteo marine estreme (tempesta con tempo di ritorno pari a 100 anni).

Componenti della torretta sono la colonna e la tavola delle catene, solidali alle linee di ormeggio e attorno ai quali la nave può ruotare. Alla torretta sono collegate naturalmente le linee di ormeggio, le condotte sottomarine e gli ombelicali di collegamento ai pozzi.

Attraverso il sistema torretta transitano avviene il passaggio di:

- olio idraulico;
- energia elettrica;
- additivi chimici;
- gas di sollevamento dalla Firenze FPSO verso i pozzi;
- prodotto dai pozzi agli impianti di trattamento installati sul ponte della Firenze FPSO.

In particolare, il distributore rotante ha il compito di garantire la continuità idraulica ed elettrica con le condotte di collegamento ai pozzi sottomarini (*risers* ed ombelicali) quando la nave ruota attorno alla colonna della torretta ed alla tavola delle catene per effetto delle azioni combinate di vento e correnti. Il distributore rotante è costituito da due parti, una interna solidale alla colonna della torretta e l'altra, esterna, solidale alla struttura a collare superiore.

I collegamenti rotanti (*swivels*) sono progettati per essere esenti da manutenzione per tutto il periodo di servizio della Firenze FPSO, tuttavia potrebbero comunque richiedere interventi di riparazione limitati.

Il sistema di ormeggio è costituito da 4 coppie di linee di ancoraggio disposte a 90° l'una dall'altra; in ogni coppia le linee di ormeggio formano un angolo di 5°. Ogni linea di ormeggio è costituita da una successione di 5 segmenti cavo/catena, avente l'estremità superiore collegata alla tavola delle catene e l'estremità inferiore collegata ad un palo infisso nel fondo marino. La tavola delle catene, di forma ottagonale, è imbullonata al fondo della colonna della torretta.

I pali di ancoraggio esistenti sono gli stessi già utilizzati con la precedente FPSO Firenze: ognuno di essi ha diametro inferiore pari a 4,5 metri, un diametro superiore pari a 5 metri, lunghezza pari a 16,7 metri, per un peso di 50 tonnellate (**Figura 1-2**).

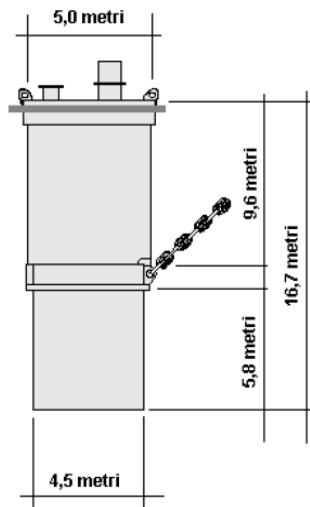


Figura 1-2: Palo di ancoraggio

Anche le 8 combinazioni catena/fune esistenti sono state riutilizzate (fanno eccezione solo alcune sezioni opportunamente sostituite). Il sistema di ancoraggio è stato progettato per essere "stabile", avendo la capacità di mantenere, nelle condizioni ambientali di progetto, in una situazione di stabilità la Firenze FPSO entro un'area circolare centrata nella posizione di riposo (in assenza di vento e di corrente) avente raggio inferiore a 100 m.

In caso di danneggiamento di una delle linee di ormeggio, il suddetto raggio potrà aumentare fino ad una lunghezza massima inferiore a 200 m.

1.2.2 Gru di servizio ed altri sistemi di sollevamento e movimentazione materiali

La movimentazione di componenti, apparecchiature e parti di ricambio a bordo della Firenze FPSO o tra la FPSO e l'imbarcazione di supporto è effettuata attraverso alcune apparecchiature di sollevamento.

Gli impianti di movimentazione materiale sono installati a servizio del topside e della torretta per le seguenti attività:

- Scarico dei bidoni di componenti chimici e vari recipienti richiesti dai sistemi di additivazione chimica, e la loro movimentazione sul ponte principale;
- Movimentazione e scarico dello zolfo elementare rimosso dal gas acido;
- Rimozione di componenti meccanici da tutte le piattaforme del topside e trasferimento all'officina o alla nave appoggio;
- Rimozione degli elementi del distributore rotante e delle valvole della torretta;
- Movimentazione di componenti sull'area di scarico per la manutenzione;
- Trasferimento di beni e persone da e/o verso la nave appoggio;
- Movimentazione di merci e materiale nella parte poppiera della FPSO.

Per i suddetti scopi sono previsti i seguenti sistemi di sollevamento e movimentazione:

- una gru diesel fissa per la movimentazione dei materiali è installata nella zona centrale della nave, lato di dritta, per servire la zona compressione del gas e per l'immagazzinaggio chimico e di rimozione dell' H_2S ; la gru è azionata da un motore alimentato a gasolio ed è caratterizzata da una potenza elettrica massima del motore è pari a 330 kW;



- una gru elettro-idraulica sul ponte della nave collocata sul lato di dritta, permetterà di raggiungere le zone del ponte per servire il modulo di produzione di energia e per la movimentazione dei materiali;
- un sistema a monorotaia, in corrispondenza dei moduli 23 e 13 di topside, al fine di consentire il trasferimento di apparecchiature/componenti da/all'area di scarico (laydown);
- una gru a cavalletto (portata 15t), per operazioni di disconnessione manichetta di scarico e/o manutenzione;
- un verricello a cavalletto a servizio di torretta (portata 20 t);
- un carrello nella zona di poppa sarà utilizzato per il servizio di trasferimento al lato di dritta di merci, componenti e containers da e/o all'area alloggi;
- un carrello a mano (portata 1 t) sarà utilizzato per il trasporto dei componenti minori nella zona del ponte;
- una gru di sala macchine (capacità 64 kN);
- due gru a servizio del deposito manichette combustibile;
- gru girevole a servizio del boccaporto del castello di prua (portata 1,5 t).

1.2.3 Alloggi

Durante le fasi operative la Firenze FPSO è presidiata ed è pertanto dotata di un modulo a servizio del personale di bordo (il modulo è dimensionato per accogliere fino ad un massimo di 50 persone). Gli alloggi e le aree destinati all'utilizzo da parte del personale di bordo, per questioni di sicurezza, sono realizzati nella zona di poppa, dalla parte opposta rispetto all'ubicazione della torcia e degli impianti di processo.

Le aree destinate al personale di bordo sono le seguenti:

- alloggi (per un totale di N°25 unità totali¹);
- servizi di primo soccorso ed infermeria;
- uffici e sala riunioni;
- spogliatoi e servizio mensa;
- sala mensa, sala ritrovo, sala team di emergenza;
- cucina, lavanderia, dispensa, armadi, ecc.;
- ponte di comando, sala di controllo;
- sale tecniche, sala radio.

Gli spazi sono ricavati all'interno di strutture dotate di pareti e coperture esterne in grado di resistere al fuoco e ad esplosioni (in accordo alle valutazioni del rischio per l'unità FPSO). All'interno della zona alloggi è mantenuta una sovrappressione (pari a 50 Pa) rispetto alla pressione atmosferica della zona sicura adiacente, progettata in considerazione delle norme di sicurezza in accordo alle indicazioni IMO (International Maritime Organization) e per rispettare il grado di protezione al fuoco come stabilito dalle norme SOLAS (Safety Of Life At Sea)².

¹ Sono installate le seguenti tipologie di cabine:

- N°2 per 1 persona con soggiorno e bagno privato;
- N°4 per 1 persona con bagno privato;
- N°4 per 1 persona con bagno comune;
- N°4 per 2 persone con bagno comune;
- N°11 per 3 persone con bagno privato

² Convenzione che si applica alle navi che effettuano viaggi internazionali



1.2.4 Riscaldamento, ventilazione e condizionamento

Lo scopo del sistema di riscaldamento, ventilazione e condizionamento (di seguito HVAC³) consiste nell'assicurare le idonee condizioni di temperatura e umidità relativa negli ambienti destinati alle attività umane garantendo un adatto ricambio d'aria in accordo alla destinazione d'uso del locale interessato.

Il sistema HVAC è a servizio delle seguenti aree:

- Le aree adibite al personale (alloggi, uffici, sale tecniche, spogliatoi, sala di controllo, sala radio, magazzini, ...);
- La sala controllo motori e la sala pannelli di controllo;
- La sala del generatore diesel di emergenza;
- La sala batterie;
- La sala comando;
- La sala motori;
- La zona di prua della nave.

In caso di emergenza la sala mensa è destinata a essere utilizzata quale rifugio temporaneo (TSR). Essa è provvista di ventole ATEX, con portata paria a 1900 m³/h. Le ventole sono alimentate dal generatore diesel di emergenza a avviate quando il sistema HVAC è fuori servizio. Un interruttore, con spia di stato, è disponibile nella sala mensa per l'avviamento manuale. Le ventole permetteranno di mantenere tale zona in leggera sovra pressione rispetto l'ambiente esterno.

Un appropriato sistema di rilevazione fuoco e gas è installato nei condotti di aspirazione del sistema HVAC. In caso di rilevazione di gas combustibili o tossici al di sopra di valori pre impostati il sistema provvederà ad attivare il segnale di allarme e alla fermata del sistema HVAC.

I condotti di ventilazione sono provvisti di serrande di non ritorno e di chiusura. I condotti di aspirazione sono facilmente accessibili e completi di porte a cerniera che possono essere chiuse in caso di necessità.

In accordo alle SOLAS e alle prescrizioni RINA tutti i condotti di aspirazione e di scarico aria (esistenti o nuovi) sono completi di serrande tagliafuoco automatiche delle stesse caratteristiche delle paratie o dei ponti da essi attraversati. Tali serrande sono attuate pneumaticamente e provviste di interruttori di posizione aperto/chiuso.

Le serrande poste sulle paratie o i ponti esterni sono progettate in modo da impedire l'ingresso di H₂S nei condotti aria.

1.2.5 Eliporto (helideck)

Un nuovo ponte, adibito ad eliporto, adatto per l'atterraggio di varie tipologie di elicottero, (sino ad includere il AUGUSTA B412), è installato nella parte poppiera della nave. All'interno di tale area sono presenti appositi segnali luminosi ed ostacoli per permettere agli elicotteri di identificare e utilizzare l'eliporto sia di giorno che di notte.

L'eliporto, che soddisfa i criteri prescritti secondo nel Decreto 26 Ottobre 2007, n° 238 (tabella C e tabella E) è classificato **H2** secondo la classe antincendio ed è progettato in accordo alle ICAO (International Civil Aviation Organisation) Annex 14, ref. 48 (Vol. 2 for perimeter lights and floodlights, Vol. 1 for obstruction lights) completate dalle prescrizioni del Cap 437 (dal UK Civil Aviation Authorities), ref. 49.

L'elicottero verrà utilizzato saltuariamente per il trasferimento di personale in alternativa ai mezzi navali, ad esempio in caso di cattive condizioni del mare. L'impiego di elicotteri sarà pertanto più frequente nel periodo

³ Acronimo inglese che sta per *Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC)*, ovvero "riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria"



invernale, durante il quale si può prevedere una frequenza di 4 volte alla settimana, mentre nel periodo estivo si può stimare un utilizzo di tale sistema di trasporto per circa 1 o 2 volte a settimana.

1.2.6 Sistema di Illuminazione

Nel seguito viene descritto il sistema di illuminazione della Firenze FPSO. L'impianto, alimentato da un trasformatore principale da 40 kW, si suddivide nei seguenti sottosistemi principali:

- illuminazione in fase di navigazione;
- illuminazione di segnalamento topsides;
- illuminazione di segnalamento eliporto;
- illuminazione di segnalamento torretta;
- illuminazione di segnalamento gru;
- illuminazione di segnalamento torcia (punto più alto).

L'illuminazione sarà direzionata verso il basso e non si creeranno fenomeni di dispersione luminosa.

Come verrà descritto in dettaglio in seguito, anche la torcia utilizzata, sarà del tipo Ground Fare, quindi non avrà una fiaccola sulla sommità in quanto la combustione avverrà dalla base: scelta questa, adottata proprio al fine di limitare l'impatto luminoso.

1.2.7 Sistema zavorra

La zavorra dello scafo è assicurata da N°2 x 6 cisterne di fondo e N°1 di poppa con una capacità totale (al 98%) di 35279 m³. La cisterna di prua esistente sulla FPSO Firenze è stata eliminata dal nuovo assetto della Firenze FPSO per accogliere la torretta.

1.2.8 Sistema sentine

Il sistema sentine consente il collettamento e lo stoccaggio delle acque provenienti da tutte le aree in cui si ha la presenza di macchinari e dalle tenute. L'unità comprende le sentine di:

- sala macchine;
- sala pompe.

1.2.9 Sistema drenaggi aperti

Il sistema consiste in due collettori, nel primo vengono raccolti tutti i drenaggi provenienti dalle aree classificate come pericolose, mentre il secondo raccoglie i drenaggi delle aree non pericolose. Dai collettori i fluidi vengono inviati allo stesso serbatoio dei drenaggi della nave (slope tank).

1.2.10 Sistema drenaggi chiusi

Il sistema colletta i drenaggi chiusi, provenienti dal processo, all'interno di un collettore dedicato che viene inviato nel serbatoio dei drenaggi chiusi che è corredato da due pompe (2x 100%) in grado di ricircolare al separatore di ingresso (Inlet Separator).

Nel caso in cui il separatore debba essere drenato totalmente, non essendo il serbatoio dei drenaggi chiusi dimensionato a tale scopo, esiste la possibilità di inviare il fluido dal separatore al serbatoio dei fluidi fuori specifica (*off spec tank*).



1.2.11 Sistemi di comunicazione

I sistemi di telecomunicazione forniscono i mezzi necessari al funzionamento efficiente ed in sicurezza della Firenze FPSO. Ciò include la comunicazione interna, i sistemi di telemetria, le reti di telecomunicazione e la comunicazione esterna. Come minimo, sono installati dispositivi che permettono:

- al personale di controllo di avvisare tutto il personale e dare le istruzioni durante situazioni di emergenza;
- al personale incaricato della sicurezza di comunicare con le squadre, le persone bloccate dall'incidente e con il centro di controllo di emergenza (ECC);
- al ECC di comunicare con il centro di controllo terrestre di emergenza, con le installazioni in mare aperto vicine, con gli elicotteri, le navi e le postazioni sul FPSO.

I seguenti sistemi sono installati sulla Firenze FPSO:

- Sistema radio;
- Sistema aeronautico UGS;
- Sistema Public Address/General Alarm (dual);
- Sistema telefonico PABX;
- Rete LAN/WAN e relative workstations;
- Radio aeronautic e sistema NDB;
- Radar;
- Collegamento radio HF per comunicazioni voce;
- Sistemi di intrattenimento (TV UHF);
- Aiuto alla navigazione;
- Sistema CCTV;
- Sistema monitoraggio meteorologico;
- Nuovo sistema radar marino;
- Trasmettitore radar (Racon);
- Sistema radio gru;
- Sistema VSAT (fornito a bordo da ENI S.p.A. e installato da SES S.p.A.);
- Terminale sistema satellitare per situazioni di emergenza fornito da ENI S.p.A.;
- Sistema VHF aziendale fisso fornito da ENI S.p.A..

Tutti i sistemi di telecomunicazione che devono essere disponibili durante un'emergenza (PA, radio UHF, PABX) sono installati con il grado massimo di protezione contro l'influenza dagli eventi esterni (per esempio fuoco, gas o fuoriuscite di liquido, esplosioni ecc) per garantirne il funzionamento continuo.

1.2.12 Aiuti alla navigazione

L'unità Firenze FPSO, come un impianto offshore, è equipaggiata con contrassegni/segnalazioni marine come prescritto dalle IALA.

Al minimo la Firenze FPSO è dotata di:

- due segnali luminosi di navigazione, di colore bianco, con portata pari a 10 miglia nautiche, una a prora e l'altro a poppa.
- due avvisatori acustici elettrici con portata pari a 2 miglia nautiche, una a prora e l'altro a poppa.

L'avviso acustico diffonde automaticamente a 360° nel piano orizzontale un fascio sonoro riportante la lettera “U” del codice Morse con un ciclo di 30 s. Il livello di pressione sonora dell'emittente soddisfa tutte le prescrizioni applicabili delle linee guida IALA.



1.2.13 Sistema aria strumenti e servizi

Il sistema aria compressa produce aria a 30 bar per la partenza dei motori principali e ausiliari, per l'alimentazione del sistema di allarme CO₂, per il sistema pneumatico di chiusura rapida delle valvole sui serbatoi del sistema olio combustibile e aria compressa per le utenze aria strumenti e servizi. Lo stesso fornisce inoltre aria per il sistema di allarme generale.

Tale sistema è composto da 7 sotto sistemi come di seguito elencato:

- Aria a 30 bar per l'avviamento del motore principale;
- Aria a 30 bar per l'avviamento dei Motori ausiliari;
- Sistema di allarme CO₂ 30 bar;
- Aria servizi a 8 bar (l'aria servizi alimenta il sistema aria strumenti attraverso il filtro/essiccatore);
- Aria strumenti a 8 bar;
- Sistema generale di allarme a 8 bar;
- Sistema pneumatico per la chiusura rapida delle valvole sui serbatoi combustibile.

Il sistema è composto dalle seguenti apparecchiature principali nella parte nave :

- Sotto-sistema aria compressa a 30 bar
 - N° 2 Compressori aria di avviamento (270m³/h – 30 bar)
 - N° 2 serbatoio di raccolta aria di avviamento (9m³)
 - N° 1 Compressore aria di emergenza (59m³/h – 30 bar)
 - N° 1 serbatoio di raccolta aria di avviamento ausiliari (9m³)
 - N° 4 sirene ad aria per allarme CO₂
- Sotto-sistema aria compressa a 8 bar
 - N° 1 Compressore aria servizi (400m³/h – 8 bar)
 - N° 1 serbatoio di raccolta aria servizi (2m³)
 - N° 1 essiccatore/filtro
 - N° 4 sirene ad aria per allarme generale.

Le caratteristiche del sistema aria strumenti della parte topside saranno le seguenti:

- Portata compressore: 1200 Nm³/h;
- Pressione di esercizio: 7 bar g
- Pressione di progetto: 12 barg
- Punto di rugiada: -40°C a 1 bara.

1.2.14 Protezione contro la corrosione

La Firenze FPSO prevede una protezione contro la corrosione dovuta all'acqua di mare tramite speciali vernici che vengono periodicamente ridiscese in condizioni “dry”. Poiché queste vernici vengono ridiscese ogni 8-15 anni, non è previsto alcun intervento per la vita residua del campo Aquila (durata presunta della Phase 2 di sviluppo pari a 8 anni).

Anodi sacrificali sono presenti internamente allo scafo per la protezione dalla corrosione dovuta alle acque di sentina/produzione.



1.3 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE SOTTOMARINE DI ESTRAZIONE E TRASPORTO DEL PETROLIO GREZZO PROVENIENTE DAI POZZI AQ2 E AQ3

La presenza fisica dei pozzi AQ2 e AQ3 è segnalata dalle croci di produzione sottomarine da cui si dipartono le condotte sottomarine (*risers*) e gli ombelicali di collegamento alla Firenze FPSO. Condotte ed ombelicali seguono un percorso che, a partire dal fondale, sale verso la torretta di ancoraggio della Firenze FPSO con una configurazione ad onda nella zona mediana (ottenuta con l'impiego di galleggianti sommersi e di zavorre) (*pliant wave*) (**Figura 1-3**); questa soluzione, ottenuta rivestendo un tratto della linea con del materiale che assicuri la spinta di galleggiamento necessaria, permette alle strutture di collegamento sottomarine di assorbire i movimenti della nave consentiti dal sistema di ormeggio, senza particolari sollecitazioni meccaniche.

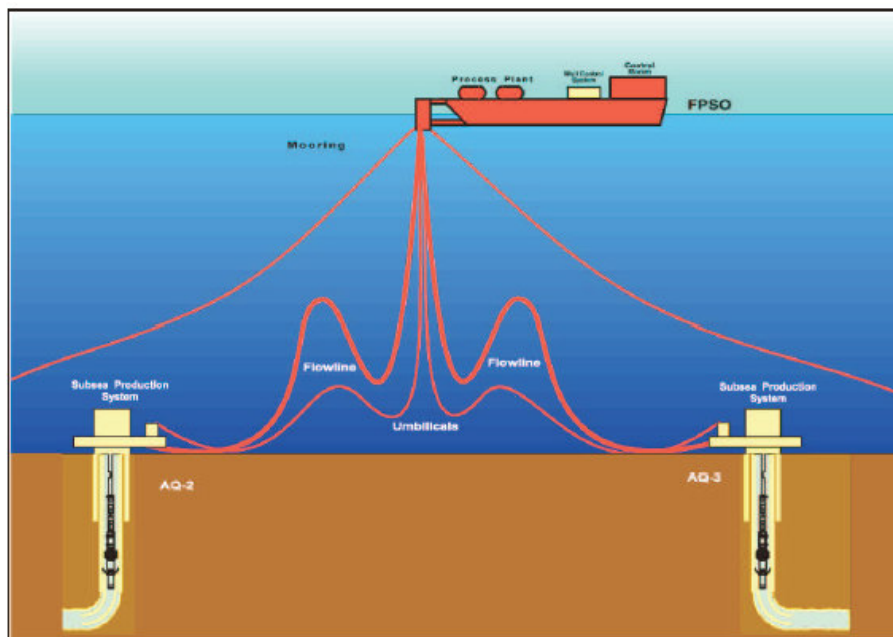


Figura 1-3: Schema di Sviluppo

In entrambi i casi, i riser e gli ombelicali sono mantenuti in posizione (configurazione ad S come mostrato in **Figura 1-4**) da elementi di spinta.

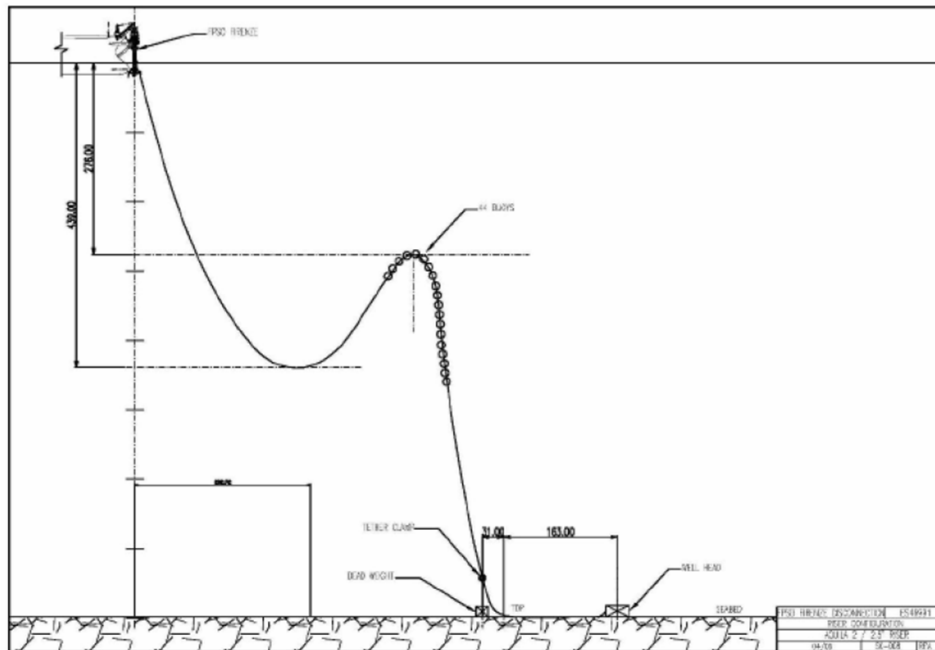


Figura 1-4: Flessibile (Riser od Ombelicali) con elementi di spinta e ancora a gravità

1.3.1 Condotte sottomarine (Risera) di collegamento pozzi AQ2 ed AQ3 - Firenze FPSO

Sia le condotte sottomarine di produzione, sia quelle di iniezione gas, sono di tipo flessibile: la flessibilità è una proprietà conferita da un sistema costituito da una successione di carcasse metalliche in acciaio inox ed armature metalliche di rinforzo intervallate con strati di materiale polimerico.

Il materiale di entrambi i tipi di condotte è idoneo per il funzionamento con fluidi acidi e le condotte sono state progettate per resistere ai seguenti carichi:

- **carichi funzionali:** pressione interna, pressione esterna, peso e spinta idrostatica;
- **carichi ambientali:** carichi idrodinamici dovuti alle onde e correnti aventi un periodo di ritorno di 100 anni;
- **carichi agenti in fase di installazione.**

Le stesse sono state progettate in modo da rimanere intatte nel caso di rottura accidentale di una delle otto catene di ancoraggio nelle condizioni estreme di intensità del vento e altezza d'onda (periodo di ritorno pari a 100 anni).

Nella tabella seguente (Tabella 1-4) sono riportate le caratteristiche dei due tipi di condotte sottomarine flessibili (di produzione e di servizio).

Tabella 1-4: Proprietà condotte sottomarine (Risera)		
Caratteristiche	Condotte sottomarine di produzione	Condotte sottomarine di servizio
Pressione di progetto	206 bar (3.000 psi)	344 bar (5.000 psi)
Pressione di collaudo (in fabbrica)	310 bar (4.500 psi)	517 bar (7.500 psi)
Pressione di esercizio (max)	82 bar	150 bar 250 bar (kick-off)



Tabella 1-4: Proprietà condotte sottomarine (Risers)

Caratteristiche	Condotte sottomarine di produzione	Condotte sottomarine di servizio
Temperatura di progetto	45 °C	70 °C
Diametro interno	152,4 mm (6")	63,5 mm (2,5")
Diametro esterno	235,7 mm	126,0 mm
Lunghezza	Circa 1550 m	Circa 1550 m

Le linee idrauliche ed i cavi sono rinchiusi in un'armatura metallica che conferisce agli stessi la capacità di resistere ai carichi indotti dai movimenti della nave, dalle correnti ed al proprio peso. A seguire vengono riportate le caratteristiche di ciascun ombelicale (**Tabella 1-5**).

Tabella 1-5: Proprietà degli ombelicali

Linea / cavo	Diametro	Note
Linea idraulica di riserva	1/2"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea additivi chimici di fondo pozzo	3/8"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea idraulica di ritorno (bassa pressione)	1/2"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea additivi chimici di testa pozzo	3/8"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea idraulica di ritorno (bassa pressione)	1/2"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea idraulica ad alta pressione	3/8"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea idraulica a bassa pressione	1/2"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Linea additivi chimici di riserva	3/8"	Pressione di progetto pari a 5000 psi
Cavo elettrico doppio combinato di segnale – ed alimentazione A	2 x 2,5 mm ²	schermato
Cavo elettrico doppio combinato di segnale – ed alimentazione B	2 x 2,5 mm ²	schermato

Il diametro esterno di ciascun ombelicale è di 111,5 mm. Anche gli ombelicali sono progettati in modo da rimanere intatti nel caso di rottura accidentale di una delle otto catene di ancoraggio nelle condizioni estreme di intensità del vento e altezza d'onda (periodo di ritorno pari a 100 anni).

1.4 ESERCIZIO DELLA FIRENZE FPSO: DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO OLIO, GAS E ACQUA

Le installazioni di processo per il trattamento dell'olio, del gas e dell'acqua di strato sono le seguenti:

- N°1 separatore di prova (*test separator*) e N°1 separatore di ingresso (*Inlet separator*) per il trattamento dell'olio;
- N°3 compressori gas di sollevamento;
- N°2 compressori Fuel Gas;
- N°1 turbo generatore a gas;
- N°2 generatori Diesel essenziali (per il funzionamento della nave);



- N°1 generatore Diesel di emergenza;
- N°2 Gruppi elettrici di continuità e N°1 pacco batteria;
- N°1 trasformatore;
- N°1 generatore di vapore;
- N°2 compressori aria a servizio aria strumenti di *topside* (il compressore esistente dello scafo fornirà l'aria strumenti necessaria);
- N°2 pompe di processo;
- N°1 filtro Zolfo;
- N°2 pompe iniezione chimica (di cui una funzionante in continuo e l'altra di riserva) per ciascuna tipologia di materia prima ausiliaria coadiuvante del sistema (*chemical*) immagazzinata nell'officina;
- N°2 pompe acque antincendio;
- N°1 pompa jokey;
- N°1 scambiatore di calore;
- N°1 serbatoio.

Il fluido proveniente dai pozzi viene separato dal gas e dall'acqua di strato, quindi stabilizzato ed infine inviato alle cisterne di stoccaggio della Firenze FPSO. L'olio immagazzinato viene quindi periodicamente trasportato a terra tramite opportune navi cisterna (*Shuttle Tankers*).

Il sistema di trattamento olio è principalmente costituito dalle unità di separazione, dissalazione e stabilizzazione; in queste unità l'olio viene inizialmente separato dalla fase gassosa ed dall'acqua e quindi stabilizzato all'interno di un'apposita colonna.

Il gas in uscita dai separatori di produzione viene in parte inviato all'unità di trattamento gas combustibile (che ha lo scopo di rendere il gas idoneo alla combustione per la produzione di energia elettrica e vapore di processo e alla combustione in torcia della quantità eccedente) ed in parte all'unità di disidratazione e compressione (il cui scopo è di rendere il gas idoneo all'iniezione nei pozzi al fine di facilitare il sollevamento dell'olio).

Nell'unità di trattamento gas combustibile il gas viene addolcito prima di essere inviato agli utilizzatori che sono:

- i bruciatori della caldaia di produzione vapore di processo dopo essere stato surriscaldato;
- la turbina a gas per la generazione di energia elettrica dopo essere stato compresso a 25 bar;
- i bruciatori pilota della torcia di termocombustione.

Nell'unità di trattamento e compressione, il gas viene sottoposto alle seguenti lavorazioni:

- primo e secondo stadio di compressione a pressione intermedia,
- disidratazione,
- terzo stadio di compressione.

Infine, nella torcia, del tipo “ground flare” vengono bruciati tutti i gas prodotti in eccesso e gli eventuali gas di coda, mediante il controllo della temperatura e dell'aria di combustione.

Pertanto, gli impianti di produzione e trattamento descritti a seguire, svolgeranno principalmente le seguenti funzioni:

- ricezione del fluido dai pozzi sottomarini AQ2, AQ3;
- separazione del grezzo dall'acqua e dal gas naturale;



- stabilizzazione e misurazione fiscale dell'olio;
- stoccaggio dell'olio prodotto nelle tanks di bordo;
- compressione e disidratazione del gas per il gas lifting;
- addolcimento (rimozione dell'H₂S) del fuel gas e del gas in eccesso;
- trattamento dell'acqua di produzione in modo da rispettare i limiti di scarico di legge;

Di seguito si riporta una trattazione dettagliata dei processi indicati.

1.4.1 Dati di produzione di progetto

Gli impianti presenti sulla Firenze FPSO sono progettati per trattare il fluido di giacimento proveniente dai pozzi AQ2 e AQ3, in accordo ai dati di produzione riportati di seguito (cfr. **Tabella 1-6**):

Tabella 1-6: Parametri per il Dimensionamento Impianti (eni, 2009 d)	
Produzione di progetto	
Produzione di Olio in condizioni std (Barrel Oil Day - BOD)	9,000
Produzione di Gas (Sm ³ /d)	205,000
Gas di sollevamento (Sm ³ /d)	300,000
Produzione di Acqua (Sm ³ /d)	1.500
Totale fluidi (Olio + Acqua) (Std barili/giorno)	18,000
Pressione Gas di sollevamento in superficie (<i>Shallow Gas lift Pressure</i>) (bar a)	30
Pressione Massima Gas di sollevamento (<i>Max Gas lift Pressure</i>) (bar a)	150

La colonna di stabilizzazione dell'olio, il sistema di rimozione dell'H₂S dal gas e i sistemi ausiliari di suddetti sistemi sono stati dimensionati considerando 9.000 Barili di petrolio al giorno.

1.4.2 Sistema di Trattamento dell'Olio

La sezione di trattamento è costituita principalmente dalle seguenti unità:

- unità di separazione (in cui l'olio viene separato dai prodotti gassosi e dalla fase acquosa);
- unità di disidratazione (con funzione anche di dissalazione);
- unità di stabilizzazione dell'olio (in cui l'olio viene addolcito in una colonna stabilizzatrice).

L'olio proveniente dai pozzi verrà separato dal gas associato e dall'acqua di giacimento attraverso il separatore trifase (olio/gas/acqua) d'ingresso, definito *Inlet Separator*, ad una pressione di 9 bar ed ad una temperatura di 20 °C. Parallelamente al separatore di primo stadio è stato posto un separatore di test, anch'esso con funzionamento trifase, che verrà utilizzato per il controllo in continuo dei fluidi provenienti dai singoli pozzi. Il gas separato è inviato al 1° stadio di compressione mentre l'olio è miscelato con l'olio proveniente dal separatore di ingresso e l'acqua è inviata al sistema di trattamento.

A seguito del processo di separazione verrà prodotto olio stabile e privo d'acqua ($\leq 0,3\%$ vol.). Il *crude oil* proveniente dal separatore di primo stadio viene miscelato con acqua (*fresh water*) per facilitarne l'abbattimento della salinità e, successivamente viene riscaldato ad una temperatura di 85 °C per consentirne la separazione dall'acqua nell'unità di processo successiva (*Oil Dehydrator*). In quest'ultima fase, l'olio subisce un'ulteriore separazione dai gas disciolti grazie all'impiego di pressioni pari a 6/7 bar.



L'olio dal disidratatore (*Oil dehydrator*) è indirizzato alla colonna di stabilizzazione a circa 85°C. La colonna di stabilizzazione è suddivisa in due sezioni. Il fluido è iniettato tra le due sezioni. Dall'olio in ingresso, a contatto con il vapore proveniente dal reboiler, vengono rimossi l'H₂S e i gas leggeri.

Una parte del liquido prodotto è pompato dalle pompe di circolazione, raffreddato nel reflux cooler tramite acqua di mare e inviato nella sezione superiore dove a contatto con il vapore, proveniente dal letto inferiore, permette la condensazione dei composti più pesanti presenti nel gas.

Il liquido restante è pompato al pre-riscaldatore del grezzo (*Crude oil preheater*) dove viene raffreddato a circa 50°C scambiando calore con il fluido proveniente dal Separatore di Ingresso (*Inlet Separator*).

L'olio in uscita dall'impianto di trattamento avrà, dunque, le seguenti caratteristiche:

- Massima TVP (True Vapour Pressure) dell'olio: 12 psi @ 38°C;
- Massimo contenuto in acqua: 0,3% vol;
- Salinità ≤ 20 PTB
- Massimo contenuto in H₂S nell'olio: 3 ppm in peso.

Infine l'olio verrà inviato ai serbatoi di stoccaggio della Firenze FPSO (capacità totale di 110.000 m³).

Il gas inizialmente associato all'olio verrà in parte ricompresso e utilizzato come *gas lift*. Il gas rimanente, dopo la rimozione dell'H₂S (processo di addolcimento), verrà utilizzato come gas combustibile e la parte in eccesso verrà inviata alla torcia.

1.4.3 Misurazione Olio

L'olio stabilizzato, immagazzinato nei serbatoi di stoccaggio, sarà periodicamente trasferito ad una nave cisterna. La misura fiscale dell'olio prodotto sarà eseguita mediante un sistema di misuratori di livello dei serbatoi certificato dall'Autorità di certificazione metrica e corretta manualmente sulla base di specifiche tabelle di correzione e dei risultati delle analisi di laboratorio.

Un sistema manuale di campionamento è installato sulla linea di scarico per la determinazione delle caratteristiche dell'olio tramite analisi condotte nel laboratorio installato a bordo della Firenze FPSO.

1.4.4 Sistema di Trattamento del Gas

Il gas prodotto dall'unità di separazione trifase vista in precedenza, viene inviato a diverse sezioni di trattamento in funzione delle proprie finalità:

- **Sollevamento tramite gas (Gas lift):** il gas utilizzato per questo processo subisce un trattamento di compressione e di disidratazione per evitare la formazione di idrati. Il sistema di compressione per il *gas lift* è costituito da tre compressori alternativi, due principali e uno in stand-by, trascinati da motori elettrici. Il gas viene prelevato a circa 9 bar dal *manifold* di *gas lift*, compresso a 150 bar e successivamente inviato alle teste pozzo sottomarine attraverso le linee di servizio. La portata di progetto di ciascun compressore è di 300.000 Sm³/giorno. Prima della reiniezione, il gas di sollevamento sarà disidratato al fine di prevenire formazione di idrati. A tal proposito verrà utilizzata una colonna di disidratazione (*Dehydration Column*) nella quale l'umidità contenuta nel gas sarà assorbita da una soluzione di glicole trietilenico (TEG) e in un sistema di rigenerazione del glicole trietilenico (TEG regeneration system). Nel caso di arresto dell'unità la Gas Dehydration Unit può essere bypassata.
- **Gas combustibile (Fuel gas):** la frazione rimanente di gas viene usata come gas combustibile nella turbina di generazione e nella caldaia, mentre l'eccesso è distrutto termicamente in accordo al Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i.. La parte di gas destinata ad alimentare i generatori di potenza e di vapore viene inviata alla sezione di rimozione dell'acido solfidrico, ai fini di ridurne il



contenuto, in ottemperanza agli standard legislativi. L'unità di rimozione dell'H₂S dal gas di processo, è caratterizzata da un trattamento con soluzioni di ferro chelato definita come “LO-CAT process” e consente di convertire H₂S in zolfo elementare. Nel processo vengono trattati:

- parte del gas di sollevamento estratto dal treno di separazione (*Separator and oil Dehydrator*);
- gas combustibile proveniente dal trattamento delle acque acide di strato (*Sour Water Stripper*);
- gas proveniente dalla colonna di rigenerazione del glicole trietilenico (TEG Regeneration column);
- gas proveniente dallo stabilizzatore dell'olio.

A seguire il gas trattato viene distribuito come combustibile per alimentare:

- la caldaia adibita alla produzione del vapore, dopo il surriscaldamento;
- la turbina a gas per la produzione di energia elettrica, dopo la compressione a 25 bar nel FG compression Unit;
- la fiamma pilota (altri usi).

Il gas combustibile in eccesso viene inviato alla torcia.

Sia il fuel gas che il gas in eccesso (che viene termicamente distrutto) saranno addolciti (cioè verrà rimosso l'H₂S) prima della combustione, in accordo al Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i. per ridurre i quantitativi di SO₂ in atmosfera. Dopo l'addolcimento, il contenuto massimo di H₂S nel gas sarà di 100 ppm. Lo zolfo prodotto dal processo di desolfurazione (2,3 t/giorno di zolfo secco) sarà trasportato a terra circa ogni 7 giorni, con carichi di 25 m³. La capacità di deposito sulla Firenze FPSO è pari a 130 m³.

1.4.5 Torcia di tipo “Ground Flare”

Il sistema torcia raccoglie tutto il gas che si libera dagli impianti di separazione e stabilizzazione dell'olio e che non viene impiegato come gas combustibile o gas di sollevamento. Il sistema è comunque progettato anche per la combustione in sicurezza del gas in eccesso scaricato e dei flussi di gas prodotti in situazione di emergenza dell'impianto.

L'unità include un collettore di scarico ad un serbatoio dedicato (K.O. drum).

La torcia è del tipo “Ground Flare” e permette di bruciare tutti i gas attraverso il controllo della temperatura e dell'eccesso di aria comburente; l'unità è progettata in modo da:

- limitare la radiazione termica sulla coperta;
- rendere la fiamma non esposta nelle condizioni normali di funzionamento;
- permettere una migliore efficienza di combustione.

L'unità di incenerimento “Ground Flare” è stata progettata per bruciare in condizioni di sicurezza il *fuel gas* in esubero (dopo la rimozione dell'acido solfidrico), tutti gli sfiati continui ed eventualmente quelli di emergenza provenienti dagli impianti. Gli sfiati vengono convogliati in due collettori, uno di alta e uno di bassa pressione, che fanno capo ciascuno a due separatori dove i gas vengono privati della loro componente liquida e successivamente inviati ai bruciatori per l'incenerimento. La zona dove avviene la combustione è coperta da una struttura cilindrica in acciaio rivestita internamente in fibra ceramica, cosicché la fiamma non risulti visibile e l'irraggiamento possa essere ridotto al minimo. L'impianto è in grado di bruciare in condizioni normali una portata di gas di ~1.350.000 Nm³/h. Gli sfiati continui consistono principalmente in: gas proveniente dai separatori di primo stadio e non utilizzati per il *gas lift* o come combustibile per la generazione di potenza/vapore; gas prodotto dalla stabilizzatrice; gas residuo proveniente dall'unità di trattamento acque; gas proveniente dall'unità rigenerazione glicole.

L'utilizzo di una torcia del tipo “Ground Flare”, come descritto nel “Reference Document on Best Available Techniques for Refineries”, presenta una serie di vantaggi rispetto alle classiche “Elevated Flare”. In



generale la “Ground Flare” è utilizzata perché consente di ridurre l’impatto visivo della fiamma e, contestualmente, di ottenere un’elevata efficienza del processo di termodistruzione, mentre la “Elevated Flare” è la più comunemente utilizzata in ambito offshore in quanto più economica.

In pratica una torcia di tipo “Ground Flare” è assimilabile ad un termodistruttore e assicura un’efficienza minima di combustione del 99,5 % espressa come $CO_2/(CO_2 + CO)$.

1.4.6 Misurazione GAS

Un misuratore dei gas combustibili è richiesto dai regolamenti internazionali, di seguito menzionati, per il calcolo della CO_2 prodotta:

- Linee guida 2007 relative al monitoraggio delle emissioni di CO_2 nel periodo dal 2008-2012;
- Linee guida 2004 relative al sistema di misurazione;
- D Lgs. n°22/2007 recepimento della direttiva (2004-22-CE) in materia di sistemi di misurazione.

Sono inoltre previste per la Firenze FPSO le seguenti misure:

- Misurazione del gas da bruciare mediante apparecchiature omologate (ultrasuoni) con configurazione ridondata per esigenze di calibrazione e manutenzione, posizionate a valle della rimozione del H_2S . La quantità di CO_2 emessa in atmosfera potrà essere stimata sull’analisi “centesimale” condotta in accordo alle prescrizioni delle norme sulle emissioni in atmosfera. Il sistema di misurazione sarà sottoposto all’approvazione da parte dell’UNMIG a carico di eni divisione e&p.
- Misurazione tecnica del gas di sollevamento, una per ciascuna linea di iniezione, sulla torretta.

Per il controllo sulla qualità del gas combustibile sarà installato un gas cromatografo all’uscita del sistema di rimozione del H_2S .

1.4.7 Sistemi di trattamento delle acque di strato

A bordo della nave Firenze FPSO sono installati diversi sistemi di trattamento per consentire la gestione delle acque di strato, ovvero acque di giacimento, separate dall’olio estratto dai pozzi attraverso separatori trifase.

Lo scopo del sistema di trattamento acque di strato è la rimozione:

- dell’olio residuo nell’acqua di produzione⁴ proveniente dai separatori (Principale e di test) e dall’*Oil Dehydrator*
- dell’acido solfidrico (H_2S) in essa disciolto,

al fine di rispettare la massima concentrazione stabilita dalla legge per gli scarichi in mare. È costituito da un sistema di disoleazione ad idrocycloni (*Deooling Hydrocyclone*) che effettua una prima separazione grazie alla differente densità dei due fluidi. Ciò avviene sfruttando la forza centrifuga che permette la separazione delle particelle più grandi o dense verso le pareti esterne, dove vengono rimosse insieme ad una piccola quantità di acqua. Le particelle più piccole o meno dense verranno invece espulse per traboccamento attraverso un tubo di troppo pieno posizionato nel centro del ciclone. In particolare il fluido da trattare entra tangenzialmente e, internamente, a causa della forza centrifuga il fluido più denso (acqua) si sposta verso le pareti e il fluido leggero (olio) risale verso l’alto e viene separato. L’acqua viene inviata ad un’unità di flottazione (*Unicel Vertical Induced Gas Flotation*) dove il gas disciolto nell’acqua forma minuscole bolle che aderendo alle particelle in sospensione ne causano la fluttuazione verso la superficie

⁴ Le acque di produzione (Produced Water) sono acque di strato che derivano dal processo di separazione olio/acqua/gas.



permettendone la rimozione tramite un dispositivo di scrematura (*Skimming Device*). La portata scaricata viene successivamente inviata all'unità di *Sour Water Stripper* dove la quantità di H₂S contenuto nell'acqua disoleata è separato mediante sistema di strippaggio con gas combustibile addolcito. Il gas raccoglie H₂S disciolto nell'acqua per effetto della differenza di concentrazione di H₂S; il gas ottenuto, viene quindi inviato nuovamente a monte del sistema di rimozione H₂S.

Le caratteristiche dell'acqua di giacimento in ingresso al trattamento saranno le seguenti:

- Portata (design condition): 1.680 Sm³/d;
- Massimo contenuto di olio: 2000 ppm in peso;
- Massimo contenuto in H₂S: 350 ppm in peso;

mentre l'acqua di giacimento separata dall'impianto di trattamento sarà caratterizzata dalle seguenti proprietà:

- Portata (design condition): 1.680 Sm³/d;
- Massimo contenuto di olio: 38 ppm in peso;
- Massimo contenuto in H₂S: 5 ppm in peso⁵;
- Temperatura massima: 35 °C.

Per garantire il rispetto dei suddetti limiti di scarico, il sistema di trattamento acque è munito di adeguati analizzatori in continuo (Axflow – Tethys Instrument UV 400 PAH – UV Fluorescence per il controllo del contenuto di olio; Axflow – Tethys Instrument UV H₂S - Stripping and UV Absorber per il controllo della concentrazione di H₂S), opportunamente accoppiati ad una valvola a 3 vie. In caso di malfunzionamento dell'impianto di trattamento acque, tale per cui la concentrazione limite di olio o di H₂S in acqua venga superata, l'analizzatore invia opportuno segnale di “switch” alla valvola a 3 vie, la quale a sua volta blocca lo scarico a mare ed invia l'acqua (*off spec* – fuori specifica) ad una *off spec tank* (cisterna nave) dedicata per la raccolta della sola acqua di strato (in modo da non miscelarla con acque differenti), per poterla successivamente ri-circolare in impianto al fine di raggiungere la concentrazione di scarico consentita. Il sistema è anche dotato di una presa per campionamento manuale delle acque scaricate, per poter effettuare verifiche di laboratorio.

Si ricorda che la Società eni è tenuta, come definito nelle prescrizioni autorizzative, a caratterizzare periodicamente le acque di strato dopo il trattamento a bordo. I risultati delle analisi vengono trasmessi, su richiesta, al MATTM.

1.5 SISTEMA DI GESTIONE OLIO

1.5.1 Stoccaggio dell'olio prodotto e trasferimento alla nave cisterna.

Dopo il trattamento, l'olio crudo stabilizzato, in condizioni normali, sarà trasferito ai serbatoio di stoccaggio. Il sistema di movimentazione del carico è in grado di trasferire l'olio crudo tra i serbatoi sia mediante gravità che attraverso l'utilizzo di pompe. Durante tali operazioni una speciale attenzione viene posta agli effetti di “free surface” sulla stabilità della nave Firenze FPSO.

Lo stoccaggio avviene all'interno di N°16 serbatoi distribuiti su un sistema di segregazione suddiviso in 3 aree (*segregazioni*). Ciascun sistema raccoglie i serbatoi di carico in modo da rispettare i limiti di tensione accettati dallo scafo (forze di taglio e momenti flettenti). Le 3 aree di segregazione sono collegate attraverso un collettore comune, che ne permette l'interconnessione, e ciascuna di esse è dotata di una pompa di carico da 2000 m³/h, alimentata da turbina.

⁵ Tale limite previsto per il contenuto oleoso è inferiore a quello stabilito dalla normativa italiana nell'Art. 104 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo scarico delle acque di giacimento, pari a 40 mg/l



Il volume potenziale di carico totale per l'olio di produzione è di circa 100.000 m³.

Ciascun sistema di segregazione può essere caricato e/o scaricato separatamente e può inoltre essere connesso ai serbatoi di slop. Ciascun serbatoio di carico è collegato mediante 2 linee di trasferimento dotate di valvole a controllo idraulico comandate dalla sala controllo centrale (CCR). Per ogni ramo, in serie con tali valvole e a valle di esse, sono state aggiunte delle valvole di blocco idrauliche per assicurare una doppia segregazione per ogni serbatoio di carico e garantire un accesso sicuro nelle operazioni di manutenzione ai serbatoi.

In aggiunta alle valvole idrauliche precedentemente descritte, ciascun serbatoio di carico, sulla corrispondente linea di trasferimento, è dotato di sezionatore di linea (disco a otto) che dovrà essere posto in posizione di chiusura durante le ispezioni o le operazioni di manutenzione nel corrispondente serbatoio.

Ciascuna pompa di carico può essere manualmente connessa a ciascuna area di segregazione. Le operazioni di carico sono controllate e monitorate direttamente dalla sala controllo centrale. Ciascun serbatoio di carico è completo di misuratore di livello radar, di trasmettitore di temperatura e di allarme di altissimo livello indipendente visualizzato e udibile nella sala di controllo centrale e all'esterno della zona alloggi, a tale allarme non è associata alcuna azione automatica.

1.5.2 Sistemi gas inerte e sfiato cisterne per inertizzazione serbatoi durante la movimentazione dell'olio prodotto sulla Firenze FPSO

Il sistema gas inerte ha il compito di inertizzare i serbatoi di carico della Firenze FPSO (in casi di emergenza può essere utilizzato anche per i serbatoi dell'acqua di zavorra del doppio scafo) inviando i gas esausti (con contenuto di ossigeno compreso dal 4 al 6%) dalle caldaie ausiliarie ai serbatoi di carico in modo da rendere inerte l'atmosfera al di sopra del grezzo, al fine di prevenire ogni rischio di esplosione.

1.5.3 Scarico olio crudo

Tre linee da 20" tra i serbatoi di carico (linee di aspirazione) e la sala pompe di carico (linee di mandata) sono connesse al collettore di scarico da 16" ubicato sul ponte superiore. Sul ponte superiore una linea di scarico da 16" trasferisce l'olio grezzo tra il collettore e la piattaforma di scarico.

Su questa linea sono installati tutti i sistemi per prevenire eventuali sovrappressioni.

Successivamente a ciascuna operazione di scarico la tubazione flessibile sarà sottoposta ad opportuno flussaggio atto ad evitare contaminazione da olio grezzo. Per ridurre il rischio di contaminazione, al termine della tubazione flessibile è presente una valvola in posizione di chiusura e una flangia cieca inserita al termine delle operazioni di trasferimento.

Due serbatoi di carico saranno utilizzati per il lavaggio con olio crudo: il lavaggio con olio crudo sarà eseguito ad ogni operazione di scarico prodotto, al fine di rendere minima la sedimentazione all'interno delle cisterne di carico.

Nei casi di ispezione e/o manutenzione delle cisterne potrà essere eseguito il lavaggio con acqua di mare. Tale operazione sarà di norma eseguita immediatamente dopo lo scarico, utilizzando preferibilmente il metodo a circuito chiuso, utilizzando l'acqua di mare presente nel serbatoio di slop pulito (clean slop tank), riscaldata attraverso uno scambiatore dedicato (tank cleaning water heater) e scaricata nel serbatoio di slop "sporco" (dirty slop tank).



1.5.4 Sistema di trasferimento dell'olio su nave cisterna

Il trasferimento del prodotto (allibo) sarà effettuato ormeggiando la nave cisterna con modalità "tandem" che garantisce la sicurezza delle operazioni di ormeggio, di scarico e di partenza della nave cisterna (*connection, offloading, disconnecting procedures*).

La procedura di ormeggio è composta da due operazioni distinte:

- arrivo della nave cisterna e procedura di connessione;
- partenza della nave cisterna e procedura di partenza.

Il sistema di trasferimento permetterà di scaricare l'olio immagazzinato nella Firenze FPSO attraverso un tubo flessibile galleggiante di collegamento con la nave cisterna adibita al trasporto a terra del prodotto. I due paranchi di ormeggio di poppa della Firenze FPSO sono stati mantenuti in servizio per operare sulla gomina di ormeggio e sulla manichetta di scarico del prodotto. Il sistema è progettato per una capacità di traino pari a 200t. Il sistema di ancoraggio per il trasferimento del prodotto alle navi cisterna può funzionare in modo sicuro fino ad un angolo relativo tra gomina e asse della Firenze FPSO non superiore a 45° per ciascun lato. Per il trasferimento del prodotto verranno utilizzate le pompe di carico/scarico. La tubazione flessibile galleggiante avrà una lunghezza di circa 250 m e sarà flussato prima della disconnessione con la nave cisterna per mezzo di acqua di mare utilizzando una pompa di carico.

Ciascuna operazione di ormeggio sarà supervisionata da un responsabile di ormeggio e carico mentre un sistema di monitoraggio del carico verifica, in tempo reale, la tensione della linea di ormeggio e invia un segnale digitale al sistema centrale di ormeggio in sala controllo. In caso di tensione eccessiva un segnale luminoso e sonoro, installato in prossimità del gancio a rilascio rapido, si attiverà automaticamente. Il sistema di sgancio è attuato localmente attraverso un sistema idraulico o una leva manuale.

Durante i periodi di tempo tra due operazioni consecutive di trasferimento gli equipaggiamenti sono conservati a bordo della Firenze FPSO mentre il tubo flessibile sarà mantenuto liberamente a galla nel flusso dietro la Firenze FPSO.

1.5.5 Sistemi di trasporto dell'olio sulla terraferma

L'olio stabilizzato stoccato sulla Firenze FPSO sarà trasportato sulla terraferma tramite *cargo tank* della capacità di circa 30.000 – 35.000 m³.

Nei momenti in cui oltre alle normali attività di produzione si effettuerà l'allibo (o *offloading*) i mezzi navali impegnati saranno: il *supply vessel* di appoggio, un *cargo tank* e un rimorchiatore per la movimentazione del *cargo tank* stesso.

Tabella 1-7: Caratteristiche Mezzi utilizzati

Tipo nave	Stazza [tonnellate]	Potenza motore [BHP]	Consumi [ton gasolio/ora]
Supply	950 – 1.000	5.000 – 7.000	In stand by 0,125 Vel max 16 nodi 1,0 Vel 10 nodi 0,4
Rimorchiatore	480	4.500	0,8
Cargo tank	50.000 – 60.000	--	--

I trasporti saranno effettuati ogni 30 giorni circa per un totale di 12 viaggi all'anno ed interesseranno maggiormente le rotte del mare Adriatico e marginalmente il Mar Ionio e ed il Mar Tirreno. Tutti i *cargo tank* utilizzati soddisferanno i requisiti di sicurezza necessari alla navigazione nel Mediterraneo e saranno dotate di doppio scafo completo.



Le destinazioni previste sono sotto elencate:

- Raffineria di Taranto (eni div.R&M);
- Raffineria di Gela (eni div.R&M);
- Raffineria di Milazzo (Raffineria Mediterranea);
- Raffineria di Sarroch (Saras - raffinerie sarde);
- Raffineria di Priolo (Erg);
- Raffineria di Venezia (eni div. R&M);
- Raffineria di Genova (eni div. R&M).

Per quanto riguarda le rotte dei mezzi non si ha una rotta predefinita, ma ogni volta che viene stabilito il porto di approdo, il Capitano della nave comunica alle capitanerie competenti, le rotte che intende seguire.

1.6 SISTEMA DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA

Il fabbisogno energetico della Firenze FPSO, viene garantito attraverso il funzionamento in continuo di un turbogeneratore alimentato a fuel gas di processo (e a gasolio durante la fase di start-up).

Il turbogeneratore ha una potenza termica pari a 25,375 MW e si compone delle seguenti apparecchiature:

- Generatore AC 6.6 kV, trifase, 60 Hz;
- Turbina Siemens SGT 300 della potenza di 7,9 MWe;
- Riduttore installato tra turbina e generatore;
- Sistema di trattamento del fuel gas;
- Sistema di trattamento del fuel oil.

A bordo del sistema FPSO sono inoltre installati:

- No. 2 motogeneratori (uno di riserva all'altro), i quali verranno impiegati entrambi durante le fasi di start-up o shut down dei turbogeneratori, alimentati a gasolio, modello MITSUBISHI S12RM-PTA, con potenza elettrica di 1.140 kW ciascuno;
- No. 1 motore alimentato a gasolio per azionare una delle due gru di servizio, modello IVECO MOTORS CURSOR 13TE2, per il sollevamento dei carichi, avente potenza elettrica massima pari a 330 kW. L'altra gru di servizio è elettro-idraulica modello 3 MAJ SVG 15x16,5, avente potenza elettrica di 45 kW;
- No. 1 generatore d'emergenza, modello MAN D2840LE201, avente potenza elettrica pari a 450 kW.

I generatori essential a gasolio non reggono il processo, ma vengono utilizzati solo per utenze a livello base. Funzionano assieme, ma non nelle fasi di “*normal funzionamento*” dell'impianto e forniscono servizi essenziali a:

- utenze della nave, non classificate di emergenza, individuate come utenze per il supporto vitale;
- utenze della topside che devono operare in situazione di start-up o di blocco del sistema di generazione di potenza della Firenze FPSO.

La generazione elettrica di emergenza è garantita alle seguenti utenze, in accordo alle prescrizioni normative:

- comunicazioni esterne ed apparecchiature di navigazione;
- comunicazioni interne;
- illuminazione di emergenza;
- segnalazione marittima;
- apparecchiature di controllo e monitoraggio per la sicurezza;
- utenza varia in accordo a quanto richiesto per la nave originaria Betatank II.



Un nuovo generatore di emergenza, con potenza di 450 kW 440V 60 Hz, è installato sul ponte superiore in una sala dedicata nella zona posteriore di attracco. Il sistema è in grado di soddisfare il carico totale in emergenza.

Il generatore diesel di emergenza si avvierà automaticamente nel caso in cui la sbarra del quadro di emergenza del vessel dovesse trovarsi in al di sotto delle normali condizioni di tensione.

1.7 SISTEMA DI PRODUZIONE VAPORE

Il vapore generato dal sistema di produzione di vapore verrà utilizzato per i seguenti scopi:

- impianti utilizzanti vapore presenti sul Topside: Colonna di stabilizzazione per “*reboiler*”, Riscaldatore di Olio grezzo, generatori di acqua dolce, Sistema per la rimozione dell’H₂S;
- cargo pumps;
- generatori di *acqua dolce* per i vessel;
- pre-riscaldamento dell’olio lubrificante e del gasolio nella sala motori;
- acqua calda;
- altri consumi minori.

Per la generazione del vapore saturo a bassa pressione (18 bar) vengono impiegati i sistemi del vapore, del condensato e dell’acqua di alimentazione descritti a seguire.

La produzione viene garantita dall’utilizzo di una caldaia che fornisce l’energia termica richiesta dalle varie utenze. La caldaia, alimentate a fuel gas di processo, ha una potenza pari a 16,2 MWth durante il processo normale (365 gg/anno) e a 16,2 MWth in fase di allibo (1 volta al mese per 48 h) e sarà operante in continuo.

Il boiler è stato oggetto di revamping, con sostituzione totale dei bruciatori esistenti. I nuovi bruciatori installati SAACKE SKV(G) a calotta rotante, sono considerati come Migliori Tecniche Disponibili in quanto la tecnologia di atomizzazione rotativa del combustibile, garantisce un’efficienza di combustione ottimale.

1.7.1 Sistema di distribuzione del vapore

Tale sistema è stato modificato con la realizzazione di una linea per la fornitura del vapore alla Topside. Le serpentine di riscaldamento dei serbatoi di carico e di slop sono state rimosse.

Il sistema di distribuzione fornirà vapore alle seguenti utenze:

- Vapore a 18 bar- N. 3 turbine delle pompe di carico;
- Vapore a 11 bar- pompa alternativa di strippaggio (reciprocating cargo stripping pump);
- Vapore a 8 bar- varie utenze

1.7.2 Sistema condensato

Tale sistema si compone principalmente dei seguenti componenti:

- N°1 pozzo caldo da 13 m³ di raccolta delle condense provenienti dalle varie utenze;
- N°3 serbatoi di osservazione per il controllo visivo delle condense, di cui uno dedicato esclusivamente alle condense del sistema di riscaldamento dell’olio lubrificante;
- N°1 serbatoio di filtrazione.

Esso è progettato per permettere il ritorno delle condense al pozzo caldo attraverso due differenti vie:

- Linea diretta per :
 - riscaldatori dell’acqua (water heaters);
 - scambiatori per il lavaggio dei serbatoi (tanks cleaning water heater);
 - condensatore atmosferico esistente

Attraverso i serbatoi di osservazione per le condense eventualmente inquinate:



- scambiatori dei separatori olio;
- nuovo condensatore atmosferico;

Le condense ritorneranno al pozzo caldo attraverso il serbatoio di filtrazione (filter tank)

Una nuova linea è stata installata per il trasferimento del vapore agli scambiatori olio della Topside.

Il nuovo condensatore atmosferico sulla linea di ritorno del condensato della Topside, a monte del serbatoio di osservazione, è stato aggiunto in ragione delle diverse caratteristiche di pressione e temperatura tra il condensato proveniente dalla Topside e quello proveniente dai sistemi esistenti.

Questo nuovo condensatore è raffreddato dal circuito di bassa temperatura (Low Temperature Fresh Water Cooling System) della sala macchine.

Una configurazione simile è stata impiegata per il condensatore atmosferico esistente, precedentemente raffreddato ad acqua di mare.

A valle del condensatore è stata prevista la rilevazione di eventuale olio presente nelle condense provenienti dagli scambiatori dell'olio di Topside.

1.7.3 Sistema alimentazione caldaia

La caldaia è alimentata mediante pompe. La salinità dell'acqua viene controllata per mezzo di un densimetro per soluzioni saline e il trattamento è assicurato dall'impianto di dosaggio chimico.

Una pompa automatica provvede al riempimento del pozzo caldo con acqua dolce prelevata direttamente dal serbatoio di alimentazione (feed water tank).

1.8 STIMA DELLE MATERIE IN INGRESSO

La principale materia in ingresso alla FPSO è il fluido proveniente dai pozzi AQ2 e AQ3 (olio+acqua di produzione): il quantitativo annuo stimato è pari a 5.417.000 barili. Le altre tipologie di materiale in ingresso sulla Firenze FPSO si suddividono in (cfr. **Tabella 1-8**):

Tabella 1-8: Stime quantità Materie in ingresso alla Firenze FPSO	
Olio da Pozzo	
Fluido da pozzo (olio + acqua produzione)	5417000 barili/anno
Materie Prime	
Inibitore di Asfalteni	105 m ³ /anno
Additivo Anti-incrostazioni	20 m ³ /anno
Inibitore di Corrosione per fase gas	13,1 m ³ /anno
Inibitore di Corrosione per fase liquida	80,6 m ³ /anno
Additivo Disemulsionante	40,3 m ³ /anno
Polielettrolita	15,8 m ³ /anno
Glicol Trietilenico	3,8 m ³ /anno
Inibitore di Idrati (Glicol Dietilenico)	Discontinuo (59 m ³ /anno)
Corrosion Inhibitor – Gas Dehydration	Discontinuo (5,8 m ³ /anno)
pH Controller – Gas Dehydration	Discontinuo (5,8 m ³ /anno)
Antischiuma – Gas Dehydration	Discontinuo (2,9 m ³ /anno)
ARI-340 LO-CAT® Iron Concentrate	10,9 m ³ /anno
ARI-350 LO-CAT® Chelate Concentrate	57 m ³ /anno



Tabella 1-8: Stime quantità Materie in ingresso alla Firenze FPSO	
ARI-400 LO-CAT@ BIOCHEM@ Biostat Solution	0,4 m ³ /anno
ARI-600 LO-CAT@ Surfactant	2,2 m ³ /anno
Sodium Hydroxide, 25%	5 m ³ /anno
Sodium Thiosulfate	64 m ³ /anno
Antischiuma – H ₂ S Removal	Discontinuo (2.6 m ³ /anno)
Antiscalant – Fresh Water Generators	87.6 m ³ /anno
Risorse idriche	
Acqua di mare	16.027.020 m ³ /anno
Combustibili	
Gas di Giacimento	29320 t/anno
Gasolio	1000 t/anno

1.8.1 Risorse idriche - Acqua di Mare

L'acqua di mare viene utilizzata per differenti scopi sulla Firenze FPSO:

- Industriale, sia per il processo, sia per il raffreddamento, nell'ambito di:
 - Colonna di Stabilizzazione,
 - Generatori di Fresh Water,
 - Refrigeranti dei Compressori,
 - Rimozione dell'H₂S,
 - Riscaldamento del Greggio (se necessario).
- Igienico-sanitari;
- Sistema antincendio;
- Zavorra.

La **Tabella 1-9** e la **Tabella 1-10** Riportano i consumi previsti di acqua di mare.

Tabella 1-9: Consumi Previsti di Acqua di Mare Prelevata per Utilizzi Vari sulla FPSO				
Utilizzo		Valore Totale annuo m ³	Portata di Punta m ³ /h	Continuo/Discontinuo
Industriale	Altri Servizi	45.260	5,16	Continuo
	Raffreddamento	Cfr. Tabella 1-10		
Igienico Sanitario ⁽¹⁾		8.395	Continuo	Continuo
Sistema Antincendio		483.600	3.100	Discontinuo
Zavorra		576.000	2.000	Discontinuo

(1) L'Acqua igienico Sanitaria non è acqua mare ma si produce a partire dall'acqua mare. Tuttavia la parte di acqua mare utilizzata per la produzione di Demi Water è già compresa nell'acqua di raffreddamento (cfr. Tabella 3-16)

Tabella 1-10: Consumi Previsti di Acqua di Mare per il raffreddamento			
Area	Utilizzatore	m ³ /anno	Continuo /Discontinuo
Topside ⁽⁶⁾	Cooler (Colonna Di stabilizzazione)	1752000	C
	N.3 Generatori Acqua demi ⁽¹⁾	2628000	C
	Compressori	438000	C



Tabella 1-10: Consumi Previsti di Acqua di Mare per il raffreddamento			
Area	Utilizzatore	m ³ /anno	Continuo /Discontinuo
	Compressore Kick Off ⁽⁴⁾	1200	D
	Rimozione H ₂ S ⁽⁵⁾	240900	D
	Raffreddamento Crudo	438000	D
Vessel	N.2 Generatori Acqua demi ⁽²⁾	2260080	C
	Sistema gas inerte	1787040	D
	Condensatore Atmosferico esistente	3635400	C
	Condensatore sotto vuoto (turbine a vapore)	1094400	D ⁽³⁾
	Nuovo Condensatore Atmosferico	1752000	C

L'acqua viene prelevata da 4 punti di presa, di cui due a poppa (uno destinato al prelievo di acqua per il raffreddamento) e due a prua.

I Fresh Water Generators operano mediante distillazione sottovuoto (*vacuum distillation*) e forniscono acqua per diversi scopi: potabile, processo e usi civili, con un contenuto massimo di salinità pari a 2 ppm. Il principio di funzionamento delle suddette unità prevede una prima fase di evaporazione sottovuoto, seguita da una successiva fase di condensazione con recupero del condensato che costituisce così la Fresh Water da inviare alle vasche di stoccaggio.

A bordo della Firenze FPSO sono installati N°3 Generatori di acqua dolce (*Fresh Water Generators*) della capacità di 40 m³/giorno (più N°1 di ricambio) sul topside e N°2 Generatori di acqua dolce (*Fresh Water Generators*) della capacità di 20 m³/giorno a servizio della parte vessel. Successivamente, l'acqua (*Fresh Water*) viene stoccata in serbatoi dedicati.

1.8.2 Utilizzo dell'acqua di mare per scopi industriali

Le acque di processo (*Process Water*) che vengono impiegate direttamente nei processi produttivi sul topsides e nei vessels (separazione e trattamento olio, gas e acqua) sono acque prelevate dal mare (*sea water*).

La frazione di acqua dolce (*Fresh Water*) destinata al processo viene miscelata con il *crude oil* proveniente dal separatore di primo stadio per abbatterne la salinità; successivamente l'olio viene riscaldato ad una temperatura di 85°C per consentirne la separazione dall'acqua nell'unità di processo successiva (*Oil Dehydrator*) (cfr. par. 3.7.2 Sistema di trattamento dell'olio).

L'acqua di mare viene utilizzata anche per il raffreddamento delle apparecchiature della Topside e della sala macchine del vessel (**Tabella 1-10**).

Il sistema provvede alla produzione di acqua dolce e alla fornitura di acqua di mare per il lavaggio della Topside e della coperta ed è composto dai seguenti 7 sotto sistemi:

1. **Sotto-sistema di raffreddamento delle apparecchiature di sala macchine:** Provvede al raffreddamento con acqua di mare dei motori principali mediante scambiatori a bassa temperatura (LT coolers). L'alimentazione dell'acqua di mare è garantita da N°3 pompe di cui N°1 a doppia velocità. Delle tre pompe, 1 sarà in funzione e 2, tra cui è compresa quella a doppia velocità, in standby.



2. **Sotto-sistema di raffreddamento per i generatori di acqua dolce esistenti.** Fornisce acqua di mare agli esistenti generatori di acqua dolce per gli eiettori del vuoto e il raffreddamento del condensatore. È composto da N°2 pompe in parallelo che alimentano il condensatore con l'acqua di mare e N°2 pompe in parallelo per l'alimentazione degli eiettori di ciascun generatore.
3. **Sotto-sistema di raffreddamento vapore e ausiliari delle pompe di carico.** Questo sistema provvede al raffreddamento dell'olio di lubrificazione delle pompe di carico e del condensatore a vuoto dello scarico delle pompe di carico. Sono presenti N°3 pompe di cui N°2 in funzionamento dipendente dal carico e N°1 in standby.
4. **Sotto-sistema di raffreddamento del sistema Gas inerte.** Fornisce acqua di mare per il gorgogliatore di lavaggio (*scrubber*) del gas inerte con lo scopo di raffreddamento e lavaggio dei gas esausti e acqua di mare per assicurare un corretto livello sulle tenute (*Inert gas plant seal*) al fine di prevenire eventuali riflussi di idrocarburi gassosi dai serbatoi di carico. Il backup del gorgogliatore di lavaggio è assicurato da N°1 pompa a doppia velocità. Sono, inoltre, presenti N°1 pompa per l'alimentazione dell'acqua di mare per le tenute (*Inert gas plant seal*) e N°1 pompa di idroforo utilizzata quale backup.
5. **Sotto-sistema di raffreddamento servizi di Topside.** E' stata ricavata una nuova area tecnica nella zona di prua, per l'installazione di N°3 nuove pompe per il raffreddamento ad acqua di mare della Topside. Ciascuna pompa, di cui N°2 in funzionamento e N°1 in standby, ha una portata di 450 m³/h.
6. **Sotto sistema anello principale antincendio ad acqua di mare.** è caratterizzata da una pompa per il mantenimento della pressione nell'anello principale antincendio.
7. **Sotto sistema lavaggio ponte e servizio grezzo ad acqua di mare.** L'esistente pompa antincendio di emergenza (90 m³/h–9 bar) è stata ri-utilizzata per i seguenti scopi:
 - il lavaggio della coperta della Firenze FPSO mediante l'utilizzo dell'esistente rete antincendio;
 - la ventilazione o l'evacuazione dei gas dai serbatoi di carico mediante l'utilizzo di ventilatori idraulici manuali mossi l'acqua di mare fornita dalla medesima pompa.

1.8.3 Utilizzo dell'acqua di mare per scopi igienico-sanitari

Il sistema in oggetto è demandato alla produzione di acqua dolce per la fornitura alle utenze della Firenze FPSO, in particolare:

- acqua sanitaria per i servizi igienici;
- acqua potabile per il personale di bordo.

Il sistema di produzione dell'acqua dolce/sanitaria è composto da 2 sotto sistemi:

1. **Produzione acqua dolce (*Fresh water Production*).** L'acqua dolce è prodotta attraverso N°2 generatori (entrambi in funzionamento continuo), ad avvio e fermata manuale, posti nella zona macchine, di capacità stimata intorno ai 20m³/giorno ciascuno, e alimentati dal vapore generato da una delle caldaie a vapore ausiliarie. L'acqua distillata prodotta è direttamente inviata al serbatoio acqua di alimento (*feed water tank*) per il backup delle caldaie o ai serbatoi di stoccaggio (*fresh water tanks*) ubicati nell' area macchine. La salinità è controllata per mezzo di un ricircolo automatico in caso di alta salinità. Ulteriori N°3 nuovi generatori (N°2 in funzionamento e N°1 in standby), con capacità di 40 m³/giorno ciascuno, sono stati installati per garantire le richieste di acqua dolce e posizionati nel modulo 13 della Topside.
2. **Produzione acqua sanitaria e potabile (*Sanitary water – Potable Water*).** Il sistema idroforo per l'acqua di mare è stato rimosso mantenendo la pompa ad esso dedicata esclusivamente come backup per il sistema *Inert gas deck seal*. Una nuova unità idroforo è stata installata al posto dell'esistente, essa contiene N°1 serbatoio idroforo corredato da N°2 pompe (N°1 in funzione e N°1



in standby). Il sistema comprende un nuovo filtro remineralizzatore inserito tra i serbatoi di stoccaggio dell'acqua dolce (*fresh water tanks*) e il package idroforo. Tale sistema fornisce acqua dolce al sistema acqua potabile e al sistema acqua calda sanitaria. Un nuovo sterilizzatore UV e un nuovo package per la produzione di acqua calda sono stati installati rispettivamente nei sistemi acqua potabile e acqua calda sanitaria, per sostenere la capacità richiesta di acqua dolce per i moduli del personale. All'uscita dello sterilizzatore UV una nuova linea è stata posata per alimentare con acqua potabile le docce di sicurezza e le stazioni lava occhi della Topside.

Per quanto concerne il consumo pro-capite d'acqua si stima pari a 200 l/g, si è fatto riferimento ad un presidio medio in fase di produzione di 50 persone, si ottiene un consumo di 10 m³/g.

1.8.4 Combustibili

L'utilizzo di combustibili sulla Firenze FPS è limitato allo svolgimento delle seguenti attività:

- Fase di start-up della turbina a gas e della caldaia : con un consumo medio pari a circa 3,5 m³/h;
- Motore della gru diesel: l'utilizzo saltuario per il funzionamento della gru è pari a 70 l/h;
- Funzionamento del generatore di emergenza: i quantitativi utilizzati sono in questo caso pari a 230 g/kWh.

Il fuel gas utilizzato durante tutte le fasi di trattamento deriva dal gas di giacimento separato dall'olio grezzo estratto. Una stima dei consumi annui di combustibili a bordo della Firenze FPSO è riportata nella **Tabella 1-11**.



Tabella 1-11: Consumi Previsti di Combustibili

N°	Combustibile	S	Consumo Annuo (ton/anno)	PCI	Energia
		%		kJ/kg	MJ
1	Gas di Giacimento - Fuel Gas (Caldaia, Turbina)	0,015	29320	46460 - 46760	137100320 0
2	MGO (Essentials, Emergenza, Gru, Pompe antincendio)	0,1	515	42000	21630000
3	MDO (Caldaia, Turbina)	0,1	485	42000	20370000

Nota: Operativamente è previsto l'utilizzo di solo MG.

Il consumo di Fuel Gas non considera il quantitativo bruciato in torcia

La % di zolfo per il fuel gas è espressa in % mol

La % di zolfo per MGO e MDO è espressa in % w/w

Si precisa che il consumo annuo di fuel gas indicato in tabella è quello relativo al funzionamento del turbogas e della caldaia e non considera il quantitativo bruciato in torcia, pari a 52.560 ton/anno nel primo anno di esercizio e via via decrescente negli anni successivi, in quanto tale gas non viene utilizzato per produrre energia.

A bordo della Firenze FPSO è stato installato un Sistema olio combustibile (MDO) che provvede alla depurazione e alla filtrazione del combustibile per l'alimentazione delle varie utenze a bordo, quali:

- N°1 generatore diesel di emergenza;
- N°2 pompe antincendio principali;
- N°1 gru di coperta;
- N°1 turbogeneratore;
- N°2 generatori ausiliari
- Motori principali.

A bordo verrà utilizzato esclusivamente Gasolio Marino di qualità DMA in accordo allo standard ISO 8217. Tale gasolio viene utilizzato in mancanza del gas nelle fasi di start-up o in quelle di interruzione della produzione.

Il Gasolio viene stoccato in 14 serbatoi.

1.8.5 Additivi chimici

Gli additivi chimici utilizzati nei vari impianti vengono approvvigionati mediante mezzi navali di supporto (*supply tanks*) e successivamente stoccati nei rispettivi serbatoi di riferimento.

Il processo di utilizzo delle sostanze e/o prodotti chimici avviene in cicli chiusi del tipo:

Serbatoio di stoccaggio → Pompe dosatrici → Impianto

Per ciascuno degli additivi chimici utilizzati è prevista N°1 pompa dosatrice volumetrica e N°1 serbatoio di stoccaggio. Ciascuna tipologia richiesta sarà stoccata nel magazzino una pompa di riserva. Il dosaggio ed il controllo dei processi in cui sono coinvolti i prodotti chimici avviene in remoto senza il contatto diretto con il reagente, né è possibile una contaminazione dell'ambiente in condizioni normali di esercizio.



La gestione delle materie prime e dei prodotti acquistati sarà regolamentata da specifiche procedure operative, secondo le indicazioni contenute nelle schede di sicurezza. Il controllo dei fornitori sarà assicurato dalle procedure del Sistema di Gestione Integrato.

1.8.6 Sistema processo LO-CAT per la produzione dello zolfo

La parte di gas destinata ad alimentare i generatori di potenza e di vapore (*fuel gas*) viene inviata all'unità di rimozione dell'acido solfidrico, ai fini di ridurne il contenuto, in ottemperanza agli standard legislativi. In particolare l'unità tratta:

- parte del gas di sollevamento estratto dal treno di separazione (*Inlet Separator and oil Dehydrator*);
- gas combustibile proveniente dal trattamento delle acque acide di strato (*Sour Water Stripper*);
- gas proveniente dalla colonna di rigenerazione del glicole trietilenico (*TEG Regeneration column*);
- gas proveniente dallo stabilizzatore dell'olio.

L'unità di rimozione dell' H_2S dal gas di processo, è caratterizzata da un trattamento con soluzioni di chelati di ferro definita come "LO-CAT process" e consente di convertire H_2S in zolfo elementare. Il processo di trattamento con soluzioni di ferro chelato (soluzione di ioni ferrici chelati, es. EDTA), prevede una precipitazione chimica dello zolfo ed una sua successiva separazione tramite filtro in pressione. Il processo LO-CAT, sviluppato per eseguire una reazione isoterma di tipo Claus con costi operativi ridotti, prevede appunto una precipitazione chimica in cui la reazione avviene in una soluzione acquosa con ioni metallici (Fe^{3+}) in grado di ossidare gli ioni solfuri (S^{2-}) a zolfo (S).

Lo zolfo prodotto da tale processo in stato fisico "non polverulento" (contenuto in acqua pari al 40%), viene stoccato temporaneamente sulla nave (la capacità di deposito sulla Firenze FPSO è pari a $75 m^3$ - in big bag da $1 m^3$ (1 t) omologati per il trasporto via terra e via mare. I big bag, riempiti fino ad una altezza tale da garantirne una chiusura sicura, vengono posizionati all'interno di un open top container dalla capacità volumetrica di $12 m^3$ situato nell'area di carico/scarico della FPSO. Una volta pieno, tale open top container viene movimentato per il trasporto dello zolfo verso il porto di Brindisi.

Il trasporto a terra avverrà circa ogni 15 giorni, con carichi di $50 m^3$.

1.8.7 Serbatoi dedicati allo stoccaggio dei fluidi fuori specifica

I serbatoi dedicati allo stoccaggio dei fluidi fuori specifica sono il N°4 sul lato sinistro dell'imbarcazione (per chi guardi verso prua) per l'olio e il N°4 sul lato di dritta (per chi guardi verso prua) per l'acqua. L'olio e l'acqua fuori specifica sono rinviati al separatore del *Topside*. Una pompa elettrica dedicata al trasferimento di entrambi i fluidi è installata nella sala pompe di carico sulla linea di aspirazione della pompa di strippaggio (*cargo stripping pump*). Il compito di tale pompa è quello di ri-inviare l'olio e l'acqua fuori specifica per essere nuovamente trattata nel normale processo di produzione.

Se l'acqua di produzione soddisfa i limiti previsti, in termini di contenuto di olio e H_2S , essa potrà essere scaricata a mare in accordo al MARPOL, alle normative locali ed alle autorizzazioni già acquisite, altrimenti dovrà essere inviata a terra per gli opportuni trattamenti. Nel caso in cui l'acqua non possa essere scaricata fuoribordo direttamente, il sistema sarà utilizzato per lo stoccaggio. L'autonomia prevista dal sistema è approssimativamente di 15 giorni tra due consecutivi scarichi.

Il sistema dello *slop* consiste in due serbatoi normalmente utilizzati per il collettamento delle miscele olio acqua provenienti dagli impianti ubicati sul ponte di coperta (impianto di produzione in superficie - *Topside*) o dell'acqua di mare per il lavaggio dei serbatoi di carico. Durante la normale operatività della Firenze



FPSO i serbatoi saranno destinati alla raccolta dei drenaggi provenienti dall'impianto di produzione in superficie (*Topside*) (pericolosi e non) e delle acque oleose raccolte dal ponte superiore.

1.8.8 Controlli Interni

La gestione ed il controllo saranno garantiti, in primo luogo, dal personale della FPSO per i controlli interni.

Inoltre, alcuni parametri specifici e maggiormente rilevanti (ad esempio le quantità di olio estratto) e tutti i parametri operativi (la quantità di acqua e gas associati separati, ecc.) saranno gestiti periodicamente mediante la redazione di speciali rapporti e consuntivati con cadenze previste nell'ambito del Sistema di Gestione della FPSO.

1.8.9 Sistema di Automazione

Il sistema di automazione è progettato e sviluppato in modo da permettere al personale di esercizio di gestire in tutte le sue fasi (avviamento, regime, transitori, arresto e blocco) la Firenze FPSO attraverso l'interfaccia informatizzata uomo/macchina del Sistema di Controllo.

L'intera installazione è supervisionata da sistemi di controllo dedicati per le specifiche aree di impianto. I principali dispositivi dedicati saranno i sistemi di controllo e supervisione delle turbine a gas, i sistemi di controllo dei sistemi di separazione, il sistema di controllo e supervisione delle caldaie, i sistemi di rilevazione gas e protezione antincendio e il sistema di analisi delle emissioni.

Le azioni di regolazione e le più frequenti manovre di esercizio saranno rese automatiche, in modo che si possa tenere convenientemente sotto controllo l'insieme dell'impianto e prendere le necessarie decisioni d'intervento, nel caso di anomalie e di modalità particolari.

Il sistema di automazione è stato implementato con criteri di ridondanza per i loop di protezione dove richiesto dall'analisi HAZOP; per le altre operazioni il funzionamento manuale sarà da considerarsi di ricalzo e sarà limitato ai seguenti casi:

- richiesta dell'operatore;
- guasto ai circuiti di controllo;
- condizioni particolari di processo.

La strumentazione installata è di tipo elettronico, con classe di precisione industriale e caratterizzata da tecnologia SMART per la trasmissione dei valori delle grandezze misurate e dei parametri di funzionamento della strumentazione stessa.

L'interfaccia operatore del sistema di automazione sarà costituita principalmente dai video del sistema di controllo (stazioni operatore). Tramite questa interfaccia grafica saranno presentati, al personale di esercizio, lo stato di funzionamento dell'impianto, la registrazione storica dei principali parametri di funzionamento e le segnalazioni di allarme.

Una registrazione storica delle misure consentirà, al personale di esercizio, di verificare l'evoluzione nel tempo dei parametri più significativi ed di intraprendere misure di ottimizzazione del funzionamento di impianto. L'archiviazione storica degli eventi consentirà, al personale di esercizio, di condurre indagini quali l'analisi di guasto.

Il sistema di automazione sarà progettato in modo da consentire l'acquisizione dei dati per l'ottimizzazione della gestione di impianto, per le funzioni di analisi disservizi, per le funzioni di reportistica gestionale, per la diagnostica di apparati e strumenti e di manutenzione predittiva.

1.8.10 Azioni Automatiche di Protezione

L'impianto sarà caratterizzato da un set di azioni automatiche di protezione, che preverranno l'insorgere di danni a causa di condizioni anomale di funzionamento. Tali azioni saranno elaborate in modo da garantire la



sicurezza per il personale di esercizio e per i macchinari salvaguardando, al contempo, la disponibilità e l'affidabilità di impianto.

Le azioni automatiche di protezione saranno elaborate generalmente dal Sistema di Sicurezza ESD / F&G; le protezioni critiche, come richiesto dalla normativa di riferimento, saranno elaborate da un sistema dedicato ed indipendente dal Sistema di Controllo.

1.9 SISTEMI DI EMERGENZA ANTINCENDIO

La protezione dal fuoco della Firenze FPSO è assicurata dalla combinazione dei seguenti sistemi descritti nei paragrafi successivi:

- **un sistema fisso ad acqua;**
- **un sistema fisso a soluzione schiumogena;**
- **sistemi di spegnimento a CO₂;**
- **componenti di estinzione mobili**, ovvero estintori portatili.

I sistemi fissi ad acqua e a soluzione schiumogena sono composti dalle apparecchiature e dai sistemi seguenti:

- Manichette ad acqua, complete di un naspo con tubo semi flessibile di lunghezza pari a 20 m e con ugello per getto pieno e nebulizzato con dispositivo on/off;
- Cannoni monitori ad acqua, di tipo semi oscillante con portata di 2000 l/min per la protezione della torretta a dell'area di scarico olio.

Il sistema di sollevamento dell'acqua antincendio è costituito da N°2 pompe indipendenti (di cui 1 in standby) ubicate in due zone opposte (a poppa e a prua) e preposte all'aspirazione di acqua di mare. Le pompe sono dimensionate per soddisfare la massima richiesta di acqua per lo scenario d'incendio preposte all'alimentazione delle due reti principali di distribuzione ed valutato più critico. Sistema fisso ad acqua

È costituito da rete antincendio chiusa con relativo sistema automatico spray ad acqua (per la protezione delle installazioni di processo presenti sul ponte di coperta della nave (*topsides*)) con serbatoio da 1.550 m³/h di acqua di mare. Ciascun modulo della topside è protetto da un sistema a diluvio azionabile manualmente o automaticamente posto ad una distanza di 15 m dall'area da proteggere.

1.9.1 Sistema fisso a soluzione schiumogene

È costituito da rete antincendio chiusa ad anello a schiuma, con relativi sistemi automatici spray e cannoni monitori (per la protezione del ponte principale e dell'eliporto della Firenze FPSO). Ciascun modulo della topside è protetto da un sistema a diluvio azionabile manualmente o automaticamente posto ad una distanza di 15 m dall'area da proteggere.

1.9.2 Sistema di spegnimento a CO₂

E' preposto alla protezione delle sale tecniche della LER, del cabinato delle turbine, della sala del generatore diesel di emergenza, della sala stoccaggio vernici, della sala macchine, della sala pompe di carico e dei cabinati delle pompe antincendio. È dimensionato per la completa saturazione dei locali tecnici da proteggere in accordo alle NFPA 12.

I singoli sistemi sono attivabili solo manualmente ad eccezione del sistema interno al cabinato delle turbine. Un tempo di ritardo, non meno di 30 s, è previsto dal momento dell'attivazione al momento del rilascio della CO₂ per permettere l'evacuazione delle aree al personale presente.



Il sistema consiste principalmente in bombole CO₂, collettore principale, valvole di non ritorno, attuatori manuali, pressostati.

All'attivazione del sistema antincendio seguirà l'attivazione dei dispositivi di allarme acustici e ottici e l'isolamento della sala tecnica protetta.

1.9.3 Componenti di estinzione mobili

Si tratta di estintori portatili e carrellati disposti in varie aree della Firenze FPSO. Su di essi è chiaramente identificabile il tipo di sostanza contenuta e la tipologia di incendio per cui sono idonee le medesime sostanze.

A bordo della Firenze FPSO sono disponibili le seguenti tipologie di estintori:

- estintori portatili a polvere per incendi di classe A-B-C.
- estintori carrellati a polvere per incendi di classe A-B-C.
- estintori portatili a CO₂.

1.10 SISTEMI DI EMERGENZA

Lo scopo del Sistema di Emergenza è di proteggere persone, ambiente e risorse dalle conseguenze di situazioni anomale e pericolose e permettere l'evacuazione del personale in sicurezza. Il sistema automatico di emergenza e di *blow-down* in una situazione di emergenza, mette l'intera Firenze FPSO o una determinata unità di essa (a seconda delle situazioni) in condizioni di sicurezza, ovvero riduce le conseguenze di perdite, quando necessario elimina le potenziali fonti di innesco e, in caso di fuoco, riduce la pressione nell'impianto in modo da evitare rischi di rottura con aggravio della situazione.

Il sistema di sicurezza comprende i seguenti sottosistemi:

- **USD** (*Shut-down* dell'unità), in caso di anomalia non grave e senza conseguenze sul resto del processo mette in sicurezza solo l'unità in cui si è verificata;
- **PSD** (*Shut-down* di tutte le Unità di Processo), in caso di anomalia non grave e senza conseguenze sul resto del processo mette in sicurezza tutte le unità di processo;
- **ESD2** (*Emergency Shut-down di Livello 2*), in caso di emergenza, isola tutte le unità di processo (tramite le valvole automatiche di shut-down) e attiva lo shut-down dei sistemi presenti in nave, senza però depressurizzare le apparecchiature;
- **ESD1** (*Emergency Shut-down di Livello 1*), in caso di emergenza isola tutte le unità di processo (tramite le valvole automatiche di shut-down) e attiva la depressurizzazione delle apparecchiature (*blow-down* di emergenza);
- **PAF** (*Prepare to Abandon Facilities*) è progettato per preparare l'abbandono della Firenze FPSO in caso di estrema emergenza e imminente pericolo per la vita;
- **F&G** (*Fire and Gas System*), mediante rilevatori di incendio, fumo, gas infiammabile e tossico presenti in campo attiva le principali azioni di emergenza e il sistema antincendio dove previsto.



BIBLIOGRAFIA GENERALE

eni, 2010, eni S.p.A. Divisione Exploration & Production, Doc. No. 000161_DV_EX.HSE.0112.000_00, “Progetto Aquila Phase 2 documentazione tecnica allegata alla domanda di autorizzazione integrata ambientale” – documento interno eni e&p redatto dalla società D’Appollonia

eni, 2010, eni s.p.a. div. exploration & production, Doc. No. 000161_DV_EX.HSE.0111.000_00, “Progetto Aquila Phase 2” – documento interno eni e&p redatto dalla società D’Appollonia

eni, 2010, eni s.p.a. div. exploration & production, Doc. No. ZZ-C00-000-BR-0100_A01, “Progetto Aquila Phase 2, Relazione Tecnica per l’autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi dell’art. 269 del D.Lgs 152/2006”, del 08/10/2010.

eni, 2010, eni s.p.a. div. exploration & production, Doc. No. ZZ-C00-000-BR-0101, “Progetto Aquila Phase 2, Scheda tecnica per l’autorizzazione allo scarico di materiali derivanti da attività petrolifere in mare ai sensi dell’art. B2 del DM 28/07/1994

Documentazione utilizzata per la redazione degli studi studi sopra menzionati:

eni, 2009, eni s.p.a. div. exploration & production, Documentazione Tecnica trasmessa in data 13 Ottobre 2009.

eni, 2009b, eni s.p.a. div. exploration & production Progetto Aquila Fase 2, Concept Definition, “Project Scope and Objectives Statement”, Rev. 2, 25 Maggio 2009.

eni, 2009c, eni s.p.a. divisione exploration & production, “Coordinate Pozzi”, documentazione tecnica consegnata in data 16 Novembre 2009.

eni, 2009d, Eni S.p.A. Divisione Exploration & Production, Design Basis, Doc. No. AF-C00- 000-ZS-0001, Rev. CO2 del 18 Dicembre 2009, documentazione Tecnica consegnata in data 18 Dicembre 2009.

eni-SES, 2010, “FPSO Fire and Explosion Risk Analysis” (Document No.:AF-C00-000-HR- 0220 Rev. A02) e “FPSO Escape, Evacuation and Rescue Study” (Document No.:AF-C00- 710-HR-0218 Rev. A01)

G.A.S., 2008 Indagini Ambientali area di localizzazione delle teste pozzo Aquila 2 BIS DIR A e Aquila 3 DIR A

eni, 2009, eni S.p.A Divisione Exploration & Production, “Noise Report”, Doc. No. AF-C00-000-HR-0216, del 27 Maggio 2009

doc. SPC. 00-BF_E_94010 di Saipem

Scheda descrittiva del rifiuto (olio di sentina) - Data di emissione: 07.08.2012

Doc. No. 000161_DV_EX.HSE.0112.000_00 – documento interno eni e&p redatto dalla società D’Appollonia

Doc. No. 000161_DV_EX.DPM.0117.000_00 – Intervento di recupero e manutenzione delle facilities a fondo mare. Relazione di chiusura attività

DOC. No. Z-C00-000-BR-0100_Relazione Tecnica Emissioni in Atmosfera (comprensivo di allegati e documenti integrativi)

DOC. No. ZZ-C00-000-BR-0101 (comprensivo di allegati e documenti integrativi)

3 Specifiche di processo:

- Chemical Additives AF-T23-120-PS-0135_I01



- Oil Separation AF-T31-200-PS-0126_I01, AF-T31-200-PS-0127_I01
 - Oil Stabilization AF-T13-210-PS-0128_A01
 - H₂S Removal Package AF-T49-330-PS-0138_A02
 - Gas Dehydration AF-T23-380-PS-0130_A01
 - Nitrogen Gas AF-T13-465-PS-0134_I01
 - Produced Water Treatment AF-T31-560-PS-0131_A02, AF-T31-560-PS-0139_A01
- 4 Utilities Summary Report AF-C00-000-PR-003
 - 5 Drains and Venting Philosophy 044846-AF-T00-000-PP-0006
 - 6 Aquila Method Statement Rev A01 AO-C00-000-JR-0001
 - 7 Database Saipem (per la stima della produzione di rifiuti FPSO Firenze)

SITOGRAFIA GENERALE

Siti Web consultati nel mese di agosto 2012:

Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia (UNMIG):
<http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/unmig.htm>

www.epa.gov (Fattore d'emissione per la produzione di SO_x dalla generazione di potenza)