



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 1 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

TERMINALE DI PORTO TORRES E OPERE CONNESSE

Relazione di fattibilità tecnico-economica



Rev	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
01	Emissione per Enti	Tutte le discipline	L.Nardi	P.Russo S.Scandale	Agosto 2024
00	Emissione Finale / Per Enti	Tutte le discipline	C. Belloni	A. Consonni	17/11/2022

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 2 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001



INDICE

1	GENERALITA'	8
1.1	Inquadramento Generale	8
1.1.1	Terminale di Porto Torres	10
1.1.2	Opere Connesse	11
1.2	Il Soggetto Proponente	12
1.3	Scopo e contenuti del documento	13
1.4	Acronimi e abbreviazioni	14
2	DEFINIZIONE	15
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	16
3.1	Ubicazione del terminale di Porto Torres	16
3.2	Descrizione del porto di Porto Torres	16
3.3	Caratteristiche e profondità all'interno del porto	17
3.3.1	Profondità del fondale	17
3.3.2	Stabilità del fondale	19
3.4	Caratteristiche della banchina	20
3.4.1	Cassoni prefabbricati	23
3.4.2	Impalcati	25
3.5	Dati meteomarini	27
3.5.1	Vento	27
3.5.2	Moto ondoso	28
3.5.3	Variazioni del livello marino	32
3.5.4	Regime delle correnti	33
3.5.5	Valutazione della tracimazione	33
3.6	Dati geotecnici	34
3.6.1	Dati geologici tratti dalla Relazione sulla campagna geognostica eseguita nel 2022	35
3.6.2	Dati geologici tratti dalla Relazione di collaudo Pontile Solidi	35
3.6.3	Dati Geologici Tratti dal Profilo Geognostico	36
4	DESCRIZIONE GENERALE DEL TERMINALE	37
4.1	Descrizione del terminale	37

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 3 di 84	Rev. 01


Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4.2	Layout e Battery limit del Terminale	38
4.3	Caratteristiche dimensionali della FSRU	40
4.4	Caratteristiche del GNL	40
4.5	Qualità del Gas Naturale	41
4.5.1	Specifiche di qualità del gas da immettere in rete	41
4.5.2	Componenti in Tracce	41
4.5.3	Proprietà Fisiche	41
4.6	Funzionamento del Terminale	42
4.7	Vita di Progetto e Operatività del Terminale	42
4.8	Sistemi di scarico GNL da nave metaniera	42
4.9	Serbatoi GNL	43
4.9.1	Pompe In-Tank	43
4.10	Gestione del BOG	43
4.10.1	Ricondensatore	44
4.10.2	Alimentazione del Sistema di Generazione Elettrica	44
4.11	Sistema di pompaggio GNL, rigassificazione e invio alla rete di GN	44
4.11.1	Pompe di Alta Pressione	44
4.11.2	Vaporizzatori	45
4.11.3	Mandata alla Rete di Trasporto	45
4.12	Sistema di Depressurizzazione e Sfiato di Emergenza	45
4.13	Sottoservizi	46
4.13.1	Aria Compressa	46
4.13.2	Azoto	46
4.13.3	Sistema Anti-vegetativo	46
4.14	Sistema di ormeggio della FSRU	46
4.15	Manovrabilità delle metaniere	47
4.16	Sistema di generazione FSRU e alimentazione Terminale	47
4.16.1	Banchina	48
4.16.2	Illuminazione esterna sulla banchina	48
4.17	Luci per l'aiuto alla navigazione (Navigation AIDS)	50
4.18	Viabilità nell'area banchina	50
4.19	Fondazioni e fabbricati	51
4.20	Interventi di adeguamento banchina	51

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 4 di 84	Rev. 01



Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

5.1	Descrizione Tracciato	52
5.2	Metodologia di attraversamento tratto a mare	52
5.3	Installazione del tubo-camicia in HDPE	53
5.4	Installazione del Cavo	54
6	CONDOTTA GAS E CAVO FO SOTTOMARINI	56
6.1	Descrizione Tracciato	56
6.2	Caratteristiche Tecniche Generali Condotta Sottomarina	57
6.3	Dati di Processo	57
6.4	Cavo Sottomarino	58
6.5	Installazione Tratto a Mare della Condotta Gas e del Cavo FO	58
6.5.1	Realizzazione del microtunnel	59
6.5.2	Attività di scavo a mare	61
6.5.3	Installazione Condotta in Microtunnel	61
6.5.4	Installazione tubo di risalita e dei giunti flangiati	62
6.5.5	Installazione Cavo	63
6.5.6	Realizzazione degli Attraversamenti	64
7	SISTEMI DI SICUREZZA	65
7.1	Sistema di arresto di Emergenza	65
7.2	Sistema F&G	66
7.3	Sicurezza dei Bracci di Scarico e delle Manichette di Trasferimento	66
7.4	Sistema di Protezione Attiva Antincendio	66
7.5	Sistema di Protezione Passiva Antincendio	67
7.6	Protezione dei Principali Cabinati in Banchina	68
8	DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE	69
8.1	Attività di Cantiere (Banchina di Ormeggio e Impianti in Banchina)	69
8.1.1	Fasi realizzative	69
8.1.2	Accantieramento	70
8.1.3	Cronoprogramma e Manodopera	71
8.1.4	Realizzazioni opere civili	71
8.1.5	Interventi di modifica strutturale delle opere esistenti	72
8.1.6	Installazioni impianti	73

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 5 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001



8.2	Attività di Cantiere (Condotta Gas e Cavo FO Sottomarini)	73
8.2.1	Fasi Realizzative	73
8.2.2	Accantieramento	74
8.2.3	Cronoprogramma e Manodopera	75
8.2.4	Costruzione del Microtunnel di approdo a terra	75
8.2.5	Installazione della condotta sottomarina	75
8.2.6	Installazione del cavo FO	76
8.2.7	Ricoprimento della condotta e ripristini	76
9	CRONOPROGRAMMA LAVORI	78
10	FASI DI AVVIAMENTO	80
10.1	Realizzazione del terminale e Trasporto in Sito della FSRU	80
10.2	Pre-commissioning	80
10.3	Fasi di Avviamento per Condotta e Cavo Telecomando Sottomarini	80
10.4	Ormeggio della FSRU e collegamento alla banchina	81
10.5	Commissioning	81
10.6	Avviamento	82
11	PERSONALE PER LA CONDUZIONE DELL'IMPIANTO	83
12	ALLEGATI	84
12.1	Allegati alla documentazione di progetto	84

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 6 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3-1 Inquadramento del Porto Industriale e localizzazione del nuovo Terminale FSRU.....	16
Figura 3-2 Porto Industriale di Porto Torres	17
Figura 3-3 Dettaglio della batimetria (Rif. Database CM-93/3, DHI, “MIKE C-MAP, Extraction of the World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation“ MIKE by DHI, Horsholm 2021)	18
Figura 3-4 Dettaglio della batimetria rilevata nel settembre 2022. Cerchiate in blu le principali discrepanze con la batimetria fornita dal Rif. Database CM-93/3, DHI, “MIKE C-MAP, Extraction of World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation”, MIKE by DHI, Horsholm, 2021	19
<i>Figura 3-5 – Planimetria delle fondazione in cassoni e planimetria degli impalcati di banchina.</i>	20
<i>Figura 3-6 – Sezione trasversale della nuova banchina in corrispondenza dei cassoni.</i>	22
<i>Figura 3-7 – Sezione trasversale della nuova banchina in corrispondenza degli impalcati.</i>	22
<i>Figura 3-8 – Sezione orizzontale del cassone tipo C1.</i>	24
<i>Figura 3-9 – Sezioni delle travi in c.a.p. I140 e I80.</i>	25
<i>Figura 3-10 – Schema di appoggio delle travi di impalcato.</i>	25
<i>Figura 3-11 – Schema di orditura delle travi costituenti gli impalcati.</i>	26
<i>Figura 3-12 - Localizzazione geografica dei punti di ricostruzione di vento e moto ondoso ERA5 e delle stazioni di misura RON di Alghero e RMN Porto Torrese presi a riferimento per lo studio.</i>	27
Figura 3-13. (a) Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti nel punto ERA5 al largo di Porto Torres (periodo 1940-2022). (b) Distribuzione direzionale dei venti misurati dalla stazione mareografica RMN di Porto Torres (periodo 2010-2024).	28
Figura 3-14 - Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso con $H_s > 0.5$ m nel punto ERA5 Porto Torres di coordinate 41.25°N, 8.50°E.	29
Figura 3-15. Campo di altezza d’onda relativa ottenuto per lo stato di mare da 15°N e periodo 12 s.	30
Figura 4-1 Area Generale dell'intervento	38
Figura 4-2 Layout e Battery Limit del Terminale	39
Figura 5-1 – Tracciato cavo MT	52
Figura 5-2 – Esempio di tubo-camicia HDPE OD 180 mm x 100 m su carosello	54
Figura 5-3 – Esempio di operazione di centraggio di tubo	54
<i>Figura 5-4 – Esempio di installazione TOC curvilinea mediante briccole pre-installate</i>	54
<i>Figura 5-5 – Schematico di installazione del cavo all’interno del tubo HDPE</i>	55

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 7 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Figura 6-1 Area di intervento Porto Torres – Condotta sottomarina in progetto	56
Figura 6-2 Cavo sottomarino FO - Sezione trasversale (tipica)	58
Figura 6-3 Profilo Longitudinale del microtunnel in progetto.....	60
Figura 6-4 Sezione tipica del microtunnel	60
Figura 8-1 Schema planimetrico aree di cantiere	71
<i>Figura 9-1 Sintesi delle macrofasi del Cronoprogramma lavori</i>	<i>79</i>

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3-1. Valori estremi di Hs e Tp relativi ai tempi di ritorno compresi tra 2 anni, 500 anni per il Settore I, Settore II e Settore III.....	29
Tabella 3-2 Eventi estremi sottocosta definiti all'esterno del porto industriale di Porto Torres.	30
Tabella 3-3. Caratteristiche del moto ondoso in corrispondenza dell'ormeggio della FSRU per stati di mare caratterizzati da tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni.....	32
Tabella 3-4. Livelli caratteristici della marea astronomica e valori estremi del sovrizzo meteorologico per la stazione mareografica RMN di Porto Torres.....	33
Tabella 3-5 Profilo stratigrafico.....	35
Tabella 4-1 Dimensioni FSRU	40
Tabella 4-2 Composizioni GNL in arrivo al terminale.....	40
Tabella 4-3 Componenti GN.....	41
Tabella 4-4 Componenti in tracce.....	41
Tabella 4-5 Proprietà Fisiche	41
<i>Tabella 6-1 Caratteristiche della condotta sottomarina</i>	<i>57</i>
Tabella 6-2 Dati di processo	58
Tabella 6-3 Caratteristiche geometriche del microtunnel	60
Tabella 8-1 Caratteristiche dei Principali Cabinati	69

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 8 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

1 GENERALITA'

1.1 Inquadramento Generale

La Società Snam Rete Gas ("SRG"), soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A. ("Snam"), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto industriale di Porto Torres (SS) un terminale di rigassificazione su un mezzo navale permanentemente ormeggiato ("Terminale") per consentire lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura S.p.A., società soggetta anch'essa all'attività di direzione e coordinamento di Snam. Il Terminale è anche predisposto per svolgere servizi di Small Scale LNG attraverso il rifornimento di apposite navi metaniere "bunkering vessels".

Il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (Floating Storage Regasification Unit o "FSRU") con una capacità indicativa di stoccaggio di circa 140.000 m³ di GNL e una capacità di rigassificazione nominale di circa 330.000 Sm³/h. La FSRU sarà ormeggiata a lungo termine (25 anni).

Il Progetto, inizialmente presentato da Snam (Rif. Prot. No. 245 del 29 Novembre 2022), prevedeva l'accosto della FSRU in corrispondenza della banchina carbonile in stretta adiacenza al molo di ormeggio in concessione a EP FiumeSanto. Le numerose interlocuzioni intercorse con le Autorità tecniche portuali nonché con gli organi del Comitato Tecnico Regionale (CTR), hanno fatto emergere l'opportunità di spostare la posizione del Terminale lungo la parte terminale del molo foraneo settentrionale realizzando una nuova struttura d'accosto permanente in cassoni che resterà a servizio del Porto.

Il progetto è parte integrante del più ampio progetto di "Collegamento Virtuale" (o "Virtual Pipeline") per l'approvvigionamento di gas naturale alla Sardegna, che Snam intende realizzare, anche attraverso le sue controllate e partecipate come Snam Rete Gas ed Enura, in coerenza a quanto disciplinato dall'art. 2 comma 4 e comma 5 del Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 marzo 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale numero 125 del 30 maggio 2022, avente ad oggetto "*Individuazione delle opere e delle infrastrutture necessarie al phase out dell'utilizzo del carbone in Sardegna e alla decarbonizzazione dei settori industriali dell'Isola*" (c.d. DPCM Sardegna").

Come indicato nell'art. 1 comma 1 del suddetto DPCM Sardegna, il progetto Virtual Pipeline si inserisce nell'ambito delle iniziative mirate a sostenere il rilancio delle attività produttive nella regione Sardegna, la decarbonizzazione dei settori industriali, la transizione energetica delle attività produttive e il phase-out del carbone garantendo sia l'approvvigionamento di energia all'Isola a prezzi in linea con quelli del resto d'Italia che, assicurando l'attuazione degli obiettivi del PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima).

Il progetto Virtual Pipeline include lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto e di rigassificazione di GNL necessarie a garantire la fornitura di gas naturale in Sardegna mediante l'utilizzo di navi spola (metaniere di piccola taglia o c.d. "shuttle carrier") tra i terminali di rigassificazione italiani regolati ed i futuri terminali di rigassificazione da realizzare in Sardegna. Lo spostamento di volumi fisici di GNL mediante navi spola sarà effettuato con modalità equiparate, anche ai fini tariffari, a quelle del trasporto di gas, che comunemente avviene attraverso un qualsiasi metanodotto del sistema nazionale di trasporto.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 9 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

In tale contesto, gli shipper operanti nel sistema di trasporto gas nazionale potranno rendere disponibili volumi di gas in un qualsiasi punto di ingresso del sistema o al c.d. Punto di Scambio Virtuale (PSV), richiedendone a Snam Rete Gas la riconsegna in un punto di uscita in Sardegna. In questo modo, volumi di GNL immessi nel sistema presso i terminali di stoccaggio in continente, potranno essere intercambiabili, attraverso opportuni meccanismi di “swap”, con equivalenti volumi di gas per i quali sia stata richiesta una riconsegna in Sardegna.

La disponibilità di gas naturale in Sardegna consentirà di avviare il processo di conversione a gas naturale di utenze civili e industriali, oggi ancora approvvigionate principalmente a carbone, olio combustibile, gasolio, GPL o aria propanata, con riduzione degli effetti sull’ambiente, dato che il gas naturale è un combustibile con basse emissioni inquinanti (annullamento sia di particolato (PM10) che di ossidi di zolfo (SOx), ed una considerevole riduzione degli ossidi di azoto (NOx) e, a titolo di esempio, circa -15% di CO2 rispetto al gasolio).

Il Terminale di rigassificazione di Porto Torres (art. 2 comma 4, del DPCM Sardegna) sarà il principale punto di approvvigionamento di gas naturale dei bacini di consumo della Città Metropolitana di Sassari nonché del segmento industriale, ed eventualmente termoelettrico, del Nord dell’Isola.

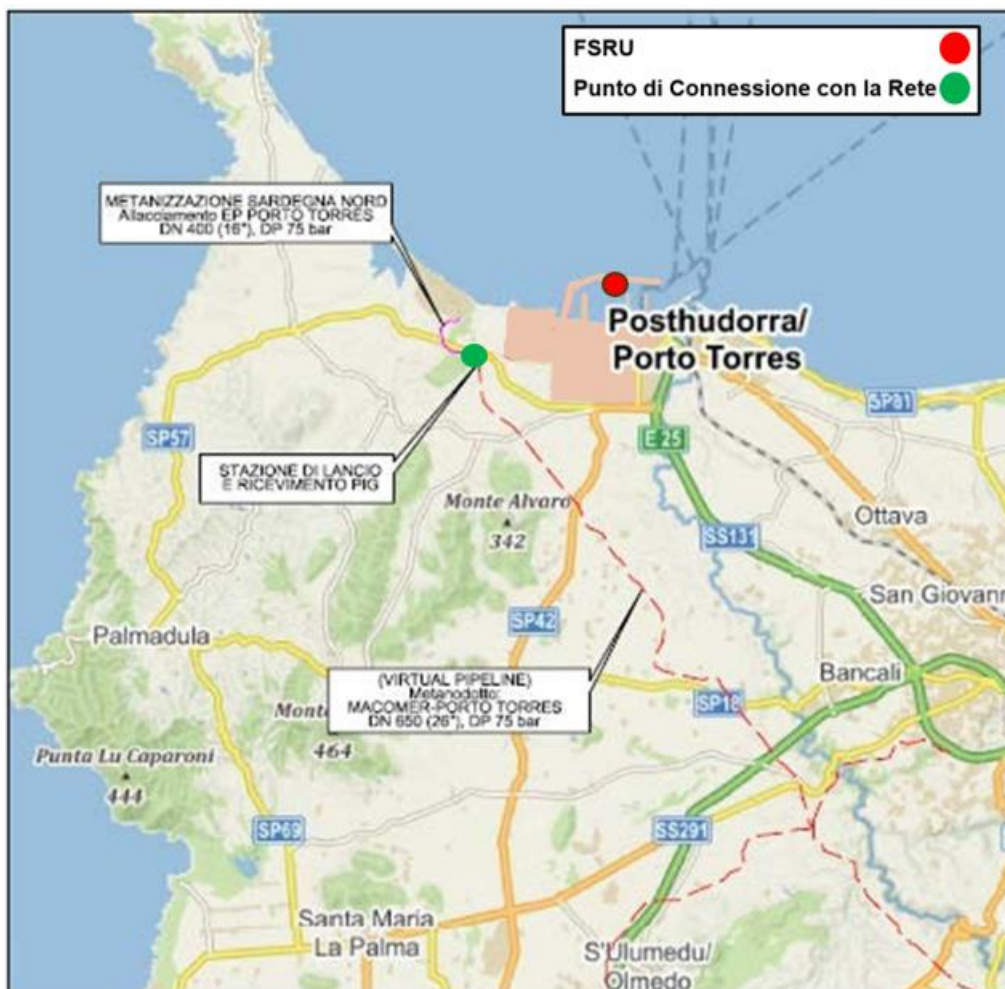



Figura 1.1: Corografia con Rete Energetica Sardegna Tratto Nord e ubicazione della FSRU

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 10 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

1.1.1 Terminale di Porto Torres

Il progetto ("Terminale di Porto Torres") prevede la realizzazione di un terminale di ricezione, stoccaggio e rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) del tipo flottante (Floating Storage Regasification Unit o "FSRU") all'interno del porto industriale di Porto Torres in Provincia di Sassari e relative opere connesse per la realizzazione del collegamento a terra con lo scopo di raggiungere la futura Dorsale Nord già autorizzata con Decreto VIA n. 373 del 05.12.2022.

Nella seguente figura si riporta un inquadramento dell'area con indicate le opere in progetto:

- Terminale FSRU;
- banchina di ormeggio;
- condotta sottomarina e relativo approdo;
- cavo elettrico a Media Tensione (MT).



Figura 1.2: Stralcio ortofoto con ubicazione del progetto in area portuale

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 11 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Il progetto del Terminale di Porto Torres, sarà composto da:

- Una FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità indicativa di stoccaggio pari a circa 140.000 m³, una capacità di rigassificazione di circa 330.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 290 m (lunghezza) x 48 m (larghezza)
- Una nuova banchina costituita da:
 - N.28 cassoni cellulari prefabbricati in c.a. zavorrati con materiale arido;
 - Coronamento dei cassoni in cemento armato gettato in opera;
 - Impalcati di collegamento tra i cassoni con travi in c.a.p. e getti in opera di completamento;
 - Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame protetto da una mantellata in massi naturali;
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla nuova banchina est esistente costituiti da:
 - Sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito da N. 2 bracci di scarico ed una condotta in acciaio che corre interrata fino al punto di intercettazione linea (PIL) anch'esso in banchina;
 - Sistema di ormeggio della FSRU;
 - Sistema antincendio costituito da un sistema di pompaggio, un anello di distribuzione ed una serie di monitori e cortine d'acqua;
 - Sistema di controllo ed emergenza per gli impianti di processo sulla nuova banchina;
 - Sistema di blowdown e sfiato di emergenza.
- Un tratto di condotta sottomarina di lunghezza complessiva pari a circa 1670 m di cui 1300 m saranno all'interno di un microtunnel da realizzare come approdo costiero. La condotta a mare funge da collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il punto di interfaccia con il tratto a terra della condotta. La condotta proseguirà a terra fino al Punto d'Intercetto, che identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra (Rete Energetica tratto nord, si veda la Figura 1.3), che non è oggetto del presente documento;
- Un cavo elettrico di media tensione (MT) per l'alimentazione della banchina di ormeggio della FSRU;
- Un cavo telecomando per collegamento con il dispacciamento a terra di SRG con tracciato in parallelo alla condotta sottomarina.

1.1.2 Opere Connesse

Si considerano opere connesse e oggetto della presente procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, la Rete Energetica di Porto Torres di proprietà di Enura S.p.A. La Rete energetica consentirà il collegamento del Terminale di Porto Torres. Quest'ultima a sua volta sarà connessa alle reti di distribuzione locali dei bacini di utenza della Città Metropolitana di Sassari, le principali utenze industriali del Nord dell'Isola ed eventualmente alle utenze termoelettriche.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 12 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

La Valutazione di Impatto Ambientale della Rete Energetica di Porto Torres è riportata nel documento Doc. No. REL-SIA-E-13010 “Studio di Impatto Ambientale del Progetto Virtual Pipeline Sardegna – Rete Energetica tratto Nord – Metanodotto Collegamento FSRU di Porto Torres DN 500 (20”), DP 100 bar” Proponente: Enura S.p.A..

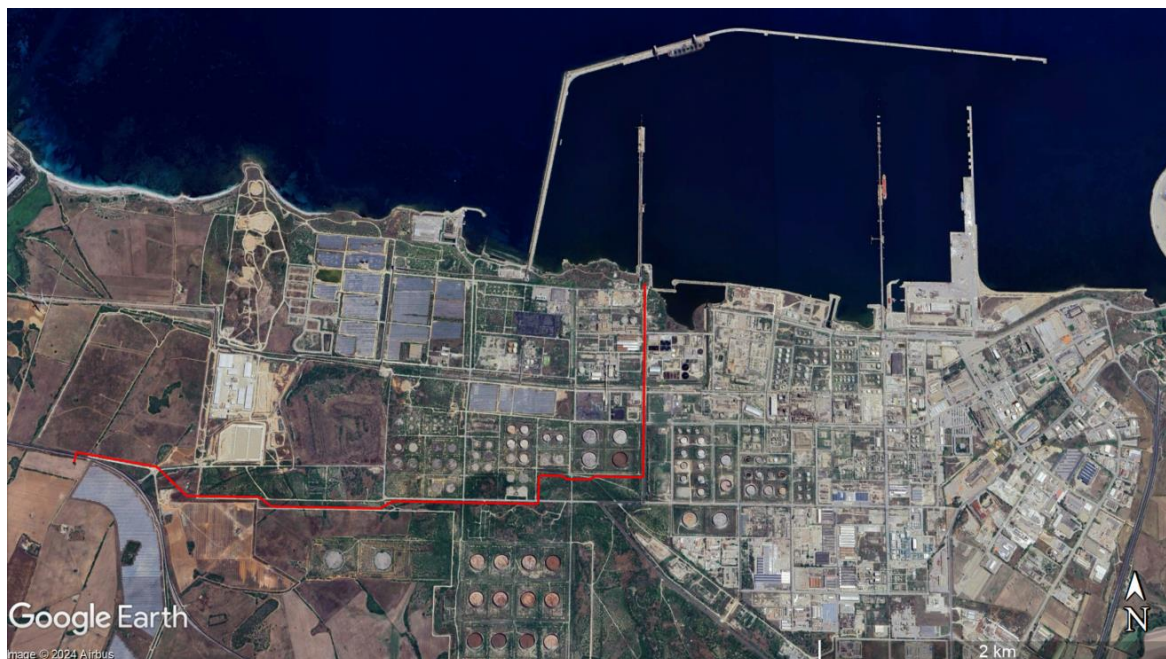


Figura 1.3: Stralcio ortofoto con Metanodotto Collegamento FSRU di Porto Torres - DN 500 (20”) DP 100 bar



L’opera, denominata “Virtual Pipeline Sardegna – Rete Energetica Tratto Nord - Collegamento FSRU di Porto Torres DN 500 (20”), DP 100 bar, di lunghezza pari a 4,689 km proposta da Enura ha come obiettivo quello di consentire il collegamento tra il Terminale di Porto Torres e la Rete energetica della Sardegna (progetto Metanizzazione Sardegna – tratto Nord, per il quale Enura ha già ottenuto il decreto di compatibilità ambientale (VIA) con provvedimento n. 373 del 05 Dicembre 2022).

1.2 Il Soggetto Proponente

Il Proponente del Progetto è la Società Snam Rete Gas (“SRG”), società soggetta all’attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A (“Snam”).

Grazie a una rete sostenibile e tecnologicamente avanzata, Snam garantisce la sicurezza degli approvvigionamenti e gioca un ruolo di abilitatore nella transizione energetica. Oltre che in Italia, Snam è attiva, attraverso consociate internazionali, in Albania (AGSCo), Austria (TAG, GCA), Cina (Snam Gas & Energy Services), Francia (Teréga), Grecia (DESFA), Emirati Arabi Uniti (ADNOC Gas Pipelines) e Regno Unito (Interconnector UK).

Prima in Europa per estensione della rete di trasmissione (ca. 41.000 km) e capacità di stoccaggio (ca. 20 bcm) di gas naturale, è anche tra i principali operatori nella rigassificazione attraverso i terminali di Panigaglia (GNL Italia) e di Piombino (FSRU Italia), di cui è interamente proprietaria, e le partecipazioni nei rigassificatori italiani di Livorno (OLT) e Rovigo (Adriatic LNG), oltre che nel terminale di Revithoussa (DESFA) in Grecia.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 13 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001



1.3 Scopo e contenuti del documento

Il presente documento costituisce il progetto di fattibilità tecnico-economica, come definito dall'art.23, co 5 e 6 del D. Lgs. N. 50/2016, richiesto dalla Parte Seconda del D. Lgs 152/2006 e s. m. i. per la procedura di Valutazione di impatto ambientale della proposta progettuale.

Il documento illustra le caratteristiche del "Terminale di Porto Torres e opere connesse" per permettere una valutazione nei contenuti dello studio di impatto ambientale ai sensi dell'allegato IV della direttiva 2011/92/UE.

In particolare, nei capitoli che seguono verranno descritti:



- Capitolo 3 Inquadramento territoriale
- Capitolo 4 Descrizione Generale del Terminale
- Capitolo 5 Cavo media tensione
- Capitolo 6 Condotta Gas e Cavo FO Sottomarini
- Capitolo 7 Sistemi di sicurezza
- Capitolo 8 Descrizione delle Fasi Realizzative
- Capitolo 9 Cronoprogramma Lavori
- Capitolo 10 Fasi di Avviamento
- Capitolo 11 Personale per la conduzione dell'impianto
- Capitolo 12 Allegati

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 14 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

1.4 Acronimi e abbreviazioni

3LPE	Three Layer Polyethylene
BOG	Boil-off Gas
c.a.	cemento armato
cls	calcestruzzo
CND	Controlli Non Distruttivi
DCS	Distributed Control Room
DN	Diametro Nominale
DP	Design Pressure
EDS	Emergency Shut Down
F&G	Fire and Gas
FO	Fibra Ottica
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquido
GN	Gas Naturale
Hs	Altezza significativa dell'onda
LNG	Liquid Natural Gas
Tp	Periodo dell'onda
MTBM	MicroTunnel Boring Machine
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
PEAD	Polietilene ad Alta Densità
PT	Pipe-Thruster
SMYS	Specified Minimum Yield Strength
SMTS	Specified Minimum Tensile Strength
TLC	TeleControllo

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 15 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

2 DEFINIZIONE

PROPONENTE	Snam Rete Gas SpA
PROGETTO	Esecuzione delle attività di ingegneria relative alla progettazione del FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) di Porto Torres ed opere connesse
SITO	Porto industriale di Porto Torres
IMPIANTO DI RICEZIONE	Impianto in Banchina
TERMINALE	La FSRU e l'impianto di ricezione
NAVE SPOLA	Nave metaniera "shuttle carrier" necessaria a garantire la fornitura di gas naturale alla FSRU
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
SHIP-TO-SHIP	Configurazione di ormeggio delle navi metaniere sul fianco della FSRU, per permettere le operazioni di scarico di GNL dalle navi metaniere cargo

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 16 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Ubicazione del terminale di Porto Torres

Il porto industriale di Porto Torres è situato lungo la costa settentrionale della Sardegna a circa 20 km da Sassari, 30 km da Alghero e 3 km dal Comune di Porto Torres.

L'area del sito industriale è delimitata a Nord dalla linea di costa, che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, a Est dal Rio Mannu e ad Ovest dallo stagno di Pilo.

La FSRU sarà ormeggiata alla diga foranea, all'interno del Porto Industriale di Porto Torres e ad est del molo carbonile ad una distanza tale da non interferire con le aree di rischio definite dallo stesso.

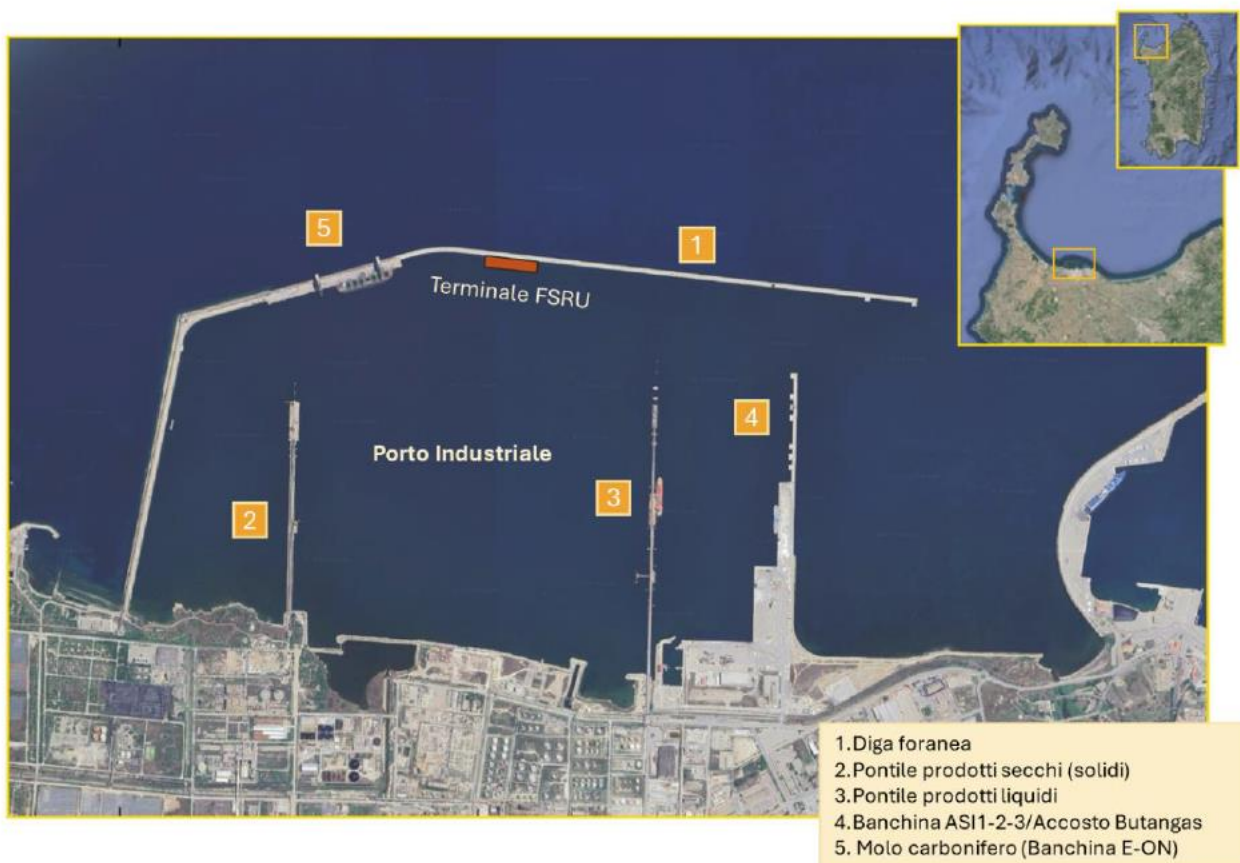




Figura 3-1 Inquadramento del Porto Industriale e localizzazione del nuovo Terminale FSRU

3.2 Descrizione del porto di Porto Torres

Il porto di Porto Torres è classificato II categoria, I classe (porto, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica internazionale) rientrante nell'Autorità di sistema portuale del mare di Sardegna, secondo il Riordino della Legislazione in materia portuale della Legge N.84 del 28 Gennaio 1994 (con la Legge di Bilancio 2018-art.1, comma 577, L.27 dicembre 2017, n. 205, a decorrere dal 1° gennaio 2018).

L'ambito portuale è delimitato per la parte mare, dai seguenti punti:

- Fanale rosso E.F. 1449 (molo di levante del bacino industriale)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 17 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- b) Lat.40°50',54" N – Long. 008° 22',45" E
c) Fanale verde E.F. 1439 (diga foranea del bacino industriale)
Lat.40°51',00" N – Long. 008° 23',5" E

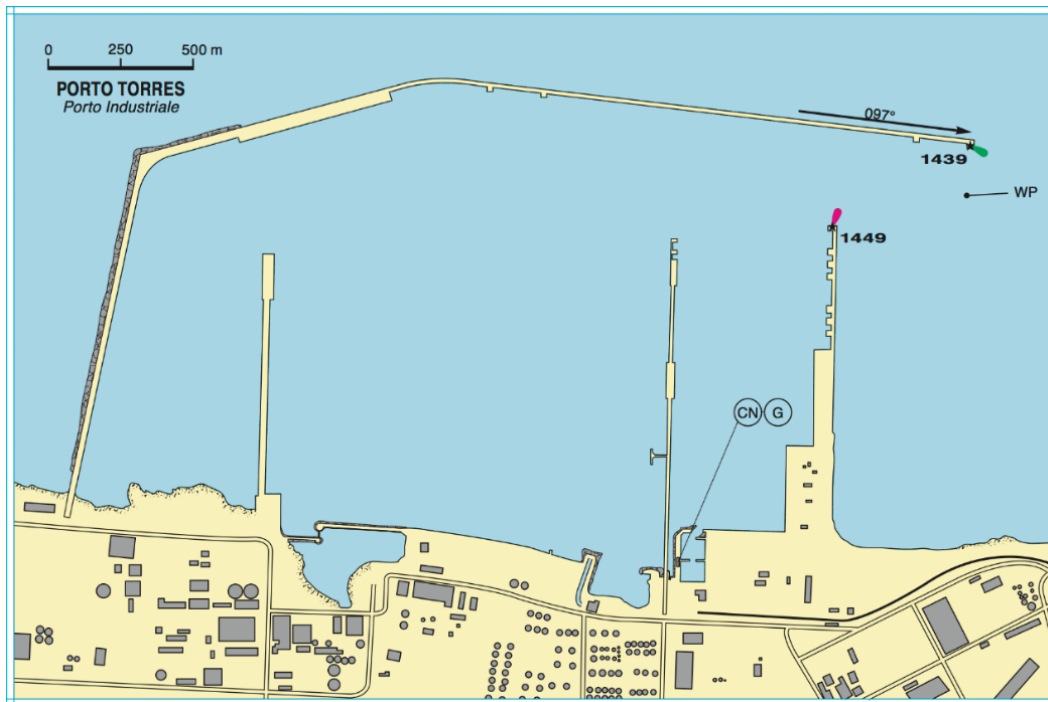




Figura 3-2 Porto Industriale di Porto Torres

3.3 Caratteristiche e profondità all'interno del porto

3.3.1 Profondità del fondale

Attualmente il porto presenta una profondità massima di circa 21.5m all'imboccatura mentre l'accosto identificato per l'ormeggio della FSRU ha una profondità disponibile di circa 20.5 m (Rif. database CM-93/3, DHI, "MIKE C-MAP, Extraction of World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation," MIKE by DHI, Hørsholm, 2021) come riportato in Figura 3-3.

I risultati dell'indagine batimetrica effettuata nel settembre 2022 (Rif. 022932-1-MB-08-PL-J-A0 – Tavola n°1: INDAGINI TOPO-BATIMETRICHE AD ELEVATO DETTAGLIO DEI FONDALI PORTO INDUSTRIALE DIGA DI SOPRAFLUTTO/PONTILE PRODOTTI SECCHI/PONTILE S.I.R./DIGA DI SOTTOFLUTTO), di cui si riporta un estratto in Figura 3-4, assolvendo allo scopo di individuare modifiche locali del fondale principalmente dovute a recenti operazioni di dragaggio, evidenziano un sostanziale accordo tra la batimetria riportata in Figura 3-3 e quella riportata in Figura 3-4 ad eccezione di alcune aree in cui è stata misurata una profondità maggiore. Tali aree, di moderata estensione, si posizionano in zone distanti dall'area di propagazione delle onde in ingresso al porto che, dall'imboccatura, giungono all'area di progetto lungo la direttrice est-ovest e pertanto, le discrepanze rilevate, possono ritenersi trascurabili.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)		001-ZA-E-09301
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse		Fg. 18 di 84

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

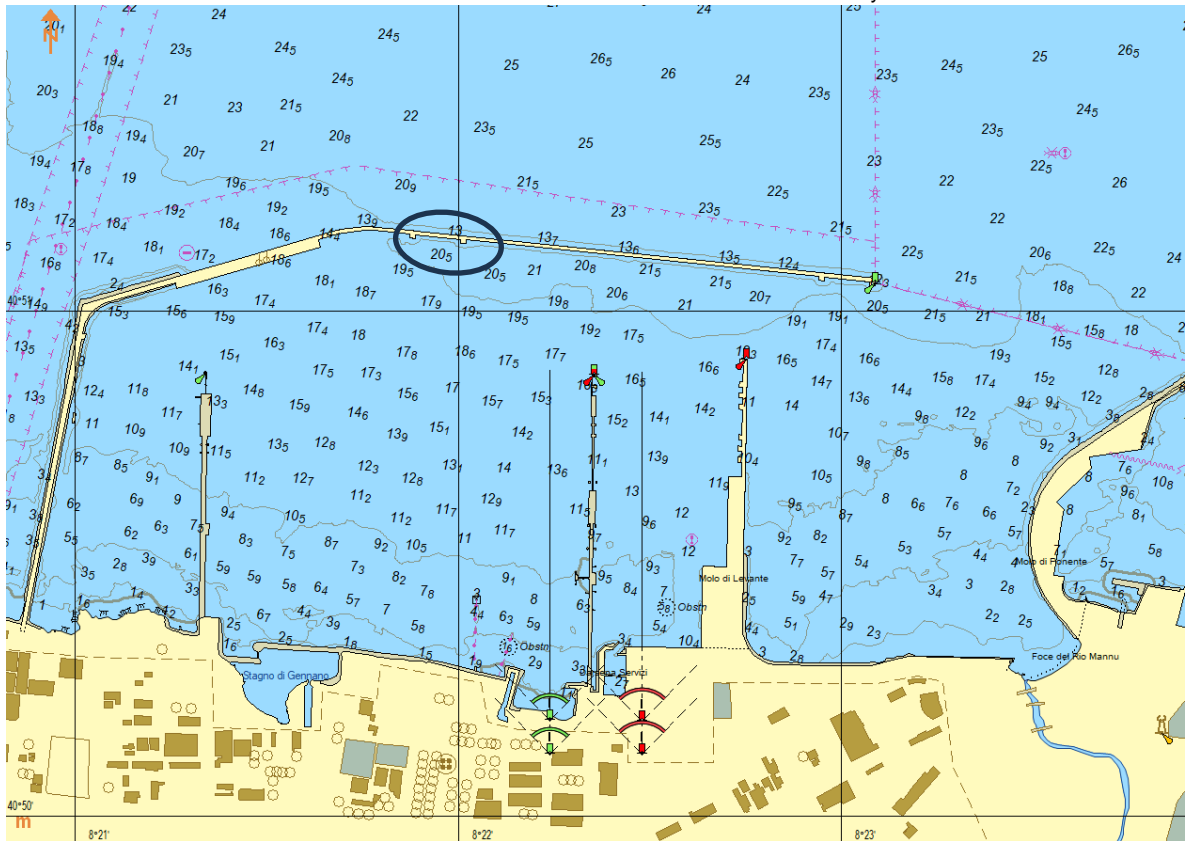


Figura 3-3 Dettaglio della batimetria (Rif. Database CM-93/3, DHI, "MIKE C-MAP, Extraction of the World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation" MIKE by DHI, Horsholm 2021)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 19 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

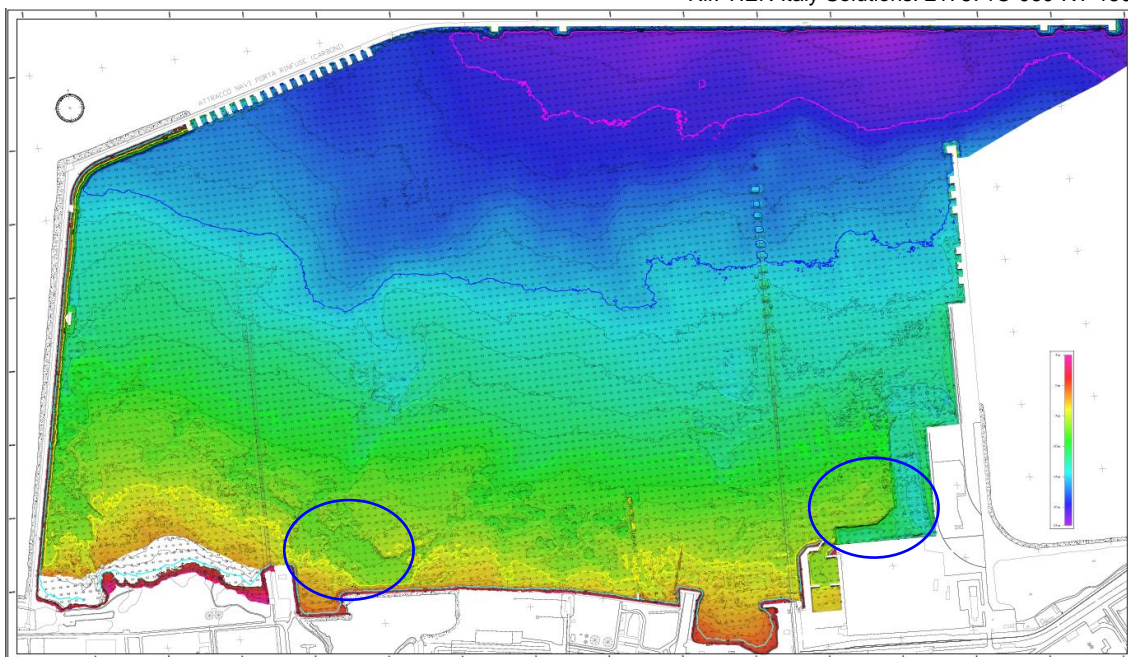


Figura 3-4 Dettaglio della batimetria rilevata nel settembre 2022. Cerchiate in blu le principali discrepanze con la batimetria fornita dal Rif. Database CM-93/3, DHI, "MIKE C-MAP, Extraction of World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation", MIKE by DHI, Horsholm, 2021

3.3.2 Stabilità del fondale

In questa fase del progetto non sono disponibili studi o informazioni circa la stabilità del fondale all'interno del porto di Porto Torres; si assume pertanto che il fondale sia stabile.

Un'eventuale instabilità – ovvero erosione o accrescimento - non avrebbe comunque un impatto sulle operazioni relative alla FSRU essendo quest'ultima ancorata in un'area del porto caratterizzata da profondità elevate (19.0m-20.0m).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 20 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

3.4 Caratteristiche della banchina

La nuova banchina prevede la realizzazione di un impalcato in c.a. realizzato a ridosso dell'esistente diga foranea fondato su cassoni cellulari isolati a loro volta imbasati su di uno scanno in pietrame.

L'opera si presenta planimetricamente di forma rettangolare di dimensioni 400.0 m x 44.3 m, aggettante dall'attuale bordo interno lato nord della diga foranea, con quota del fronte d'accosto a +3,00 m sul l.m.m.

Gli elementi che la compongono possono essere distinti in:

- Cassoni cellulari prefabbricati in c.a. zavorrati con materiale arido;
- Coronamento dei cassoni in cemento armato gettato in opera;
- Impalcato di collegamento tra i cassoni con travi in c.a.p. e getti in opera di completamento;
- Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame protetto da una mantellata in massi naturali.

La nuova banchina sarà realizzata da n. 28 cassoni cellulari prefabbricati, trasportati in galleggiamento e affondati in opera, mediante l'immissione di acqua, su uno scanno di imbasamento, realizzato in precedenza con materiale lapideo proveniente da cava.

Il collegamento dei cassoni alla banchina esistente, e tra i cassoni stessi, avverrà attraverso la realizzazione di impalcato con travi in c.a. precompresso.

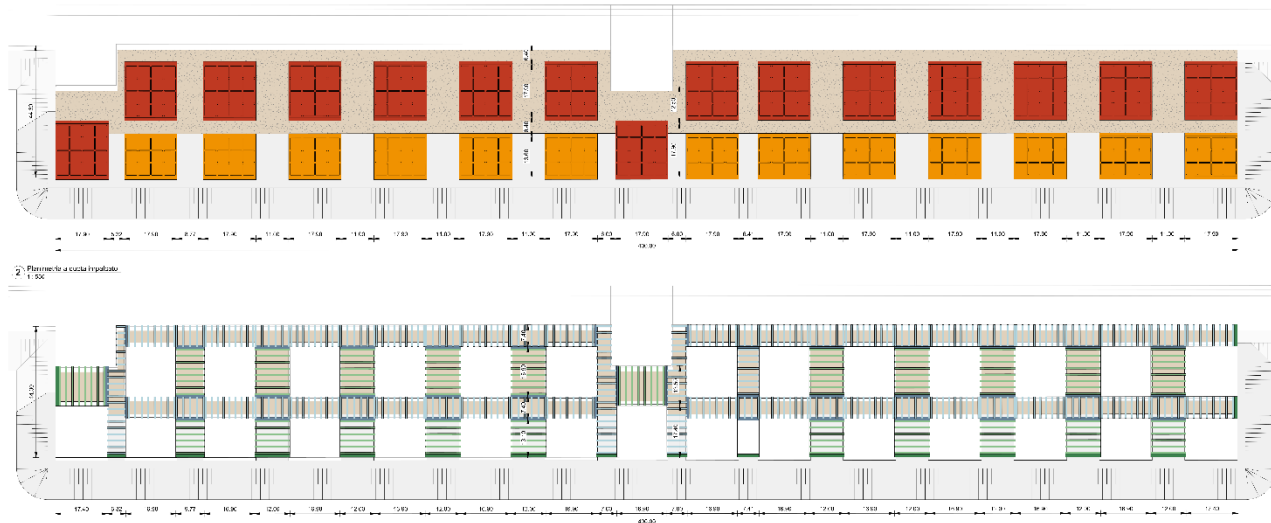




Figura 3-5 – Planimetria delle fondazione in cassoni e planimetria degli impalcato di banchina.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 21 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

In particolare, si distinguono i seguenti manufatti prefabbricati principali:

- n. 13 cassoni cellulari tipo C1 con le seguenti dimensioni complessive - pianta del fusto 17,60m x 13,60m; celle tipo 4,00m x 4,00m (netto interno); spessore pareti esterne 0,50m; spessore pareti interne 0,30m; altezza del fusto 14,80m; soletta di fondazione 17,90m x 15,60m con sp. 1,00m;
- n. 15 cassoni cellulari tipo C2 con le seguenti dimensioni complessive - pianta del fusto 17,90m x 17,90m; celle tipo 4,00m x 4,00m (netto interno); spessore pareti esterne 0,50m; spessore pareti interne 0,30m; altezza del fusto 14,50m; soletta di fondazione 17,90m x 19,90m con sp. 1,00m;

Tutti i cassoni saranno allestiti con bitte e golfari idonei per la fase di trasporto e installazione degli stessi dal sito di prefabbricazione alla posizione di progetto oltre che da piastre di copertura delle celle in c.a. prefabbricate di sp. 0,25m con botola centrale 1m x 1m, necessari alla fase di trasporto

L'altezza dei manufatti, comprensiva della platea di fondazione e piastre prefabbricate di copertura delle celle, esclusa la sovrastruttura da realizzare in opera, sarà pari a rispettivamente: per i cassoni tipo C1 16,05m; per i cassoni tipo C2 15,75m.

Lo scanno di imbasamento dell'opera verrà fondato alla profondità variabile da -18,80 m a -21,20 m sul livello medio marino (l.m.m.). Esso sarà costituito da un nucleo di pietrame scapolo da 5 a 50 kg realizzato fino al raggiungimento di quota -15,00 m l.m.m. e protetto da una mantellata in massi naturali da 1 a 3 t di spessore 2,00 m per il tratto inclinato ed 1 metro per quello in orizzontale.

Le dimensioni geometriche complessive della sezione trasversale tipo al piede sono pari a circa 58 m, con pendenza delle scarpate pari a 3/2.

Superiormente l'opera di attracco è completata da una sovrastruttura in c.a. che dalla quota dell'estradosso del fusto del cassone posto alla +0.80 m l.m.m. perviene fino a quota variabile tra +2.60 m e +3,00 m s.l.m.

I cassoni, previa realizzazione dello scanno d'imbasamento, saranno affondati e zavorrati provvisoriamente con acqua. Successivamente si provvederà alla loro stabilizzazione definitivamente in opera con un riempimento che potrà essere realizzato con materiale arido proveniente cava. Eventuali variazioni della natura o distribuzione del materiale di zavorramento dovranno garantire le medesime prestazioni di sicurezza alla stabilità della struttura definite in progetto.

In particolare, si distinguono i seguenti manufatti prefabbricati d'impalcato:

- travi in cemento armato precompresso tipo I140, di altezza 1,40 m, larghezza 0,60 m e lunghezza variabile per la realizzazione degli impalcati principali di collegamento tra i cassoni;
- travi in cemento armato precompresso tipo I80, di altezza 0,80 m, larghezza 0,60m e lunghezza variabile per la realizzazione degli impalcati secondari di collegamento tra gli impalcati principali;
- predalles prefabbricate con spessore del fondello di minimo 5 cm poggiate sulle travi di impalcato per la realizzazione della soletta gettata in opera di spessore minimo 25 cm al netto della predalles.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 22 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

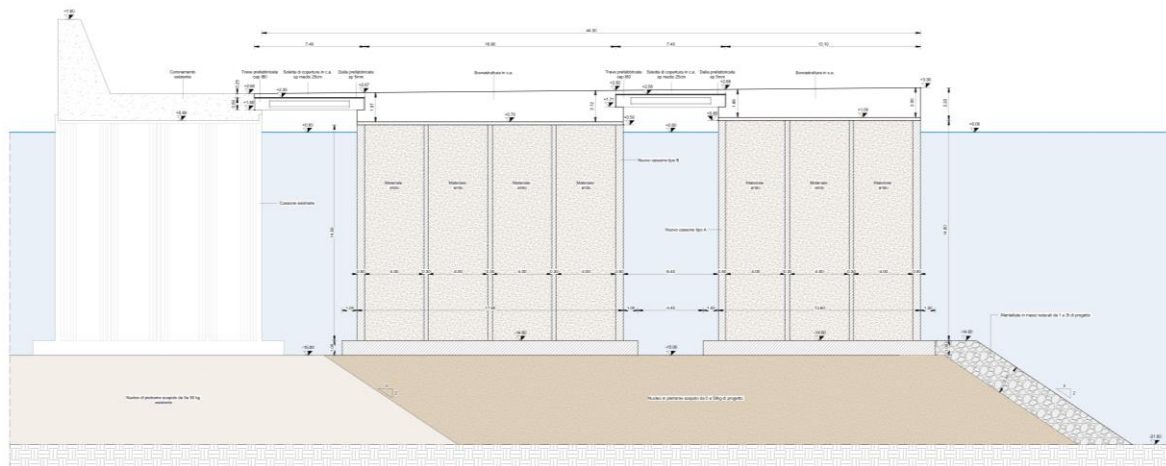


Figura 3-6 – Sezione trasversale della nuova banchina in corrispondenza dei cassoni.

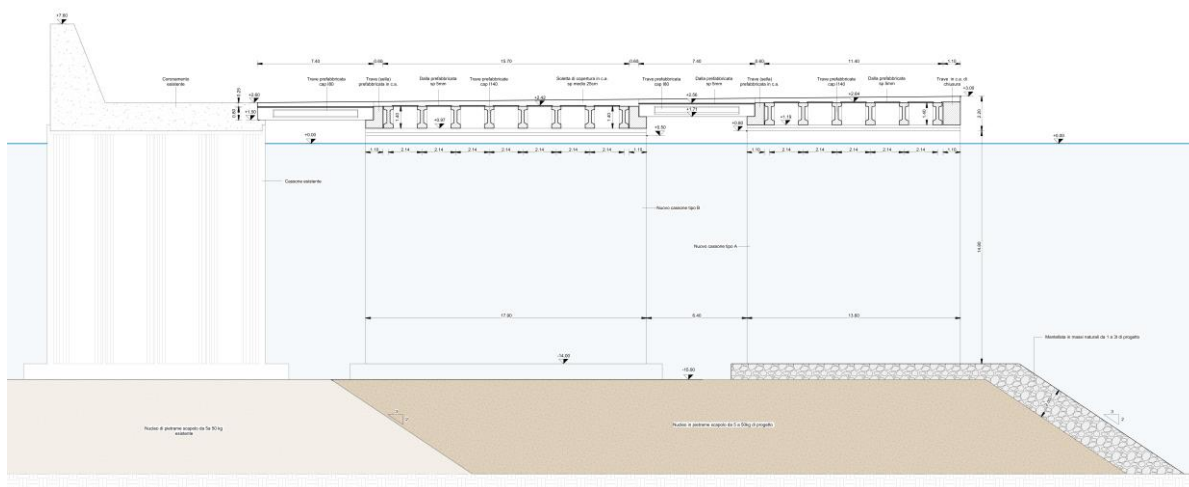




Figura 3-7 – Sezione trasversale della nuova banchina in corrispondenza degli impalcati.

Lungo il paramento di banchina (lato Sud) sono previsti dispositivi di accosto (parabordi) ed ormeggio (bitte) funzionali all'ormeggio della FSRU.

Gli arredi di banchina includono scalette alla marinara di emergenza.

In aggiunta si dovrà tener conto delle sovrastrutture ed equipaggiamenti posizionati sopra la nuova banchina, nello specifico:

- Bracci di scarico;
- Locale Elettrico-strumentale;
- Diesel di emergenza;
- Trasformatori;
- Pacchetto Bombe di Azoto;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 23 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Pompa Antincendio;
- Monitori Antincendio;
- Mezzi di sollevamento;
- Scalandrone;
- Vent KO Drum;
- Supporti per cavi elettro-strumentali;
- Tubazioni e valvole;
- Pipe-rack;
- Area di manutenzione.

Durante il corso dello sviluppo dell'ingegneria, nelle successive fasi progettuali, sarà necessario acquisire indagini geognostiche dettagliate nell'effettiva zona di intervento. Una volta note le caratteristiche geotecniche del fondale, si procederà a confermare la compatibilità della soluzione. E' comunque plausibile affermare che la soluzione proposta, analoga a quella dell'adiacente diga foranea, risulta sicuramente una ottimizzazione rispetto a soluzioni alternative che prevedono la non facile realizzazione di fondazioni profonde per la presenza del substrato roccioso.

3.4.1 Cassoni prefabbricati

Per la realizzazione della nuova banchina di accosto, come indicato nel paragrafo precedente, si utilizzeranno due tipologie differenti di cassoni prefabbricati.

Entrambe le tipologie di cassoni presentano la medesima quota di imbasamento posta a -15,00m l.m.m. con spessore della soletta di fondazione di 1,00 m.

Cautelativamente sono state condotte le verifiche di stabilità allo scorrimento e al ribaltamento del cassone prefabbricato indicato come C1, in quanto risulta essere caratterizzato da un minor numero di celle e un'altezza del fusto maggiore rispetto al cassone tipo C2.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 24 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

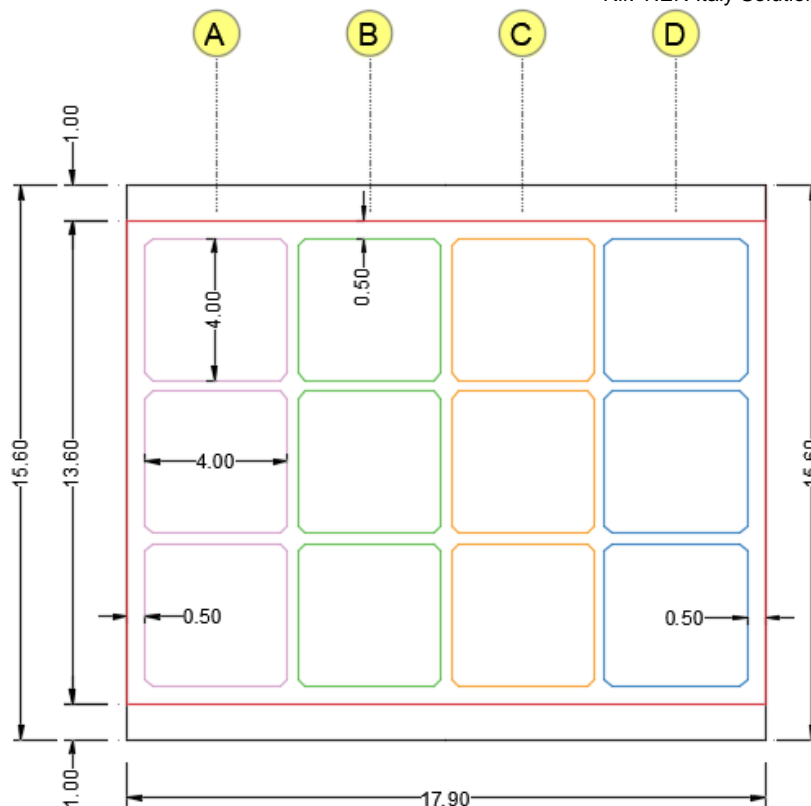


Figura 3-8 – Sezione orizzontale del cassone tipo C1.



Per il cassone preso in esame si riportano nel seguito i pesi propri degli elementi strutturali in calcestruzzo:

	V m ³	γ kN/m ³	G _k kN
Soletta di fondazione	279,24	25,00	6981,0
Fusto	775,5	25,00	19388,0
Sovrastruttura	535,6	25,00	13389,2
TOTALE			39758,2

Per il riempimento delle celle si è considerato come zavorra solida solamente materiale arido da cava, di volume complessivo pari a 2827,40 m³ e peso specifico pari a 20 kN/m³.

Nel momento in cui l'opera è terminata e il cassone si trova in fase di esercizio, oltre al suo peso proprio, esso è soggetto alla spinta di galleggiamento ed al tiro della bitta di ormeggio da 450 t posta a quota in testa alla sovrastruttura di coronamento del cassone.

Come riportato nel Doc. No. 001-CI-E-10025 - *Relazione descrittiva e di calcolo (Banchina)*, allegato alla documentazione di progetto, i cassoni risultano ampiamente verificati alla stabilità allo

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 25 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

scorrimento e al ribaltamento nei confronti delle azioni dovute alle forze di ormeggio come indicate nel layout di ormeggio.

3.4.2 Impalcati

I cassoni sono collegati da impalcati realizzati con travi in cemento armato precompresso, sulle quali poggiano le predalles prefabbricate che ripartiscono sulla struttura portante i carichi che gravano sulla soletta in c.a. gettata in opera.

Le travi presentano due altezze differenti, per impalcati di luce netta 11,00 m è previsto l'utilizzo di travi di altezza pari a 140 cm mentre per gli impalcati di luce minore, si prevede l'utilizzo di travi di altezza pari a 80 cm.

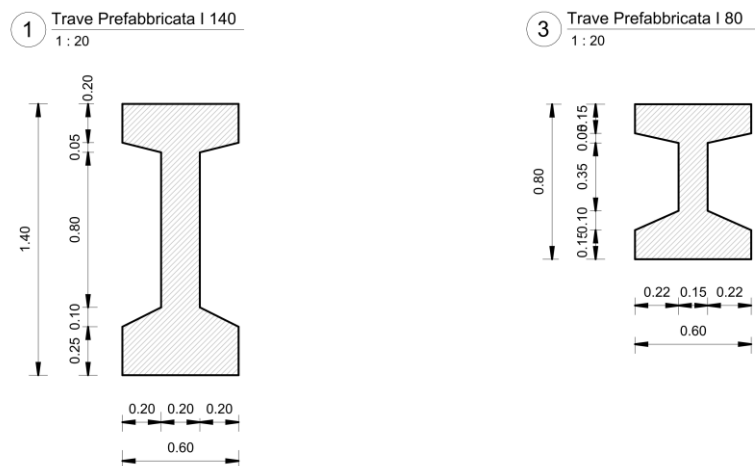


Figura 3-9 – Sezioni delle travi in c.a.p. I140 e I80.

Le travi risultano semplicemente appoggiate sulle selle ricavate all'interno della sovrastruttura in c.a. dei cassoni come rappresentato nella figura seguente.

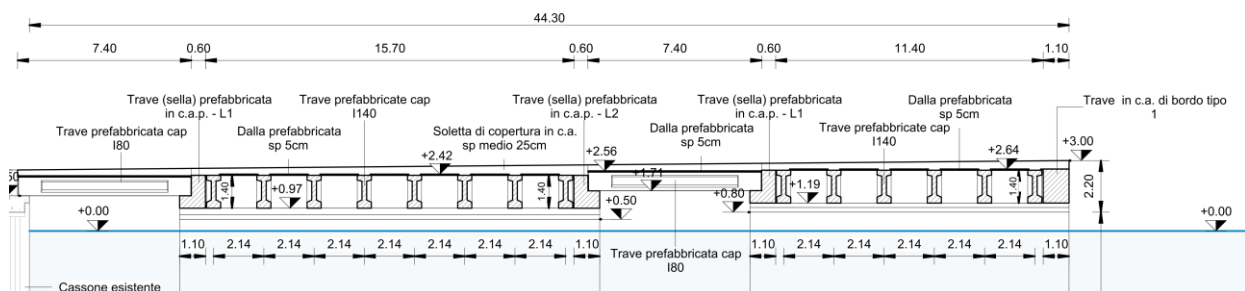


Figura 3-10 – Schema di appoggio delle travi di impalcato.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 26 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

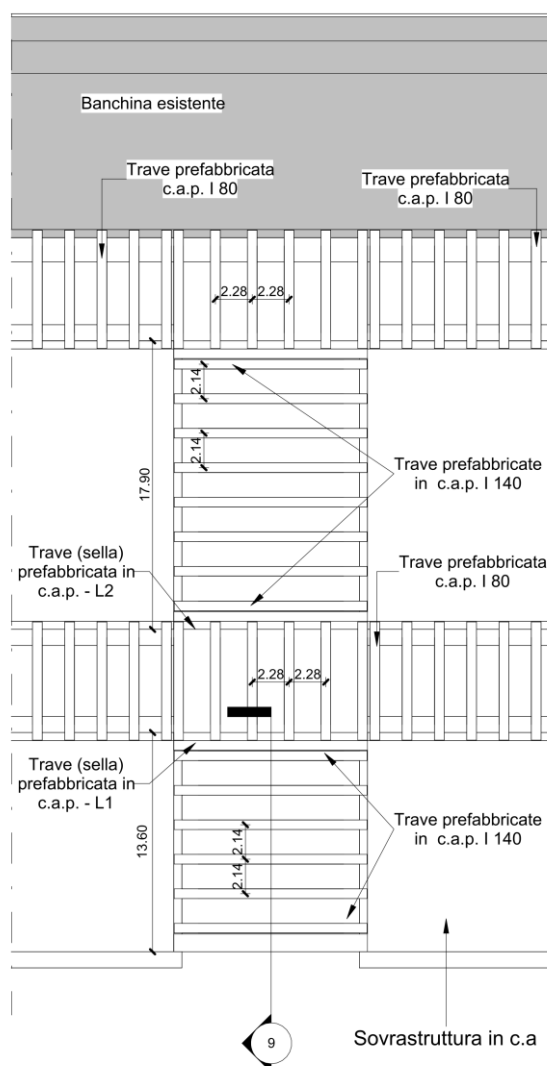


Figura 3-11 – Schema di orditura delle travi costituenti gli impalcati.

I calcoli per il dimensionamento strutturale delle travi, con la valutazione della pretensione da dare ai trefoli, sono stati svolti ragionando per aree di influenza e considerando come carichi agenti i pesi propri dei vari elementi in calcestruzzo armato e il sovraccarico accidentale di banchina posto pari a 40 kN/m^2 .

Nella determinazione dei sovraccarichi accidentali, si è tenuto conto delle azioni trasmesse di eventuali gru gommate operanti in banchina nonché dell'eventuale passaggio di automezzi gommati considerando l'impalcato della banchina come appartenente a un ponte di I Categoria secondo il D.M 02/08/1980 "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali".

Le strutture di banchina sono state verificate per bitte di portata 300 t e 450 t.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 27 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

3.5 Dati meteomarini

Porto Torres è localizzato sulla costa nord-occidentale della Sardegna e si affaccia sul golfo dell'Asinara.

Per la redazione dello studio finalizzato alla caratterizzazione meteomarina dell'area di progetto (rif. Doc. No 001-ZB-E-15002_01_Caratterizzazione Meteomarina Area di Progetto, allegato alla documentazione di progetto) si è fatto riferimento ai più recenti dati di vento e moto ondoso ricostruiti in rianalisi dal Centro Meteorologico Europeo (ECMWF) nell'ambito del progetto Copernicus ERA5 che hanno permesso di effettuare analisi statistiche su un campione di dati molto esteso (1940-2022).

In particolare, si è fatto riferimento alle misure di livello del mare, temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione atmosferica eseguite dalla stazione mareografica situata nel Porto Torres facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN) attualmente gestita dall'ISPRA.

È stata inoltre acquisita la serie storica delle misure di moto ondoso effettuate dalla boa ondometrica direzionale di Alghero facente parte della Rete Ondometrica Nazionale (RON) attualmente gestita dall'ISPRA. I dati di moto ondoso misurati a largo di Alghero sono stati utilizzati per calibrare le onde estreme a largo del sito in esame secondo quanto descritto nel seguito.

La posizione dei punti di ricostruzione e/o misurazione dei diversi dati di riferimento è riportata nella carta di Figura 3-12.

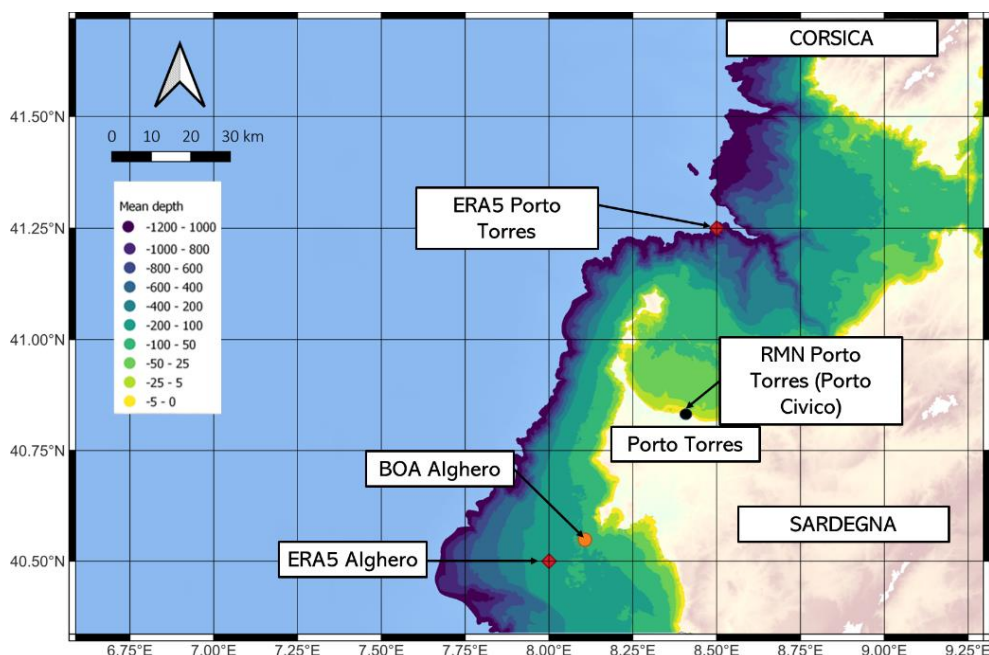


Figura 3-12 - Localizzazione geografica dei punti di ricostruzione di vento e moto ondoso ERA5 e delle stazioni di misura RON di Alghero e RMN Porto Torres prese a riferimento per lo studio.

3.5.1 Vento

Nella Figura 3-13 (a) è riportata la rosa direzionale che rappresenta il regime dei venti nel punto ERA5 posizionato al largo di Porto Torres, fuori dello schermo offerto dall'Asinara, quasi in posizione centrale rispetto alle Bocche di Bonifacio. Il regime anemometrico è di tipo bimodale con prevalenza di venti occidentali i quali, oltre ad essere i più frequenti, sono anche caratterizzati da maggiore intensità rispetto a quelli orientali.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 28 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Si osserva che la presenza dei rilievi della Corsica e della Sardegna tende ad incanalare ed accelerare il vento proveniente da occidente lungo l'asse delle bocche di Bonifacio, rendendo la zona una delle più ventose di Italia.

Rispetto al clima anemometrico a largo, in costa Figura 3-13 (b) diventano molto frequenti le brezze di terra da mezzogiorno, di minore intensità rispetto alle componenti anemometriche occidentali e orientali.

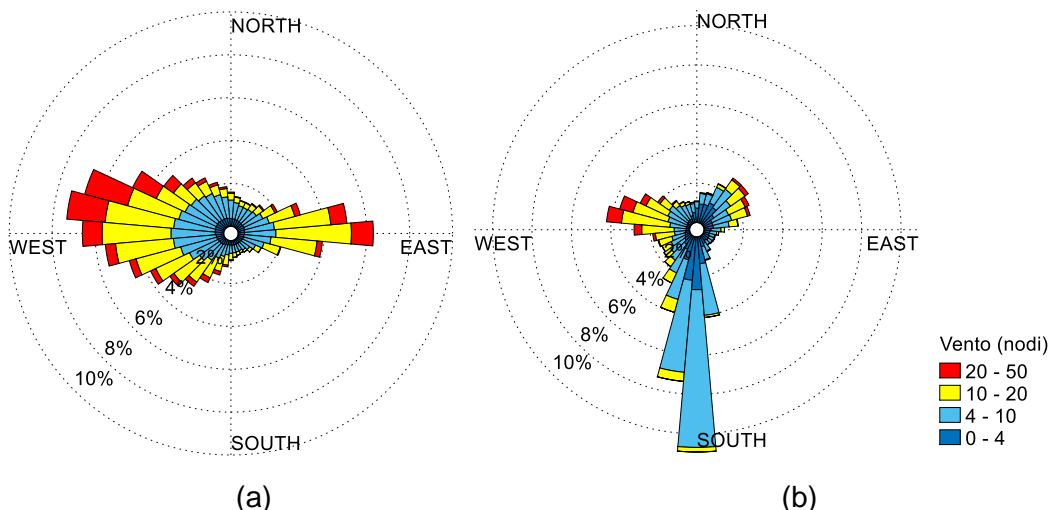


Figura 3-13. (a) Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti nel punto ERA5 al largo di Porto Torres (periodo 1940-2022). (b) Distribuzione direzionale dei venti misurati dalla stazione mareografica RMN di Porto Torres (periodo 2010-2024).

L'analisi statistica dei valori estremi di vento ha permesso di definire le velocità del vento associate a predefiniti tempi di ritorno, sia nel punto ERA5 al largo di Porto Torres che sottocosta, basandosi sulle misure della stazione mareografica.

La seguente tabella presenta i valori di velocità V_{10} ottenuti per tempo di ritorno di 100 anni, i valori sono riferiti ad una quota di +10 m sul l.m.m. e sono mediati su 10 min.

Tempo di ritorno	ERA5 al largo	Stazione mareografica RMN di Porto Torres
100 anni (omnidirezionale)	23.67 m/s	20.30 m/s

3.5.2 Moto ondoso

In Figura 3-14 è mostrato il regime di moto ondoso nel punto di ricostruzione ERA5 al largo di Porto Torres. Il diagramma mostra gli stati di mare più frequenti provengono da due settori di traversia, il primo ricadente nel IV quadrante (settore Nord-Ovest) e il secondo tra il I e il II quadrante (settore Est).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 29 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Gli stati di mare provenienti dal IV quadrante risultano sia di maggiore intensità, sia di maggiore frequenza rispetto a quelli provenienti dal I/II quadrante e pertanto il settore Nord-Ovest può essere considerato il settore di traversia principale.

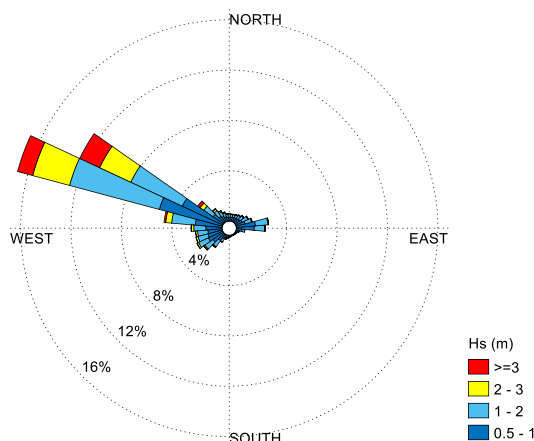


Figura 3-14 - Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso con $H_s > 0.5$ m nel punto ERA5 Porto Torres di coordinate $41.25^\circ N$, $8.50^\circ E$.

L'analisi dei valori estremi di moto ondoso al largo, opportunamente calibrati sulla base del confronto con le misure effettuate dalla boa ondometrica RON di Alghero, è riportata nella seguente Tabella 3-1.

Tabella 3-1. Valori estremi di H_s e T_p relativi ai tempi di ritorno compresi tra 2 anni, 500 anni per il Settore I, Settore II e Settore III.

Settore I			Settore II			Settore III		
Tr (anni)	Hs (m)	Tp (s)	Tr (anni)	Hs (m)	Tp (s)	Tr (anni)	Hs (m)	Tp (s)
2	7.20	10.75	2	4.05	9.87	2	3.19	6.49
5	7.89	11.06	5	4.77	10.44	5	3.63	6.76
10	8.42	11.29	10	5.32	10.84	10	3.96	6.95
15	8.73	11.41	15	5.64	11.06	15	4.15	7.06
20	8.95	11.50	20	5.87	11.21	20	4.29	7.14
25	9.11	11.57	25	6.04	11.33	25	4.40	7.19
50	9.64	11.77	50	6.59	11.67	50	4.73	7.36
100	10.17	11.97	100	7.13	12.00	100	5.06	7.53
150	10.48	12.08	150	7.45	12.18	150	5.25	7.62
250	10.86	12.22	250	7.86	12.40	250	5.50	7.73
500	11.39	12.40	500	8.40	12.69	500	5.83	7.88

Sottocosta il moto ondoso proveniente dal IV quadrante risulta schermato dall'isola dell'Asinara pertanto le condizioni più gravose di moto ondoso si presentano dal I quadrante. A seguito dell'applicazione di un modello numerico di propagazione sono state definite le condizioni di moto ondoso di progetto di seguito sintetizzate:

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 30 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Tabella 3-2 Eventi estremi sottocosta definiti all'esterno del porto industriale di Porto Torres.

Tr (anni)	Settore I (230 – 320°N)			Settore II (320 – 20°N)			Settore III (20-105°N)		
	Hs(m)	Tp(s)	Dir (°N)	Hs(m)	Tp(s)	Dir (°N)	Hs(m)	Tp(s)	Dir (°N)
2	2.1	11.4	6	2.2	11.4	13	1.8	7.3	15
10	2.5	11.4	6	2.9	11.4	13	2.2	7.3	15
50	3.0	11.4	7	3.5	11.4	12	2.7	7.3	15
100	3.15	14.2	7	3.8	11.4	12	2.8	7.3	15

Le condizioni di moto ondoso all'interno dello specchio acqueo portuale, in prossimità del punto di ormeggio, sono state definite a seguito dell'applicazione di un modello numerico di diffrazione/riflessione.

Le simulazioni sono state condotte prendendo a riferimento, per ogni settore di traversia, gli stati di mare più significativi ai fini dell'agitazione ondosa all'interno dello specchio acqueo portuale, caratterizzati da tempi di ritorno rispettivamente di 2, 10, 50 e 100 anni.

A titolo di esempio in Figura 3-15 è riportato il risultato della simulazione dello stato di mare con direzione di provenienza 15°N e periodo di 12 s, rappresentativo di stati di mare caratterizzati da tempi di ritorno di 50-100 anni.

Porto industriale di Porto Torres - Configurazione di progetto
Modello matematico VEGA : agitazione ondosa interna

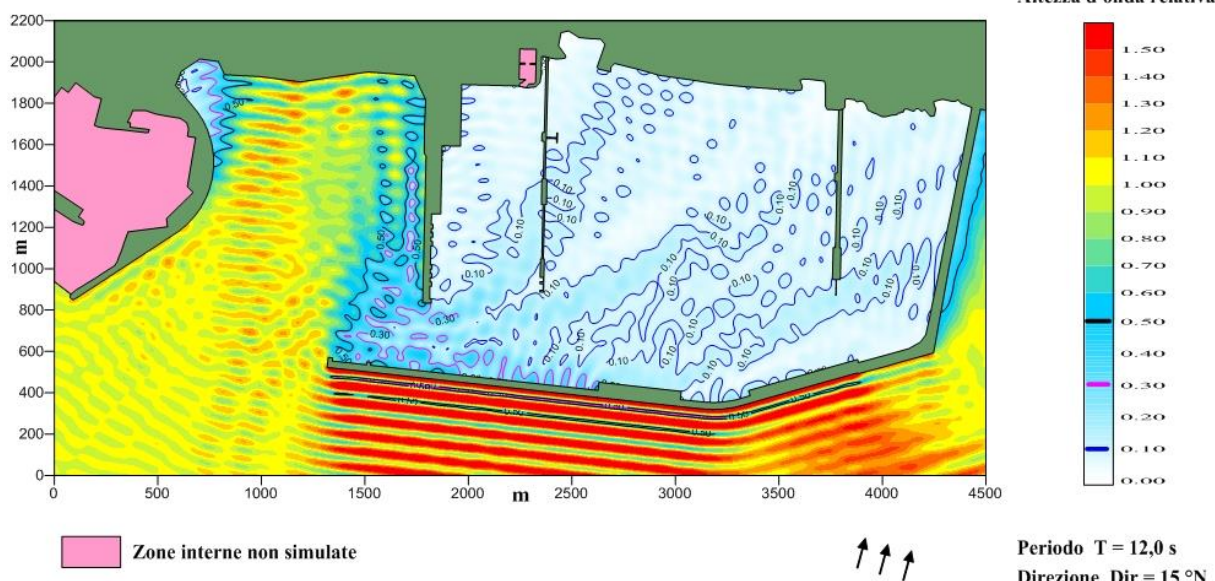


Figura 3-15. Campo di altezza d'onda relativa ottenuto per lo stato di mare da 15°N e periodo 12 s.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 31 di 84	Rev. 01



Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

I risultati delle simulazioni sono sintetizzati nella seguente Tabella 3-3.

Per stati di mare provenienti da ponente (270-320°N), che sottocosta si presentano da Nord, i valori di altezza d'onda attesi all'ormeggio sono compresi tra un minimo di 0.3 m (Tr 2 anni) e un massimo di 0.4 m (Tr 100 anni).

Per stati di mare provenienti da maestrale (320 – 20°N), che si presentano in prossimità del porto con direzione 15°N, i valori di altezza d'onda attesi all'ormeggio sono compresi tra un minimo di 0.4 m (Tr 2 anni) e un massimo di 0.6 m (Tr 100 anni).

Infine per stati mare provenienti da grecale-levante, caratterizzati da periodo inferiore a 7 secondi, i valori attesi di altezza d'onda risultano compresi tra un minimo di 0.2 m e un massimo di 0.3 m sempre in relazione ai diversi tempi di ritorno presi in esame.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 32 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Tabella 3-3. Caratteristiche del moto ondoso in corrispondenza dell'ormeggio della FSRU per stati di mare caratterizzati da tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni.

Settore di provenienza del moto ondoso al largo	Moto ondoso sottocosta all'esterno del porto		Altezza d'onda relativa (coeff. di diffrazione)	Tempo di ritorno	Altezza d'onda all'imboccatura	Altezza d'onda zona di ormeggio
	Dir	Periodo Tp				
	°N	(s)	-	(anni)	(m)	Cd × Hs (m)
I [270-320°N]	0	10-12	0.13	2	2.1	0.3
II [320-20°N]	15	10-12	0.165	2	2.2	0.4
III [20-105°N]	30	7	0.12	2	1.8	0.2
I [270-320°N]	0	10-12	0.13	10	2.5	0.3
II [320-20°N]	15	10-12	0.165	10	2.8	0.5
III [20-105°N]	30	7	0.12	10	2.2	0.3
I [270-320°N]	0	10-12	0.13	50	3.0	0.4
II [320-20°N]	15	10-12	0.165	50	3.5	0.6
III [20-105°N]	30	7	0.12	50	2.6	0.3
I [270-320°N]	0	12	0.13	100	3.2	0.4
II [320-20°N]	15	10-12	0.165	100	3.8	0.6
III [20-105°N]	30	7	0.12	100	2.8	0.3

Nell'ambito del presente studio è stata inoltre effettuata una stima preliminare delle onde di lungo periodo (Bound-long waves, BLW) "legate" agli stati di mare estremi di breve periodo generati dal vento, che sono risultate di modesta entità e pertanto poco rilevanti per la nave all'ormeggio. Nelle successive fasi di progettazione questo aspetto verrà comunque ulteriormente approfondito.

3.5.3 Variazioni del livello marino

Analizzando le misure di livello effettuate dalla stazione mareografica RMN di Porto Torres sono stati definiti i livelli caratteristici di marea astronomica e i valori estremi del sovrizzo meteorologico in relazione a predefiniti tempi di ritorno riportati nella seguente Tabella 3-4.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 33 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Tabella 3-4. Livelli caratteristici della marea astronomica e valori estremi del sovrizzo meteorologico per la stazione mareografica RMN di Porto Torres.

	Zero - Idrometrico (m)	L.M.M. (m)	Tr (anni)	Livello (m)
HAT	0.41	0.22	2	0.54
MHWS	0.32	0.13	5	0.59
MHWN	0.28	0.09	10	0.62
MSL	0.19	0.00	15	0.64
MLWN	0.11	-0.08	20	0.66
MLWS	0.05	-0.14	25	0.67
LAT	-0.05	-0.24	50	0.70
			100	0.74
			250	0.78

Le previsioni della variazione del livello marino (sea level rise) che potrebbe registrarsi per il sito di Porto Torres entro la fine di questo secolo (2100) fornita dall'IPCC nel 2021 (AR6) è molto ampia essendo compresa tra un minimo di circa 38 cm (4.1 mm/anno) ad un massimo di circa 77 cm (7.2 ÷ 12.1 mm/anno).

Prendendo a riferimento lo scenario intermedio (SSP2-4.5) si può ipotizzare per il 2100 un incremento massimo del livello marino pari a poco più di mezzo metro. Per una previsione a breve termine (25 anni), è possibile ipotizzare un innalzamento del livello medio di 0.15 m.

3.5.4 Regime delle correnti

Il regime delle correnti all'interno del porto può considerarsi di esigua entità pertanto, ai fini del presente studio, se ne omette l'analisi.

3.5.5 Valutazione della tracimazione

Il nuovo terminale prevede la realizzazione di una nuova banchina di ormeggio per la nave FSRU ubicata a ridosso della diga foranea di sopraflutto del porto industriale di Porto Torres.

La diga foranea esistente protegge efficacemente la zona di ormeggio dal moto ondoso prevalente proveniente dal I° quadrante ma può essere soggetta a fenomeni di tracimazione in occasione di stati di mare estremi.

La diga foranea a parete verticale è costituita da cassoni cellulari con coronamento di calcestruzzo sul quale è presente un muro paraonde che presenta una quota sommitale di +7.35 m sul l.m.m..

Per valutare le portate e i volumi di tracimazione si è fatto riferimento alle procedure di calcolo per opere a parete verticale contenute nel manuale EuroTop 2018.

Per mareggiate aventi un tempo di ritorno di 2 anni, la tracimazione della diga foranea è risultata praticamente nulla.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 34 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Per stati di mare con tempo di ritorno 10 anni si è ottenuta una portata di tracimazione di media entità, pari a circa 0.15 l/s/m con un volume massimo di tracimazione di circa 400 litri per metro, tali valori sono al limite per la sicurezza delle persone presenti a tergo del muro.

Per stati di mare estremi con Tr 50 anni la tracimazione è più significativa, con portate comprese tra circa $5 < q_m < 6$ l/s/m). In tali circostanze è stato stimato un volume massimo di tracimazione, associato ad una singola onda, pari a circa 13.800 litri per metro. La tracimazione si riduce in modo esponenziale dietro al muro paraonde, già a 10 m risulta ridotta del 95% e a 20 metri è praticamente nulla.

3.6 Dati geotecnici

Dati geotecnici specifici saranno disponibili solo a valle delle indagini previste.

Attualmente esistono dati geologici e geotecnici per l'area portuale di Porto Torres, che provengono dai documenti di riferimento di seguito elencati:

- Report sulla campagna geognostica eseguita nei mesi di Novembre e Dicembre 2022 dalla società CDS Marine S.r.l. & CDS (CDS Marine S.r.l. & CDS "Porto industriale di Porto Torres (SS) _ progetto di approvvigionamento di gas naturale attraverso una unità di stoccaggio e rigassificazione di gas naturale liquefatto, molo carbonifero _ banchina E-ON / Indagine Geognostica e prove di laboratorio" Rev.2) (dettagli in Sezione 3.5.1);
- Relazione di Collaudo Pontile Solidi (per dettagli consultare Sezione 3.5.2);
- Dal profilo geognostico eseguito nel 1971 lungo il Pontile solidi (per dettagli consultare Sezione 3.5.3);



Figura 3-16 Mappa del porto commerciale di Porto Torres

I dati di dettaglio disponibili fanno riferimento ad indagini e campionamenti svolti all'interno del porto ma non nell'area precisa di interesse per il progetto.

Pertanto l'individuazione delle soluzioni più idonee per le facilities a mare oggetto di questa relazione e l'ottimizzazione delle stesse, sono subordinate a scelte progettuali, ma anche a caratteristiche geomorfologiche e ambientali della zona interessata dal progetto.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 35 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Per queste ragioni, studi più approfonditi di fattibilità e design dovranno essere eseguiti sulla base dei risultati ottenuti da apposite campagne di indagine, tra le quali quelle geotecniche, geofisiche e ambientali.

Le stratigrafie riportate nelle sezioni successive sono da intendersi come non esaustive in quanto non permettono l'esecuzione di analisi di dettaglio.

Tutte le sezioni stratigrafiche attualmente disponibili mettono in luce un aspetto che deve essere meglio analizzato nelle successive fasi di progetto, ovvero la presenza, ad una decina di metri al di sotto del fondale marino, di strati di calcarenite caratterizzati da resistenza variabile. Indagini in-situ e campionamenti ad hoc sono dunque consigliati al fine di individuare soluzioni efficaci e ridurre incertezze progettuali.

3.6.1 Dati geologici tratti dalla Relazione sulla campagna geognostica eseguita nel 2022

Le perforazioni eseguite hanno riscontrato, al di sotto di un esiguo spessore di depositi granulari recenti ed attuali ad alto contenuto algale (Unità A), la presenza di termini calcarenitici alterati (Unità B) e litoidi (Unità F) alternati a livelli sabbiosi più o meno cementati (Unità C - E) e a uno strato di limi sabbiosi grigi (Unità D).

Come si può osservare dalle sezioni allegate al documento (CDS Marine S.r.l. & CDS "Porto industriale di Porto Torres (SS) _ progetto di approvvigionamento di gas naturale attraverso una unità di stoccaggio e rigassificazione di gas naturale liquefatto, molo carbonifero _ banchina E-ON / Indagine Geognostica e prove di laboratorio" Rev.2), la giacitura degli strati tende a mantenersi in linea generale sub-orizzontale, ad eccezion fatta per l'unità C, il cui letto mostra una lieve immersione.

3.6.2 Dati geologici tratti dalla Relazione di collaudo Pontile Solidi

Il profilo stratigrafico presentato in Tabella 3-5 è stato ricostruito durante i lavori di ampliamento della banchina n. 2 del porto industriale. In particolare, la profondità d'acqua in tale area è stata considerata pari a 13.6 m e si è evidenziata la presenza di calcareniti al di sotto di uno strato superficiale di sabbie fini, dallo spessore caratteristico di 10.6 m.

Tabella 3-5 Profilo stratigrafico.

Profondità (m bsf*)		Descrizione
Da	A	
0.0	10.6	Sabbie fini
10.6	NI**	Calcarenite



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 36 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

3.6.3 Dati Geologici Tratti dal Profilo Geognostico

Un profilo geognostico del 1971 conservato presso la Capitaneria di Porto di Porto Torres riporta la stratigrafia con precisione decimetrica in corrispondenza di ogni fila di pali del pontile solidi per tutta la sua lunghezza.



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 37 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4 DESCRIZIONE GENERALE DEL TERMINALE

4.1 Descrizione del terminale

Il nuovo Terminale prevede l'attracco permanente di una unità di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU) ad una nuova banchina aggettante dalla diga foranea nel Porto industriale di Porto Torres e dei servizi d'impiantistica di supporto logistico e controllo della banchina stessa.

L'impianto di stoccaggio e rigassificazione sarà installato a bordo della FSRU e prevede i seguenti sistemi:

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera spola alla FSRU
- Sistema di stoccaggio GNL, con capacità nominale di 140.000 m³
- Sistema di pompaggio e rigassificazione
- Sistema di gestione del BOG
- Sistema acqua mare/acqua glicole
- Sistemi ausiliari

La FSRU è allestita con tutti i sistemi di controllo, sicurezza ed antincendio.

L'impianto di ricezione banchina è costituito dai seguenti sistemi principali:

- Sistema di trasferimento del fluido dalla FSRU alla banchina attraverso dei bracci di scarico per l'invio del gas nella rete di distribuzione
- Locale elettro-strumentale per il controllo dei sistemi in banchina alimentato da un cavo di media tensione proveniente da una cabina di distribuzione posizionata sul Molo di Levante.
- Sistema antincendio costituito da due package cabinati all'interno del quale si trovano due motopompa diesel per garantire un sistema indipendente alla banchina; tale sistema alimenta un set di monitori e una cortina d'acqua collocati in maniera simmetrica rispetto ai bracci di scarico.
- Sistema ormeggio assicurato da ganci a scocco posizionati lungo la nuova banchina a cassoni

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 38 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

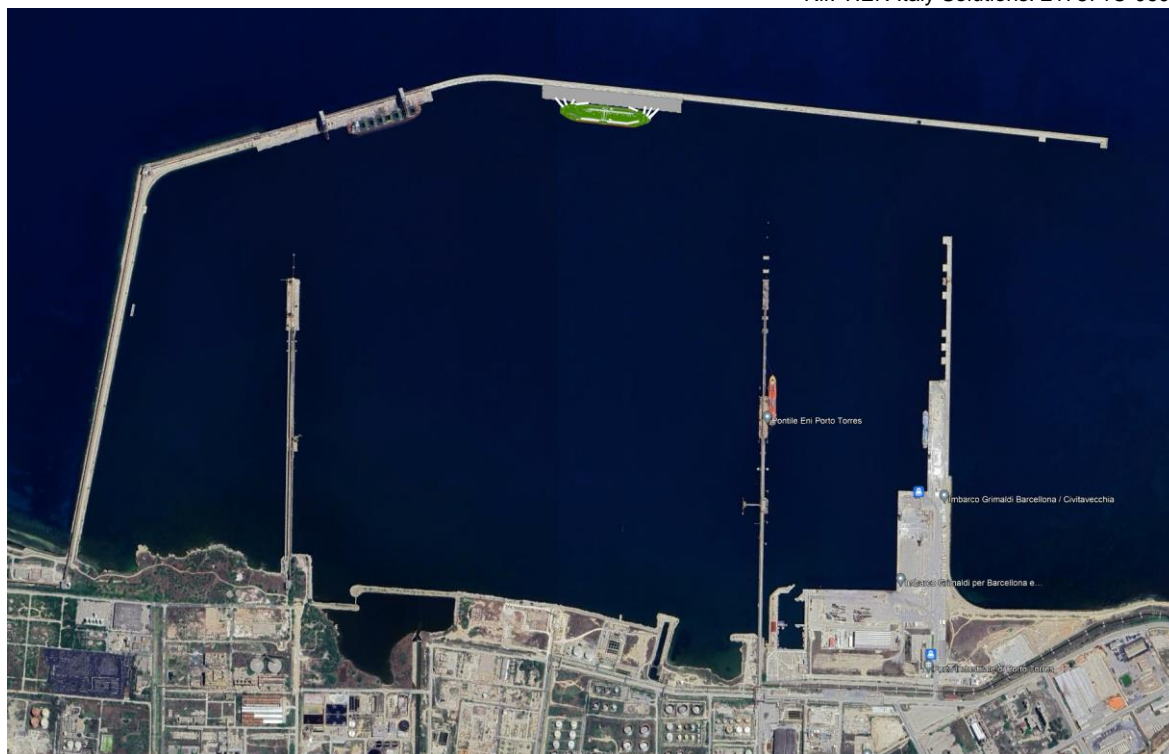


Figura 4-1 Area Generale dell'intervento

4.2 Layout e Battery limit del Terminale

L'area di impianto, delimitata da recinzione, coinciderà con la struttura della nuova banchina a cassoni e prevederà un primo punto d'ingresso principale dal lato est lungo la via di collegamento esistente della diga foranea.

L'accesso avverrà con lettore automatico di badge, sia per l'apertura del cancello carraio sia per il tornello pedonale e sarà dotato di guardiania per il controllo degli accessi e la gestione dei visitatori; a tergo della guardiania sarà realizzato un parcheggio automobili destinato all'uso promiscuo visitatori e operatori.

Un secondo punto di controllo accesso all'area FSRU in banchina per personale SRG verrà predisposto dal lato opposto della nuova banchina a cassoni, in prossimità delle pompe antincendio. Saranno inoltre predisposte lungo la recinzione degli accessi carrabili destinati ai mezzi di emergenza e manutenzione.

La FSRU sarà ormeggiata lungo la nuova banchina attraverso dei respingenti distribuiti lungo il fianco piatto in corrispondenza dei cassoni; le linee di ormeggio confluiranno su ganci a scocco doppi o tripli.

L'accesso alla FSRU dalla banchina sarà garantita dalla presenza di tre scalandroni a torretta equi-spaziati, nelle zone prodiera, mezzana e poppiera della nave.

L'area dei bracci di scarico sarà collocata in zona di mezzana in corrispondenza del collettore di alta pressione della nave; il locale elettro-strumentale con le eventuali postazioni per gli operatori saranno collocati in prossimità dell'ingresso principale e protetto con dei muri anti-fuoco ed anti-esplosione.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 39 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

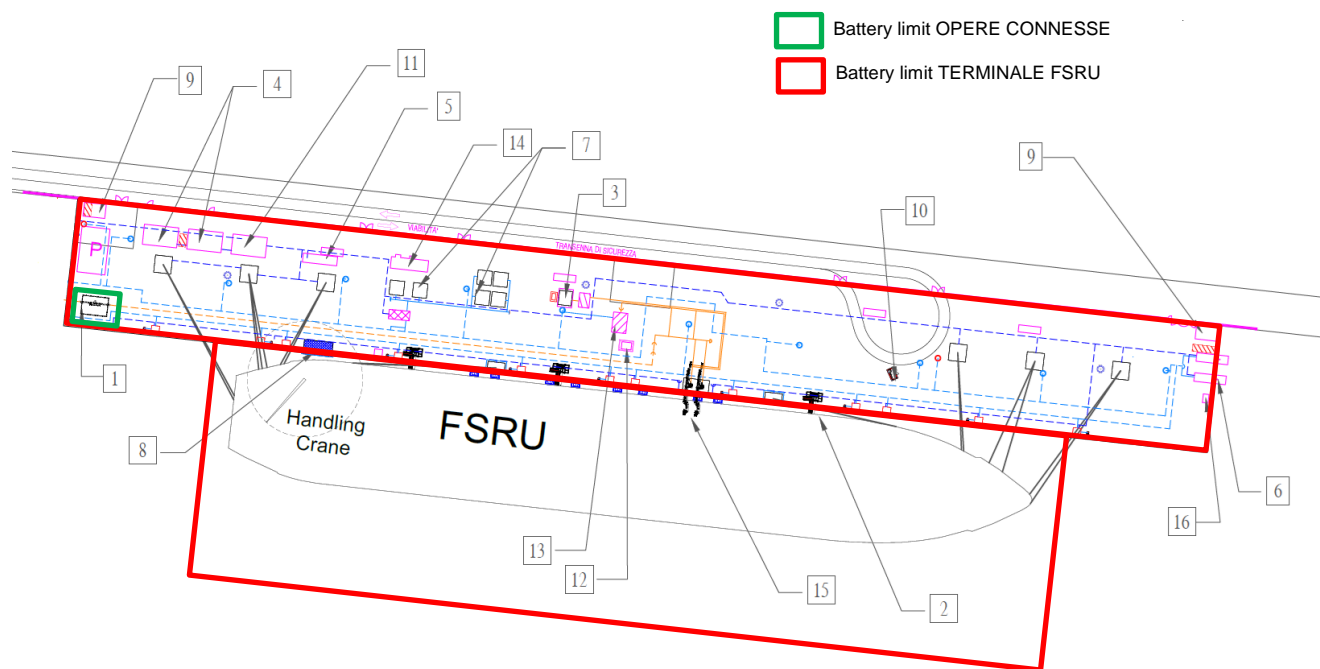


Figura 4-2 Layout e Battery Limit del Terminale

ELENCO EDIFICI/APPARECCHIATURE

- 1) Punto intercettazione di linea (PIL)
- 2) Scala accesso/uscita FSRU
- 3) Sistema sfiato in banchina e serbatoio raccolta drenaggi
- 4) Cabine containerizzate modulari per quadri elettrici e controllo dei sistemi in banchina
- 5) Area generatore e serbatoio diesel
- 6) Cabinati pompe antincendio
- 7) Serbatoio riserva idrica (50m³) e pompa jockey
- 8) Struttura carico/scarico gru da FSRU
- 9) Guardiola
- 10) Cabinato comando monitori antincendio
- 11) Container MT/BT (terza parte)
- 12) Avvolgitore manichette per scarico fluidi reflui da FSRU a banchina
- 13) Skid generazione azoto
- 14) Serbatoio gasolio
- 15) Bracci di carico/scarico gas FSRU
- 16) Skid iniezione ipoclorito

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 40 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

I battery limits del terminale sono rappresentati:

- Punto di controllo accesso per personale Snam Rete Gas
- Limite di connessione ship to ship tra FSRU e la nave spola metaniera
- Limite punto d'intercetto linea

4.3 Caratteristiche dimensionali della FSRU

I dati relativi alla FSRU assunte per questa fase di Ingegneria di Base sono indicati in Tabella 4.1.

Tabella 4-1 Dimensioni FSRU

FSRU		
Capacità nominale	m ³	140,000
Lunghezza	m	292
Larghezza	m	43

4.4 Caratteristiche del GNL

Il gas naturale è una miscela costituita prevalentemente da metano, azoto e altri idrocarburi.

Per consentire il trasporto sulle navi metaniera il gas deve essere sottoposto al processo di liquefazione, portandolo ad una temperatura di (meno) -162 °C a pressione atmosferica: così si ottiene il GNL.

Le composizioni di GNL di seguito riportate in Tabella 4-2 sono state considerate per la qualità del GNL consegnato al terminale e l'elaborazione dei Bilanci di Materia ed Energia.

Tabella 4-2 Composizioni GNL in arrivo al terminale

GNL Leggero	
Componenti	mol %
Metano	91,071%
Etano	7,551%
Propano	0,764%
Iso-Butano	0,005%
Norm-Butano	0,001%
Iso-Pentano	0,000%
Norm-Pentano	0,000%
Esano +	0,000%
Azoto	0,608%
Caratteristiche	Valori
Densità	448,75 kg/m ³
Potere Calorifico Superiore	40.149 MJ/Sm ³ 9589 kcal/Sm ³
Indice di Wobbe	51,76 MJ/Sm ³ 12363 kcal/Sm ³

GNL pesante	
Componenti	mol %
Metano	88,172%
Etano	8,473%
Propano	1.892%
Iso-Butano	0,257%
Norm-Butano	0,361%
Iso-Pentano	0,005%
Norm-Pentano	0,000%
Esano +	0,000%
Azoto	0,840%
Caratteristiche	Valori
Densità	462,54 kg/m ³
Potere Calorifico Superiore	41,488 MJ/Sm ³ 9909 kcal/Sm ³
Indice di Wobbe	52,387 MJ/Sm ³ 12512 kcal/Sm ³

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 41 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4.5 Qualità del Gas Naturale

4.5.1 Specifiche di qualità del gas da immettere in rete

La Qualità del Gas Naturale immesso in rete da parte della FSRU dovrà soddisfare le specifiche riportate nell'Allegato 11/A Par. 4 del Codice di Rete SNAM. Nelle tabelle seguenti sono riportati alcuni valori di riferimento della composizione del GN.

Componenti	Valori accettabili	Unità di Misura
Metano	(*)	% mol
Etano	(*)	% mol
Propane	(*)	% mol
Iso-Butano	(*)	% mol
Norm-Butano	(*)	% mol
Esano +	(*)	% mol
Azoto (N ₂)	(*)	% mol
Ossigeno (O ₂)	≤ 0,6	% mol
Diossido di Carbonio	≤ 2,5	% mol

Tabella 4-3 Componenti GN

(*) per queste componenti i valori accettabili sono intrinsecamente legati al range accettabile dell'indice Wobbe

4.5.2 Componenti in Tracce

Componenti	Valori accettabili	Unità di Misura
Solfuro d'idrogeno	≤ 5	mg/Sm ³
Zolfo da Mercaptani (*)	≤ 6	mg/Sm ³
Zolfo Totale (*)	≤ 20	mg/Sm ³

Tabella 4-4 Componenti in tracce

(*) Eccetto lo zolfo usato come odorizzante



4.5.3 Proprietà Fisiche

Proprietà	Valori accettabili	Unità di Misura	Condizioni
Potere Calorifico Superiore	34,95 ÷ 45,28	MJ/Sm ³	
Indice di Wobbe	47,31 ÷ 52,33	MJ/Sm ³	
Densità relativa	0,555 ÷ 0,700		
Punto di rugiada dell'acqua	≤ - 5	°C	At the relative pressure of 7000 kPa
Punto di rugiada degli idrocarburi	≤ 0	°C	In the relative pressure range 100 ÷ 7000 kPa
Temperatura massima	< 50	°C	
Temperatura minima	> 3	°C	

Tabella 4-5 Proprietà Fisiche

Il Terminale sarà in grado di garantire le seguenti pressioni del gas naturale in uscita:

- Una pressione massima di 75 barg
- Una pressione minima da garantire alla rete di 40 barg
- Una pressione normale operativa di 55/60 barg.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 42 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4.6 Funzionamento del Terminale

Il Terminale sarà in grado di realizzare le seguenti operazioni:

- Servizio di rigassificazione
- Servizio di rigassificazione + carico GNL da Shuttle Carrier
- Modalità di stand by (Nessun servizio di rigassificazione)

Il Terminale, tramite il sistema di trasferimento GNL, sarà approvvigionato da navi metaniere spola di capacità di stoccaggio variabile.

Il GNL all'interno dei serbatoi sarà inviato mediante le pompe in-tank al collettore principale, che a sua volta alimenta i diversi servizi previsti nel Terminale (i.e. rigassificazione).

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL, che avverrà attraverso un fluido intermedio di acqua e glicole.

Durante il Servizio di rigassificazione, il GNL presente nei serbatoi viene inviato alle pompe di alta pressione attraverso il Ricondensatore. Ciascuna pompa di alta pressione invia il GNL al proprio vaporizzatore. Il Gas naturale ad alta pressione viene poi inviato in rete attraverso i bracci di scarico.

Il Servizio di rigassificazione può lavorare alternativamente in parallelo con il carico GNL da Shuttle Carrier.

Durante la fase di carico GNL da Shuttle Carrier, il GNL è pompato dalle pompe presenti a bordo della nave verso i serbatoi GNL dell'FSRU. Una portata di BOG viene inviato alla metaniera per compensare il volume di GNL inviato ai serbatoi.

Durante la Condizione di Stand-By non sarà inviato gas naturale in rete e quindi i treni di vaporizzazione non saranno attivi. Le pompe in-tank di bassa portata rimarranno attive per garantire il ricircolo del GNL nelle condotte per il mantenimento del freddo all'interno dell'impianto.

Il BOG generato nelle diverse configurazioni di operazione verrà gestito, una volta compresso nei compressori BOG in primis per mantenere l'operatività del Ricondensatore: in caso di eccesso il BOG viene utilizzato prioritariamente per la produzione di energia a bordo della FSRU.

4.7 Vita di Progetto e Operatività del Terminale

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

4.8 Sistemi di scarico GNL da nave metaniera

Le operazioni di scarico GNL da nave metaniera avverranno nella configurazione ship-to-ship tramite la connessione di quattro (4) manichette flessibili per il GNL ed una (1) per i vapori di ritorno. Il sistema è dotato di una linea dedicata di ritorno vapori alla nave metaniera per compensare lo svuotamento dei serbatoi della nave metaniera stessa. Durante le operazioni di scarico GNL, la temperatura dei vapori è monitorata per evitare di far rientrare sulla metaniera

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 43 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

un gas fuori specifica: la regolazione della temperatura viene eseguita tramite l'attemperatore, attivato se la temperatura dei vapori è superiore a $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$; l'apparecchiatura inietta GNL (prelevato dalla linea di trasferimento GNL) controcorrente al flusso di vapore verso la metaniera ed è presente anche un K.O. Drum a valle dell'attemperatore che evita i trascinamenti di liquido. Le navi metaniere che riforniranno la FSRU avranno generalmente caratteristiche dimensionali ridotte o similari rispetto alla nave FSRU, variabili in funzione degli accordi commerciali che saranno stipulati ma comunque in linea con i limiti imposti dall'Autorità Portuale del porto di Porto Torres. Per ciascuna taglia di nave metaniera in scarica sono state assunte specifiche portate di trasferimento per le pompe dei serbatoi di GNL a bordo della nave metaniera:

- navi da 7.500 m³, portata operativa di 900 m³/h, tempo di scarica circa 8,3 ore;
- navi da 30.000 m³, portata operativa di 2.400 m³/h, tempo di scarica circa 12,5 ore;
- navi da 130.000 m³, portata operativa di 7.500 m³/h, tempo di scarica circa 17,3 ore.

Lungo le linee di trasferimento del GNL sono presenti dei misuratori di pressione e temperatura, oltre a un banco di analisi, necessari a valutare le caratteristiche del GNL in ingresso ai serbatoi. Le linee di caricamento sono posizionate sul ponte principale della nave FSRU, e pertanto in ambiente completamente aperto.

4.9 Serbatoi GNL

La FSRU sarà dotata di 4 serbatoi a membrana di uguale capacità, che daranno una capacità totale di stoccaggio di 140 000 m³ ed avranno una pressione operativa di 0.2 barg.

I serbatoi sono equipaggiati con strumentazione per il monitoraggio di pressione e livello. La pressione è alimentata al sistema di controllo dei compressori, che hanno il compito di mantenere adeguata la pressione nel circuito BOG ed ai serbatoi.

Gli indicatori di livello danno anche gli allarmi di basso e bassissimo livello, nonché di alto livello. Questi segnali potranno essere inseriti in una logica che attiverà il trasferimento da un serbatoio all'altro. In questa fase di dettaglio, i segnali azionano il process shut-down della sezione serbatoi.

La strumentazione necessaria per il monitoraggio del GNL all'interno dei serbatoi (TGS: Tank Gauging System) verrà sviluppata ed inclusa in fasi successive dell'ingegneria.

Dai serbatoi di stoccaggio, il GNL sarà inviato al collettore GNL principale.

4.9.1 Pompe In-Tank

Le pompe in-tank sono pompe centrifughe a giri fissi dimensionate per garantire le portate previste per la massima mandata in rete. Le pompe dovranno avere un sistema di protezione della bassa portata con linee di minimo ricircolo.

Le pompe di bassa portata sono utilizzate anche per le operazioni di ricircolo di GNL in caso di stand-by dell'impianto per il mantenimento del freddo e ricircolo di GNL ai serbatoi per evitare stratificazione.

4.10 Gestione del BOG

La compressione del BOG considera 3 compressori volumetrici, operanti a step di capacità. Gli step del compressore possono essere controllati manualmente o direttamente dal DCS per mantenere la pressione ai serbatoi.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 44 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Il BOG viene inviato attraverso il collettore BOG, all'Attemperatore, che ha il compito di mantenere adeguata la temperatura del gas in uscita dal KO Drum del Compressore BOG, iniettando GNL proveniente dal collettore GNL. Il KO Drum ha il compito di eliminare possibili tracce di liquido dal gas

Il KO Drum è equipaggiato con indicatori ed allarmi di livello e può essere drenato manualmente al Serbatoio Drenaggi.

Due compressori possono essere operativi allo stesso momento ed un terzo è sempre rimane spare. Uno dei due compressori in funzione ha modalità "lead", mentre l'altro è in modalità "lag".

A bordo della FSRU la gestione del BOG è effettuata seguendo la priorità di:

1. Funzionamento del Ricondensatore
2. Alimentazione del Sistema di Generazione Elettrica

4.10.1 Ricondensatore

Nel ricondensatore viene messo in contatto il BOG con il GNL per permetterne la ricondensazione e consentire l'alimentazione delle pompe di alta pressione: il ricondensatore serve inoltre da inventario prima delle pompe di alta pressione.

Una linea GNL permetterà il by-pass del ricondensatore nel caso in cui la portata di GNL sarà superiore alla capacità dell'apparecchiatura, inviando il fluido direttamente ai treni delle pompe di alta pressione. Al fine di garantire un'adeguata prevalenza di aspirazione alle pompe di alta pressione è necessario mantenere al ricondensatore una pressione minima di 5/6 bara: a tal fine si utilizzerà come gas di tenuta (Padding Gas) il gas naturale preso da una linea dedicata a valle dei vaporizzatori.

4.10.2 Alimentazione del Sistema di Generazione Elettrica

L'eccesso di BOG non assorbito dal ricondensatore è utilizzato per soddisfare la richiesta di alimentazione di fuel da parte del Sistema di Generazione Elettrica a Bordo della FSRU.

4.11 Sistema di pompaggio GNL, rigassificazione e invio alla rete di GN

4.11.1 Pompe di Alta Pressione

Ciascuna pompa di alta pressione è accoppiata ad un vaporizzatore, insieme costituiscono un treno di vaporizzazione. I treni possono lavorare in parallelo per gestire la domanda di rete. Il numero dei treni previsto in questa fase del progetto è quattro, tre operativi ed uno spare: tale configurazione dovrà essere confermata durante le fasi successive di ingegneria.

Le pompe hanno delle linee di ricircolo del GNL al ricondensatore per garantire la portata minima alle pompe se la domanda di rete fosse troppo bassa. Il GNL può anche essere ricircolato ai serbatoi GNL attraverso il collettore GNL.

Le pompe di alta pressione garantiscono la pressione e la portata richiesta dalla rete. Il sistema di controllo delle pompe è in grado di gestire la regolazione della pressione o della portata da erogare, attraverso una logica che acquisisce il segnale di portata a valle dei vaporizzatori e la pressione ai bracci di collegamento alla banchina. Il sistema di controllo funzionerà in modalità Controllo in Portata con Override in Pressione.

L'operatore selezionerà il set-point sulla base delle richieste di portata gas naturale dalle utenze. L'operatore imposterà un valore minimo ed un massimo valore di pressione ammissibili per l'invio in rete.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 45 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4.11.2 Vaporizzatori

La FSRU sarà dotata di 4 treni di vaporizzazione, ognuno dei quali avrà come principali apparecchiature 1 pompa ad alta pressione, 1 BOG cooler, 1 vaporizzatore di GNL e 1 ulteriore scambiatore (trim heater).

Ciascuno dei treni o skid di vaporizzazione avrà una potenzialità di circa

170.000 Sm³/h; la capacità minima sarà pari a circa 17.000 Sm³/h @15°C.

La tipologia dei vaporizzatori sarà a fascio tubiero, con LNG lato tubi. Il fluido riscaldante per lo scambio termico sarà una miscela acqua di mare/glicole (fluido intermedio).

La miscela acqua di mare/glicole alimentata dalle pompe glicole a circa 5 barg. Il GNL sarà alimentato dalle pompe ad alta pressione, ad una temperatura di circa -150°C e a circa 206 barg. Il GN uscirà dai vaporizzatori a circa 10°C.

Il circuito del glicole è un circuito chiuso (uno per ogni treno di rigassificazione): il glicole viene riscaldato mediante uno scambiatore a piastre utilizzando l'acqua di mare come fluido di scambio termico, quindi inviato tramite una pompa per il glicole prima al trim heater e poi al vaporizzatore, per passare infine nel serbatoio di espansione e quindi ricominciare il ciclo con la fase di riscaldamento.

La presa dell'acqua di mare necessaria alla vaporizzazione avviene tramite tre pompe di sollevamento più una spare: si assume che almeno due pompe devono essere in servizio per il funzionamento di uno skid di rigassificazione. Per rimuovere impurezze dall'acqua di mare, sono installati filtri per ciascuna pompa.

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

Caratteristiche delle pompe acqua mare:

- portata di 4.350 m³/h;
- pressione di mandata 5 barg.

I dettagli sulla selezione e valutazione della tipologia di vaporizzatori sono contenute nel documento Doc. No. 001-GA-E-08006_01 - *Relazione Tecnica di Selezione Tipologia di Vaporizzatore*, allegato alla documentazione di progetto.

4.11.3 Mandata alla Rete di Trasporto

Il Gas Naturale in uscita dai Vaporizzatori sarà sottoposto a misura non fiscale prima di essere inviato alle utenze.

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

Due bracci di scarico garantiranno il trasferimento del gas naturale dalla FSRU alla linea 20" verso la rete di trasporto.

4.12 Sistema di Depressurizzazione e Sfiato di Emergenza

La depressurizzazione è richiesta in caso di messa fuori servizio controllato di parti di impianto o nel caso di emergenza al fine di mettere in sicurezza l'impianto, rimuovendo idrocarburi da parti di impianto eventualmente coinvolte da incidente.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 46 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Saranno previsti sulla FSRU cinque Sfiati di Emergenza, quattro costituiti dalle quattro PSV dei serbatoi di GNL e uno dedicato alla sezione di rigassificazione.

La banchina sarà dotata di un sistema di depressurizzazione indipendente costituito da un collettore di diametro 10" che convoglierà il fluido su un sistema di sfiato dotato di serbatoio di raccolta drenaggi, antincendio a CO2 e flussaggio in continuo tramite azoto.

4.13 Sottoservizi

4.13.1 Aria Compressa

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

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

4.13.2 Azoto

La FSRU sarà equipaggiata con due generatori di azoto, installati all'interno della sala macchine, e con un ricevitore da 22 m³. L'azoto gassoso prodotto a bordo verrà utilizzato per i seguenti scopi:

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

In banchina l'azoto sarà prodotto mediante uno skid dedicato e sarà utilizzato principalmente per la movimentazione delle valvole, per il flussaggio continuo dello sfiato di banchina.

4.13.3 Sistema Anti-vegetativo

Si prevede l'iniezione di ipoclorito per prevenire la crescita marina nel sistema idrico acqua mare al fine di ottemperare ai requisiti dell'Autorità (D.Lgs. 152/06) ai limiti di batteria stabiliti. Sarà previsto un sistema continuo di misurazione del contenuto di cloro allo scarico dell'acqua di mare, dotato di allarme per un alto contenuto di ipoclorito oltre il limite.

Il sistema installato per l'iniezione di ipoclorito prevederà la possibilità di:

- Iniezione continua all'alimentazione dell'acqua di mare: da 1 a 2 ppm come Cl₂

4.14 Sistema di ormeggio della FSRU

È stato svolto uno studio di ormeggio permanente della nave FSRU ormeggiata alla banchina e del sistema di ormeggio temporaneo delle navi spola da 130.000 m³, 30.000 m³, 7.500 m³ alla FSRU durante le operazioni di carico.

Le analisi sono state condotte con l'obiettivo di:

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 47 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Definire un layout di ormeggio che garantisca la massima operabilità del terminale, limitando lo stand-by-meteo.
- Dimensionare l'ormeggio.
- Definire le soglie operative massime per consentire l'esercizio del terminale in sicurezza.

Le analisi di ormeggio sono state effettuate considerando due condizioni in cui la FSRU potrà trovarsi durante la vita operativa:

- Condizione di sopravvivenza (Survival) – FSRU ormeggiata alla banchina senza la presenza della metaniera.
- Condizione operativa (Operating) – FSRU ormeggiata alla banchina, metaniera ormeggiata fianco a fianco.

Nel caso Survival (caso dimensionante) sono state eseguite ulteriori simulazioni per considerare il caso che si perda completamente una linea di ormeggio.

Per il caso sola FSRU è stato studiato un ormeggio a diciassette linee composto come segue:

- Due (2) cime di prua alla lunga.
- Quattro (4) traversini di prua.
- Quattro (4) spring.
- Cinque (5) traversini di poppa.
- Due (2) cime di poppa alla lunga (su briccola).

4.15 Manovrabilità delle metaniere

È stata verificata la presenza di condizioni adeguate allo svolgimento delle operazioni di arrivo, ormeggio, disormeggio, trasferimento del GNL e partenza delle navi gasiere dal Terminale e sono stati valutati:

- l'adeguatezza delle profondità dei fondali in corrispondenza dell'area indenticata per l'ormeggio della FSRU e delle navi gasiere;
- la larghezza del canale di accesso;
- le possibili manovre di ingresso, accosto ed ormeggio delle navi in arrivo al Terminale verificando la conformità con le indicazioni contenute nelle principali ordinanze vigenti per il porto di Porto Torres;
- il numero minimo di rimorchiatori necessario per lo svolgimento delle manovre sulla base delle Ordinanze attualmente in vigore nell'area di interesse.

4.16 Sistema di generazione FSRU e alimentazione Terminale

La FSRU sarà dotata dei seguenti sistemi di generazione di energia:

- Tre generatori bifuel (a doppia alimentazione, alimentati a gas naturale e a Marine Diesel Oil) da circa 5,5 MW che azioneranno generatori a 60 Hz. Riguardo l'utilizzo di Marine Diesel Oil, normalmente questo combustibile viene utilizzato unicamente in fase di

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 48 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

avviamento dei motori e in minima percentuale durante la combustione del gas naturale. I generatori possono essere commutati da un carburante all'altro durante il funzionamento senza alcuna interruzione dell'alimentazione

- Due generatori azionati da turbine a vapore da 6,6 kV da 3200 kW/ 4000 kVA ciascuno
- Due generatori diesel da 6,6 kV da 1600 kW ciascuno
- Un generatore diesel di emergenza da 440 V da 500 kW / 625 kVA

Una volta ormeggiata permanentemente nella sua posizione definitiva a Porto Torres, la FSRU non necessiterà di un sistema di propulsione. Pertanto, il sistema di propulsione verrà messo in disarmo dopo l'arrivo sul sito.

In condizioni operative di emergenza (interruzione dell'alimentazione con cavo MT dedicato e contemporaneo fuori servizio del generatore di emergenza posto in banchina) il Terminale potrà essere alimentato per le utenze essenziali dalla FSRU.

4.16.1 Banchina

Il sistema di generazione principale della banchina sarà costituito da un arrivo linea da cabina del gestore di energia elettrica con potenza 1,5 MW e tensione 15 kV, situata sul Molo di Levante ed un trasformatore MT/BT per l'alimentazione del quadro principale di banchina (situato nel locale elettro-strumentale) e, conseguentemente, di tutte le utenze relative la porzione di banchina interessata dalla FSRU.

La tensione di alimentazione delle utenze in banchina sarà 400V @ 50Hz. Il sistema di alimentazione deve essere in grado di funzionare in modo stabile, anche con variazioni improvvise di carico e per periodi di tempo prolungati a carico ridotto.

Il sistema di generazione di emergenza della banchina coprirà principalmente i seguenti carichi:

- Illuminazione di emergenza;
- I carichi di emergenza della banchina;
- Carichi sotto UPS (Sistema di controllo, Telecom etc.)

La configurazione dovrà rispettare le normative vigenti.

I sistemi di banchina avranno una alimentazione da generatore di emergenza dedicato, collegato al quadro di bassa tensione (400V), che dovrà essere in grado di avviarsi automaticamente in caso di assenza della alimentazione principale e senza l'ausilio manuale da parte dell'operatore e ristabilire la piena operatività dei sistemi di emergenza.

4.16.2 Illuminazione esterna sulla banchina

Il sistema di illuminazione sarà progettato basandosi sui seguenti requisiti:

- Sicurezza per il personale che transita ed esegue le operazioni nelle aree;
- Visibilità ai sensi delle norme di riferimento da applicarsi di volta in volta in relazione al contesto operativo;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 49 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Soddisfazione visiva del personale che include un corretto illuminamento delle zone adiacenti al compito e attenzione alla selezione del colore della luce in relazione alla discriminazione dei colori.

L'impianto di illuminazione esterna della banchina dovrà prevedere l'illuminazione delle seguenti aree:

- *Illuminazione generale area banchina:*

Le zone circostanti alle zone di lavoro (zone di passaggio, deposito materiali ecc.), dovranno avere un'illuminazione minima che garantisca una distribuzione delle luminanze ben equilibrate nel campo visivo.

Si consiglia l'utilizzo di torri faro da installare in area sicura per soddisfare tali requisiti.

- *Illuminazione strada di accesso esterna e strada interna:*

A garanzia della sicurezza nelle ore di buio è necessario l'installazione di apparecchi di illuminazione lungo la strada di accesso alla banchina e nelle strade interne.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere installati su pali di illuminazione zincati dell'altezza da definire (con basamento in calcestruzzo prefabbricato).

- *Zone di lavoro:*

Dovrà essere prevista l'illuminazione delle aree di lavoro e aree delle aree di processo, comprese tutte le sezioni dell'impianto in cui è previsto l'accesso mediante scale e piattaforme, nonché l'area manutenzione e deposito.

La scelta dei tipi di corpo illuminante, il posizionamento e il tipo di installazione dovranno soddisfare le richieste normative di riferimento in base al compito da svolgere in quell'area e dovranno garantire un'illuminazione uniforme degli spazi esterni.

- *Illuminazione della recinzione:*

L'illuminazione della recinzione servirà da illuminazione di sicurezza della banchina e dovrà essere progettata in modo che il personale di sorveglianza possa facilmente individuare eventuali situazioni di pericolo.

Gli apparecchi di illuminazione saranno fissati su pali tubolari in acciaio, con un corpo illuminante dell'altezza da definire, una barra trasversale fissata sulla parte superiore per l'installazione di due apparecchi di illuminazione (o corpi illuminanti).

Alcuni pali dovranno essere forniti con un'ulteriore barra trasversale per le telecamere a circuito chiuso e gli altoparlanti.

Nelle fasi successive d'ingegneria dovrà essere sviluppata la progettazione di dettaglio dell'intero sistema di illuminazione esterna, la quale dovrà essere necessariamente basata su un layout dettagliato con la disposizione e gli ingombri delle apparecchiature installate in banchina e valutando l'eventuale contributo delle apparecchiature d'illuminazione rilevate in sito.

Dovranno, essere previsti quadri di distribuzione locali e cassette di derivazione per la distribuzione dell'energia al sistema di illuminazione.

I quadri di distribuzione dovranno essere, per quanto possibile, situati in aree sicure, evitando zone classificate come pericolose e rischio di esplosione.

Gli strumenti ed i dispositivi adibiti al comando e controllo, presenti nelle varie aree di impianto (in banchina oppure a bordo FSRU) dovranno essere adeguatamente illuminati in modo da poter

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 50 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

essere letti ed azionati chiaramente in tutte le condizioni di luce ambientale in cui sono destinati ad essere utilizzati, senza ombre o riflessi fastidiosi, sfarfallii, abbagliamento, etc.

4.17 Luci per l'aiuto alla navigazione (Navigation AIDS)

Il sistema di luci di aiuto alla navigazione (Navigational AID System) dovrà essere realizzato in base a quanto prescritto dalle raccomandazioni e linee guida internazionali fornite dalla International Association of Marine Aids to Navigation And Lighthouses Authority (IALA, in particolare IALA O-139), ICAO e SOLAS.

Le luci di navigazione marittima dovranno essere conformi e dovranno essere alimentate per un periodo in accordo ai requisiti IMO COLREG.

Le luci di ostacolo marine dovranno essere conformi ai requisiti IALA e dovranno essere alimentate per un periodo di minimo quattro giorni senza alimentazione esterna.

Le luci di ostacolo al volo dovranno essere conformi e dovranno essere alimentate per un periodo minimo in accordo i requisiti dell'ICAO.

Le seguenti pubblicazioni sono rilevanti:

- Raccomandazione IALA O-1239:2008, sulla marcatura delle strutture offshore artificiali;
- ICAO Organizzazione dell'aviazione civile internazionale, allegato 14;
- IMO COLREG Cod.

Dovrà essere verificata l'eventuale necessità di ulteriori aiuti temporanei alla navigazione che potrebbero essere richiesti durante le operazioni di traino della FSRU.

4.18 Viabilità nell'area banchina



L'area della banchina sarà raggiunta attraverso un percorso sulla diga foranea sino al raggiungimento della nuova banchina a cassoni.

Ferma restando la validità delle disposizioni contenute nel Regolamento di disciplina della viabilità nel porto commerciale di Porto Torres (ordinanza n.11/2012 del 05.03.2021) della Capitaneria di Porto Torres, la circolazione stradale in ambito portuale è regolata dal vigente Codice della Strada.

La viabilità all'interno dell'area di fronte alla FSRU è stata studiata per permettere l'ingresso:

- (qualora servisse) un autogru per la manutenzione
- di un automezzo per il caricamento del serbatoio di gasolio
- ai mezzi di emergenza

Il percorso mezzi è stato rappresentato nel documento Doc No. 001-GB-B-61002_01 - *Planimetria generale aree logistiche e viabilità di collegamento*, allegato alla documentazione di progetto.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 51 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

4.19 Fondazioni e fabbricati

Le fondazioni e fabbricati presenti in banchina saranno:

- Fondazioni per i bracci di scarico
- Fondazioni per i pipe-rack a supporto tubazione gas e antincendio, e cavi elettro strumentali
- Fondazioni prefabbricato elettro strumentale
- Fondazione package gruppo di pompaggio antincendio
- Fondazioni torri antincendio
- Fondazioni per i ganci a scocco
- Fondazioni di supporto respingenti per l'accosto

Le suddette opere saranno realizzate tramite ancoranti all'impalcato di congiunzione dei cassoni.

Diversamente, il locale elettro strumentale sarà prefabbricato.

I pipe-rack a supporto delle tubazioni e dei cavi elettro strumentali saranno realizzati in carpenteria metallica con materiale intumescente di protezione anti-fuoco.

La planimetria delle principali opere civili in banchina e delle briccole di ormeggio è riportata nel documento Doc. No. *001-GB-B-61000_01- Planimetria generale dell'impianto*, allegato alla documentazione di progetto.

4.20 Interventi di adeguamento banchina

Gli interventi di adeguamento sulla banchina esistente saranno interventi locali sul massiccio di coronamento in calcestruzzo armato per consentire l'alloggiamento degli impalcati in c.a.p. di collegamento, costituenti la nuova banchina.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 52 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

5 CAVO DI MEDIA TENSIONE

5.1 Descrizione Tracciato

Il cavo di media tensione sarà intestato nella cabina denominata MO.LEV.C di coordinate approssimative 40°50.672'N e 8° 22.723'E e percorrerà in linea pressoché retta la parte finale del Molo di Levante all'interno di idoneo cavedio carrabile; giunto in testa del pontile, il cavo raggiungerà il fondale marino per mezzo di un j-tube zancato al molo.

Una volta raggiunto il fondale marino il cavo percorrerà una rotta di 297°N per una lunghezza approssimativa di 900 m fino a raggiungere la base della diga foranea dalla parte opposta del porto; nel punto di approdo sarà installato un ulteriore j-tube all'interno del quale il cavo risalirà la banchina fino alla quota di interramento prestabilita ed un pozzetto di giunzione in calcestruzzo.

Raggiunto il pozzetto di giunzione, il cavo sarà installato in una canaletta in cemento armato carrabile o in una tubazione specifica per cavi elettrici sotto il piano di rotolamento, per garantire sia la protezione meccanica sia scongiurare eventuali infiltrazioni d'acqua; il punto di arrivo del cavo MT sarà la cabina elettrica all'interno del Terminale.

La lunghezza totale del percorso è di circa 1,900 m.

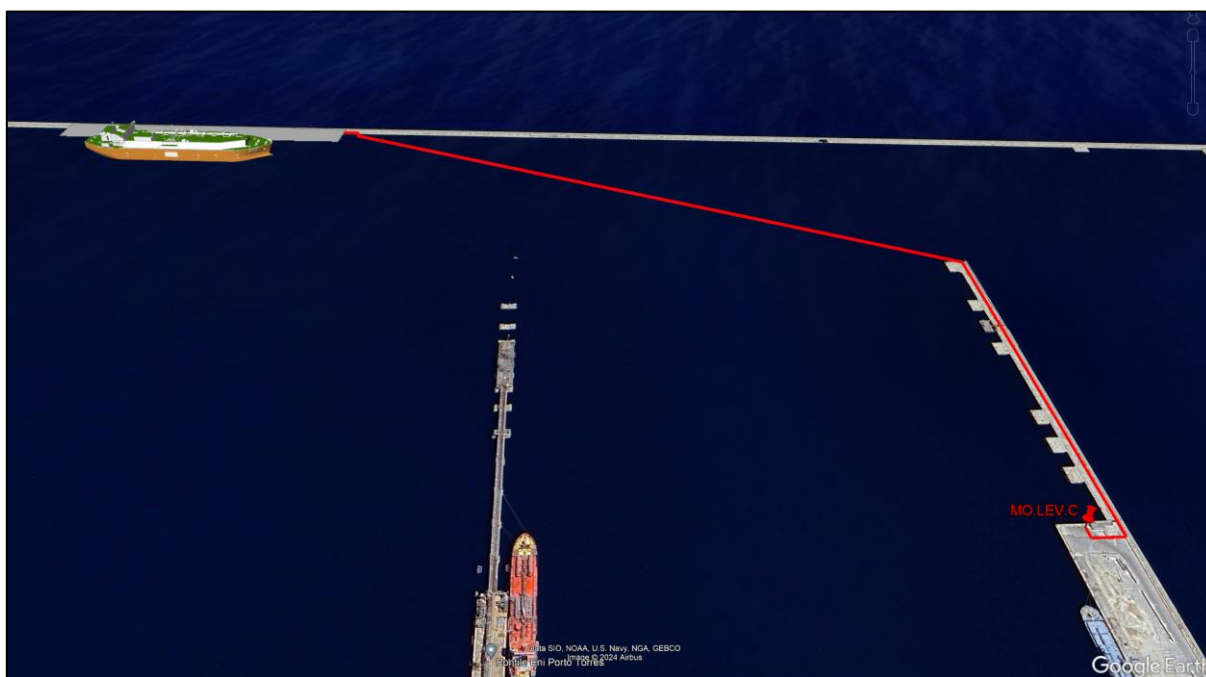


Figura 5-1 – Tracciato cavo MT

5.2 Metodologia di attraversamento tratto a mare

Considerando la sensibilità dell'area di intervento dal punto di vista ambientale e commerciale, la tecnologia "trenchless" (attraversamento senza scavi aperti) è una metodologia più valida ed efficace rispetto al classico scavo di una trincea aperta. La tecnologia "trenchless" TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) consiste in un sistema di trivellazione teleguidata derivato dai metodi di perforazione direzionale per pozzi petroliferi. Nella prima fase viene realizzato un

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 53 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

foro pilota di piccolo diametro lungo il profilo di progetto prestabilito, generalmente curvo, utilizzando una lancia a getti, o in alternativa un motore a fanghi, collegata in testa a delle aste di perforazione. La testata di perforazione effettua sia l'azione di taglio meccanico del terreno che le deviazioni necessarie per seguire la direzione di progetto. Una punta da trapano (drill bit) e le stringhe di perforazione sono collegate al rig di perforazione. Il sistema riesce ad infilare nel terreno le aste di perforazione rotanti attraverso le quali viene pompato il fango bentonitico proveniente dall'impianto di separazione.

Il fango bentonitico rifluisce in superficie attraverso il meato (anello) esistente tra le aste di perforazione e il pozzo di trivellazione e viene poi pompato nell'impianto di separazione; in questa unità gli scarti vengono separati e dopo un trattamento di ristrutturazione, il fluido pulito ritorna nella perforazione.

Quando la perforazione (pilot hole) raggiunge il punto di uscita (seguendo il percorso progettato), inizia la fase di alesatura per allargare il foro alla dimensione progettata. Per l'installazione del cavo sarà prima installato un tubo-camicia in HDPE, di diametro opportuno ed all'interno di esso sarà poi infilato il cavo di media tensione.

Il progetto considererà un cavo elicordato/tripolare 3 x (1 x 70 mm²) in rame del diametro esterno di 62 mm; il diametro del tubo camicia in HDPE è stabilito in 2.5 volte il diametro del cavo, pari a 155 mm (diametro commerciale 160 mm); questo valore sarà rivalutato nelle fasi successive del progetto assieme all'installatore.

5.3 Installazione del tubo-camicia in HDPE

Considerato il diametro ridotto del tubo-camicia in HDPE, si può ipotizzare un'installazione direttamente da un carosello zancato al Molo di Levante (Figura 5-2), coprendo la lunghezza totale di infilaggio con eventuali giunzioni elettrofuse (o bicchieri a pressione) che richiedono un tempo limitato di realizzazione compatibile con le operazioni TOC. Laddove l'installazione da carosello non fosse possibile per questioni costruttive del tubo HDPE, lungo il Molo di Levante saranno pre-fabbricate delle stringhe 3 x 300 m che saranno installate su rulliere e tirate dentro il foro nel terreno, sempre con l'ausilio di un mezzo dotato di utensile per il centraggio (Figura 5-3). Un ulteriore approccio potrebbe essere quello di prefabbricare la stringa per la intera lunghezza (900 m) a terra e poi, una volta varata in mare, mantenerla in galleggiamento durante il pull back; l'occupazione di spazio acqua potrebbe essere gestito e minimizzato utilizzando delle briccole che consentono al tubo di avere una forma curvilinea (Figura 5-4).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 54 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001



Figura 5-2 – Esempio di tubo-camicia HDPE OD 180 mm x 100 m su carosello



Figura 5-3 – Esempio di operazione di centraggio di tubo

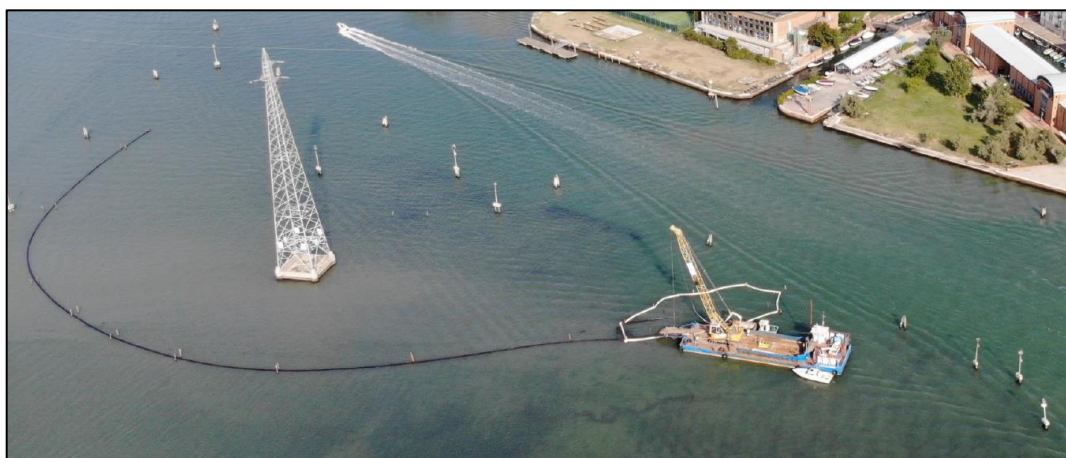


Figura 5-4 – Esempio di installazione TOC curvilinea mediante briccole pre-installate

Il corretto angolo di infilaggio e la centratura del tubo-camicia all'interno del foro nel terreno sarà garantito da un mezzo dotato di utensile per il centraggio. L'infilaggio del tubo-camicia sarà effettuato nella direzione Molo di Levante - Diga Foranea.

5.4 Installazione del Cavo

L'installazione del cavo all'interno del tubo camicia in HDPE verrà effettuato con le seguenti modalità:

- Il cavo sarà caricato su una bobina zancata su una piattaforma di posa installata in un'area prossima al j-tube sul Molo di Levante.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 55 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Sulla sponda opposta del tracciato, sulla Diga Foranea, sarà installato un verricello con asse orizzontale di idonea capacità, su cui sarà avvolta la fune di recupero che passando attraverso i due j-tube ed il tubo-camicia in HDPE sarà connessa alla testa di tiro del cavo.
- Una volta assicurata la fune di recupero al cavo, inizieranno le operazioni di tiro del cavo MT attraverso i due j-tube ed il tubo-camicia in HDPE al di sotto del fondale marino e termineranno quando una lunghezza idonea sarà stata tirata oltre il j-tube dal lato della diga foranea. Un pozzetto di giunzione sarà costruito in prossimità della sommità del j-tube, all'interno del quale avverrà la connessione tra il tratto di cavo a mare ed il tratto fino all'armadio elettrico del terminale.
- Durante la posa, è cruciale mantenere la giusta tensione nella fune per evitare danni e garantire che si adatti correttamente al profilo del tubo-camicia. I j-tube saranno progettati in maniera da assorbire lo sforzo dovuto all'installazione.



Figura 5-5 – Esempi di installazione del cavo da carosello

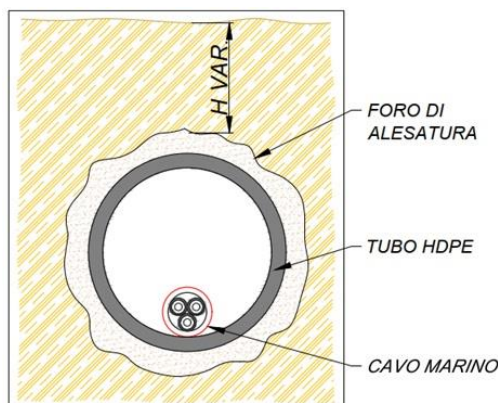


Figura 5-5 – Schematico di installazione del cavo all'interno del tubo HDPE

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 56 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

6 CONDOTTA GAS E CAVO FO SOTTOMARINI

6.1 Descrizione Tracciato

Il nuovo Terminale prevede l'attracco permanente di una FSRU alla nuova banchina in progetto nel Porto industriale di Porto Torres. Il gas naturale, attraverso i bracci di scarico posizionati sulla struttura di ormeggio per la FSRU, passerà alla condotta offshore verso la Rete Nazionale.

La condotta sottomarina in progetto è indicata dalla linea arancione in Figura 6-1. In particolare, all'uscita del PIL sulla nuova struttura di ormeggio, è previsto un tratto verticale (tubo di risalita) che collegherà la condotta dal nuovo Terminale alla sezione di condotta sul fondale marino. Una volta raggiunto il fondo del mare, un tie-in spool di circa 50 m consentirà l'orientamento della condotta sottomarina in direzione Sud/Sud-Ovest. La condotta continuerà per circa 250-300 m all'interno di una trincea pre-scavata e proseguirà per altri 1300 m all'interno di un microtunnel precedentemente costruito per collegarsi al tratto onshore della condotta.

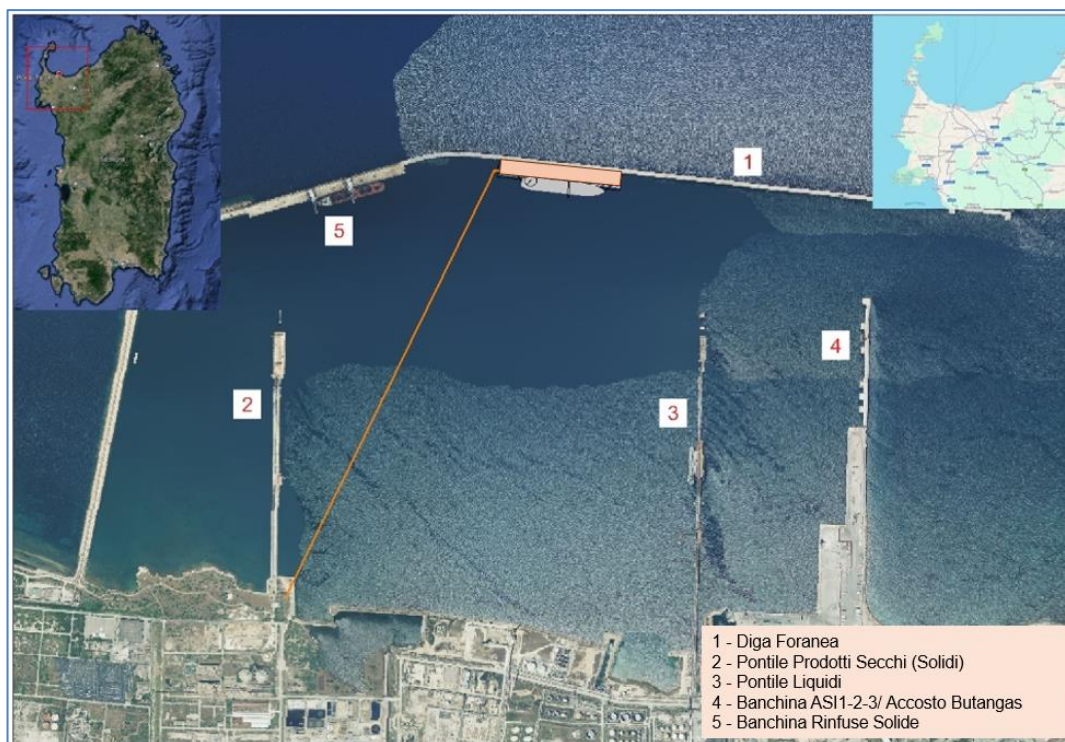




Figura 6-1 Area di intervento Porto Torres – Condotta sottomarina in progetto

In parallelo alla condotta sottomarina sarà installato un cavo sottomarino a fibra ottica. Il cavo FO scenderà in mare dal Terminale protetto da un J-tube posto a lato del tubo di risalita. Il tracciato del cavo proseguirà affiancando la condotta DN 500 sul lato ovest, posato all'interno della stessa trincea della condotta. Nel tratto in microtunnel, il cavo sarà installato all'interno di un tubo di protezione in PEAD, ancorato sulla volta superiore del microtunnel.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 57 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

6.2 Caratteristiche Tecniche Generali Condotta Sottomarina

Nella seguente tabella sono illustrate le principali caratteristiche tecniche della condotta in progetto per il tratto offshore.

Tabella 6-1 Caratteristiche della condotta sottomarina

Grandezza	Descrizione
Lunghezza	1666.69 m
Massima profondità del fondale	Circa 21 m
Diametro Nominale condotta	DN 500 (20")
Diametro Esterno condotta	508 mm
Spessore acciaio condotta	14.3 mm
Fluido di processo	Gas Naturale
Grado acciaio	ISO 3183 – L450
Tensione di snervamento (SYMS)	450 N/mm ²
Peso specifico dell'acciaio	7850 kg/m ³
Modulo elastico dell'acciaio	207000 N/mm ²
Rivestimento anticorrosivo	3LPE
Spessore rivestimento anticorrosivo	3.5 mm
Sistema di protezione catodica	Anodi sacrificali
Spessore di appesantimento	40 mm
Materiale appesantimento	Gunite, 2400kg/m ³ (1)
Vita Utile	25 anni
Nota (1) Il tubo di risalita sarà rivestito in poli-cloroprene o similari	

6.3 Dati di Processo

I dati di processo considerati per il dimensionamento preliminare della condotta sono di seguito elencati.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 58 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Tabella 6-2 Dati di processo

Descrizione	Unità	Valore
Pressione di Progetto (DP)	barg	100
Pressione Massima di Progetto (MOP)	barg	85
Pressione di Collaudo Idraulico	barg	130
Temperatura Massima del gas in entrata	°C	+50
Temperatura Minima del gas in entrata	°C	+3

6.4 Cavo Sottomarino

Una sezione tipica del cavo in fibra ottica è riportata in Figura 6-2. Il diametro esterno sarà di circa 25 mm - 30 mm mentre la struttura sarà del tipo rinforzato con una doppia armatura in modo da resistere alle sollecitazioni a cui è sottoposto durante l'installazione e la vita operativa.

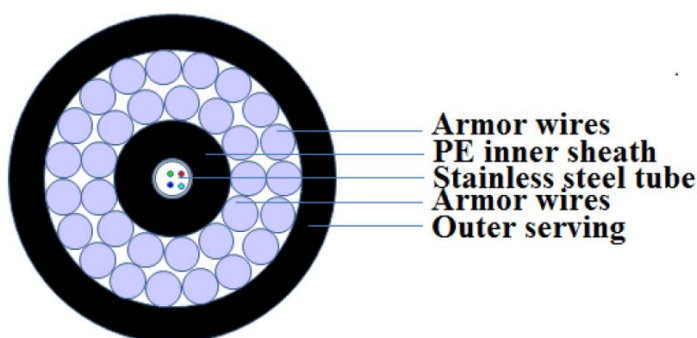


Figura 6-2 Cavo sottomarino FO - Sezione trasversale (tipica)

6.5 Installazione Tratto a Mare della Condotta Gas e del Cavo FO

Considerate le caratteristiche del tracciato e dell'area da attraversare, sono previste differenti attività per la posa della condotta gas e del cavo sottomarini. In particolare, il progetto prevede la costruzione di un microtunnel per l'esecuzione dell'approdo costiero che permetterà il collegamento della condotta sottomarina (offshore) alla sezione onshore.

Le attività previste includono:

- Realizzazione del microtunnel;
- Scavo della trincea a mare;
- Varo della condotta in microtunnel;
- Installazione del tubo di risalita (riser) e posa della condotta in trincea per giunti flangiati (spools);

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 59 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Posa dello spool flangiato di connessione tra condotta e riser;
- Posa del cavo sottomarino;
- Rinterro della trincea e dello scavo a mare.

Maggiori dettagli sono forniti nel documento Doc. No. 001-ZA-E-09304_00 - *Relazione Tecnico-Illustrativa per la Condotta Sottomarina*, allegato alla documentazione di progetto.

6.5.1 Realizzazione del microtunnel

Il sistema microtunnel è una tecnologia senza scavo (trenchless) che consente di posare la condotta sottomarina senza ricorrere allo scavo di una trincea a cielo aperto lungo l'intero percorso, evitando interferenze e minimizzando l'impatto paesaggistico e ambientale dell'intervento.

Il processo di costruzione del microtunnel prevede le seguenti fasi:

1. Preparazione dell'area di lavoro lato terra;
2. Costruzione del pozzo di partenza e della parete di spinta;
3. Installazione del sistema di spinta all'interno del pozzo;
4. Installazione, montaggio e posizionamento della MTMB (MicroTunnel Boring Machine) all'interno del pozzo;
5. Installazione, se necessario, dell'anello di tenuta sulla parete anteriore (opposta alla parete di spinta);
6. Inizio della perforazione del microtunnel;
7. Attivo della MTBM al punto di uscita;
8. Operazioni di scavo per il recupero della MTBM e zona di transizione;
9. Predisposizione del microtunnel per il recupero della MTBM e installazione della condotta;
10. Recupero della MTMB;
11. Installazione della condotta di processo;
12. Chiusura delle estremità del microtunnel;
13. Demolizione (solitamente parziale) e rinterro del pozzo di spinta;
14. Ripristino dell'area di lavoro di inizio cantiere e dell'area di uscita.

6.5.1.1 Caratteristiche principali e profilo del microtunnel

La rotta ed il profilo del microtunnel in progetto sono stati definiti sulla base dei seguenti vincoli:

- Area di approdo individuata a nord dell'area impiantistica, nelle strette vicinanze del pontile Solidi;
- Rispetto di una copertura minima di almeno 5 m in corrispondenza del passaggio sotto la scogliera presente al bordo dell'area di approdo selezionata;
- Necessità di rispettare il punto di collegamento con il terminale in progetto, tenendo conto della posizione dell'impianto PIL sulla nuova banchina in progetto;
- Lunghezza di scavo del tunnel compatibile con la tecnologia del Microtunneling;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 61 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Il microtunnel avrà uno sviluppo totale pari a circa 1300 m. Raggi di curvatura pari a 2200 e 2500 m sono stati adottati per le sezioni curve verticali, rispettivamente di discesa e di risalita. Tali valori sono ampiamente compatibili con le caratteristiche meccaniche della condotta da varare e con le condizioni di processo. L'angolo di ingresso di 7°, insieme alla posizione e alla profondità del pozzo di partenza all'interno dell'area cantiere selezionata per l'approdo, garantisce un'adeguata distanza di sicurezza (almeno 5 m) del microtunnel rispetto la scogliera circostante l'area di cantiere.

La buca di uscita a mare del microtunnel, con una profondità circa 7 m, consente:

- di mantenere un angolo di uscita ridotto (3°) e realizzare una zona di transizione adeguata tra la superficie inferiore del microtunnel ed il fondale marino;
- di avere una sufficiente copertura del terreno sopra gli ultimi conci, al fine di evitare problemi legati alla direzionalità della MTBM durante le fasi più avanzate della perforazione, l'apertura delle giunture tra i conci e l'infiltrazione di acqua nel tunnel. Si raccomanda comunque di collegare gli ultimi conci del tunnel saldando dei piatti acciaio tra di essi.

6.5.2 Attività di scavo a mare

Al termine della perforazione del microtunnel, la MTBM si fermerà in corrispondenza di una profondità d'acqua di -18/19 m, sotto circa 4 m di copertura di terreno. Per liberare la macchina perforatrice dal terreno circostante, sarà necessario eseguire uno scavo intorno alla macchina stessa. Una volta completato lo scavo del punto di uscita del microtunnel, possono iniziare le operazioni recupero dell'MTBM.

Inoltre, per raccordare il punto di uscita del microtunnel al fondo della trincea, è necessario creare una zona di transizione prima del varo della condotta. Il pre-scavo all'uscita a mare del microtunnel dovrà essere sagomato in modo da tenere conto della configurazione che deve assumere la condotta una volta terminata l'installazione.


6.5.3 Installazione Condotta in Microtunnel

Il tracciato della condotta sottomarina si sviluppa interamente all'interno dell'area portuale. Per questo motivo, l'uso di una nave posa tubi per l'assemblaggio della stringa a mare e il varo della linea sono stati ritenuti non percorribili. Considerando l'orientamento della condotta ed al contempo il vincolo di non utilizzare né la banchina esistente né la nuova banchina in progetto per le operazioni di installazione, è stato deciso di varare la tubazione spingendola dalla buca di entrata fino all'uscita del microtunnel a mare, per stringhe successive, utilizzando un Pipe-Thruster.

Inoltre, per supportare l'azione di spinta del Pipe-Thruster ed evitare che la testa della tubazione possa impuntarsi o deviare durante il varo, sarà previsto un tiro in testa alla stringa tramite cavo collegato ad un argano a tamburo montato su un Jack-up posizionato a mare in allineamento al microtunnel. Questo accorgimento aggiuntivo contribuirà a garantire un varo più regolare e ridurre sensibilmente il rischio di potenziali problemi nell'avanzamento della tubazione. La stringa varata all'interno del microtunnel sarà dotata anch'essa di flangia all'estremità, per la connessione con il primo spool esterno al tunnel.

L'installazione della condotta in microtunnel prevede, prima di procedere con il varo, le seguenti attività:

- Allestimento dell'area di cantiere a terra per il varo della condotta;
- Stoccaggio dei tubi in aree dedicate in prossimità dell'area di cantiere;
- Pre-assemblaggio dei doppi-giunti in prossimità dell'area cantiere;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 62 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Scavo della zona di transizione e della trincea (vedi paragrafo 6.5.2) per la posa della condotta e del cavo sottomarino fino a ridosso del nuovo terminale;
- Predisposizione della “testa di tiro” sul primo sigaro da varare.

Terminate tutte le attività preparatorie al varo, si potrà procedere con l’inserimento della condotta in microtunnel.

I doppi giunti, precedentemente assemblati e stoccati nell’area di pre-assemblaggio, saranno trasportati ed avvicinati per mezzo di side-booms in corrispondenza dell’area di varo, pronti per essere inseriti. I giunti accoppiati e saldati tra loro comporranno la stringa complessiva da posare all’interno del microtunnel.

Si opererà quindi al varo della condotta, procedendo nel seguente modo:

- Posizionamento del primo sigaro da varare sulla rampa, in allineamento all’uscita del microtunnel ed inserimento del doppio giunto all’interno della clampa di spinta del Pipe-Thruster;
- Saldatura della flangia di estremità al primo sigaro da varare;
- Collegamento della testa di tiro flangiata alla flangia terminale;
- Collegamento del cavo di tiro dell’argano di supporto, al golfare frontale della testa di varo;
- Recupero della MTMB ed allagamento del tunnel, del pozzo di spinta e di parte della rampa di varo;
- Varo del primo tronco di condotta all’interno del microtunnel tramite Pipe-Thruster;
- Trasporto, allineamento, accoppiamento e saldatura del secondo doppio giunto sulla rampa di varo;
- Varo del secondo giunto;
- Varo dei giunti successivi, analogamente al secondo.

Raggiunta l’uscita del microtunnel lato mare, sulla testa di varo sarà prevista l’installazione di sistemi di galleggiamento per favorire la progressione della stringa sul fondale, coadiuvata dal tiro dell’argano di supporto.



La fase di varo termina quando la condotta raggiunge il punto dove è previsto il primo accoppiamento flangiato. Ogni singola operazione comporterà l’avanzamento di una stringa di tubazione di lunghezza pari a quella di un doppio giunto.

6.5.4 Installazione tubo di risalita e dei giunti flangiati

Le flange e i tubi rivestiti (con anticorrosivo e calcestruzzo dove previsto e con gli anodi già installati) saranno disposti nell’area di lavoro a terra destinata all’assemblaggio degli spools e del tubo di risalita.

Una volta eseguiti i lavori di fabbricazione degli spools e del tubo di risalita, inclusi la saldatura dei componenti, l’esecuzione dei CND, il ripristino di rivestimenti e il collaudo idraulico, sarà possibile caricare gli elementi assemblati su un cargo barge, trasportarli a mare ed eseguire l’installazione.

Tutte le operazioni di misurazione e installazione degli spools e del tubo di risalita sono effettuate mediante l’ausilio di sommozzatori.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 63 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

6.5.4.1 Installazione del tubo di risalita (riser)

L'installazione del tubo di risalita sarà eseguita mediante mezzo navale opportunamente attrezzato.

Il tubo di risalita è costituito da un elemento rettilineo con all'estremità inferiore una curva alla quale sarà saldata una flangia di tipo Welding Neck. Il tubo sarà connesso alla nuova banchina, sostenuto da un sistema di clampe fissate alla struttura della nuova banchina.

La clampa superiore sarà di tipo "hanger" e sosterrà l'intero peso del tubo di risalita, mentre quella inferiore, di tipo guida avrà il compito di interrompere la campata libera di inflessione.

Connesse le clampe alla struttura, sarà possibile procedere con l'installazione del tubo di risalita.

6.5.4.2 Installazione dei raccordi flangiati

Il tratto di condotta che collega l'estremità della stringa posata all'interno del microtunnel al tubo di risalita sulla piattaforma sarà realizzato mediante l'installazione di giunti flangiati.

I giunti saranno realizzati con tubi di linea dotati di flange saldate alle estremità, una di tipo Welding Neck e l'altra di tipo Swivel, per consentire il collegamento tra di essi.

Prima di iniziare con la posa si dovranno eseguire le attività di allagamento della stringa già posata all'interno del microtunnel e rimozione della testa usata durante il varo. Inoltre, dovrà essere verificato che il fondo della trincea sia libera da ostacoli e detriti. L'installazione procederà da terra verso a mare.

A ridosso nella nuova banchina in progetto, si eseguirà l'assemblaggio dell'ultimo raccordo (tie-in spool) il quale conetterà il tubo di risalita con gli spools rettilinei precedentemente installati.

Il tie-in spool sarà composto da elementi rettilinei e curve con saldate ad entrambe le estremità delle flange di tipo Swivel.

L'installazione del tie-in spool seguirà modalità di posa simili a quale degli altri raccordi flangiati.

6.5.5 Installazione Cavo

Il progetto prevede la posa di un cavo sottomarino 48 FO a partire dall'FSRU fino all'approdo costiero, in parallelo alla condotta sottomarina.

Le operazioni di posa del cavo FO all'interno del microtunnel saranno eseguite tramite l'infilaggio dello stesso all'interno di un tubo PEAD, preinstallato sulla volta del microtunnel.

Prima di eseguire la posa del cavo, il fondale dovrà essere ripulito da eventuali detriti e ostacoli.

In generale, la procedura di posa del cavo FO sottomarino si basa sulla seguente fasi realizzative:

1. Esecuzione dell'approdo costiero con installazione del cavo all'interno del microtunnel;
2. Posa del cavo sottomarino sul fondale fino alla nuova banchina;
3. Abbandono estremità del cavo e successivo recupero in banchina tramite operazioni di pull-in attraverso il J-tube;
4. Installazione di dispositivi di protezione e stabilizzazione del cavo nei tratti esposti sul fondo;
5. Esecuzione dei collegamenti, del collaudo e successivo avvio del sistema.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 64 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Poiché la forza di tiro richiesta per l'installazione del cavo non è eccessiva, si prevede che il cavo messaggero possa essere utilizzato direttamente per il tiro del cavo FO. In alternativa, si potrà eseguire un passaggio intermedio, tirando all'interno del tubo in PEAD un cavo di tiro di dimensioni maggiori rispetto al cavo messaggero, che verrà poi utilizzato per l'infilaggio del cavo FO.

Su Jack-up ormeggiato ad una adeguata distanza dall'uscita a mare del microtunnel, sarà montato un verricello che provvederà a far avanzare il cavo all'interno del tubo PEAD. La bobina con il cavo avvolto sarà posizionata nell'area di cantiere a terra, il cavo di tiro connesso alla testa del cavo FO. Una volta che tutto il sistema sarà pronto, sarà possibile iniziare con il graduale inserimento del cavo all'interno del tubo PEAD.

In alternativa, le bobine con i cavi avvolti dovranno essere montate a mare su apposito mezzo navale e tirate all'interno del microtunnel da un argano montato a terra. Anche in questo caso, le operazioni di srotolamento e tiro devono essere svolte in modo graduale e controllato.

Una volta che il cavo FO sottomarino è stato installato all'interno del microtunnel, è possibile proseguire la posa verso la nuova banchina.

Il mezzo navale procederà con la posa del cavo sul fondo della trincea pre-scavata, dirigendosi verso la nuova banchina. Una volta arrivato nei pressi della banchina, abbandonerà l'estremità del cavo con una lunghezza aggiuntiva sufficiente per facilitare il pull-in all'interno del J-tube.

Sulla nuova banchina, oltre al J-tube, saranno installati un argano e un sistema di sostegno (hang off flange) per permettere il recupero del cavo.

Il cavo di tiro, già predisposto all'interno del J-tube, sarà collegato alla testa del cavo FO sottomarino. Quest'ultimo sarà quindi tirato e infilato all'interno del J-tube per essere recuperato in banchina. Una volta in banchina, il cavo FO sottomarino sarà supportato dal modulo di hang off.

Al termine delle operazioni di installazione, verrà eseguita una survey finale.

Completata l'installazione, si potranno effettuare i collegamenti del cavo FO in banchina e i test OTDR.

6.5.6 Realizzazione degli Attraversamenti

Le indagini preliminari effettuate all'interno della darsena non hanno identificato la presenza di linee sottomarine preesistenti.

Nel caso in cui nelle successive fasi di progettazione si riscontrasse la necessità di attraversare altre tubature o di cavi sottomarini nel tratto al di fuori del microtunnel, sarà necessario cercare di attenuare qualsiasi danno potenziale ad altri servizi e mitigarne gli effetti.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 65 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

7 SISTEMI DI SICUREZZA

7.1 Sistema di arresto di Emergenza

Il Terminale sarà dotato di un sistema di sicurezza con l'obiettivo di proteggere il personale, gli impianti di produzione e l'ambiente: il sistema sarà adibito alla gestione delle emergenze e sarà costituito da due sezioni (ESD, F&G) indipendenti dal sistema di controllo del processo e dei servizi (DCS) il quale non potrà eseguire nessuna azione di arresto di emergenza.

Quest'ultimo consentirà all'impianto di operare in sicurezza ed efficienza all'interno delle condizioni di design, cercando di evitare, per quanto possibile, il raggiungimento di condizioni di esercizio di rischio (fuori dai limiti di design).

L'operatore sarà avvisato tramite segnali di preallarme, in caso di condizioni di processo anomale, ed avrà la possibilità di intraprendere azioni correttive.

Se, tuttavia, le soglie di allarme saranno raggiunte, interverrà il sistema di sicurezza in modo automatico a protezione dell'impianto ed attivando i dispositivi di sicurezza preposti allo scopo.

Lo scopo principale del sistema sarà quindi quello di ridurre i rilasci e le escalation incontrollate in modo da evitare che le situazioni derivanti da tale rischio possano compromettere la sicurezza di persone e/o ambiente oppure danneggiare apparecchiature e/o linee dell'impianto con conseguente perdita di produzione.

Il sistema di sicurezza sarà di tipo fail-safe, ovvero progettato e costruito in modo tale che il fallimento di una sua parte comporti un'azione che ponga l'impianto in condizione di sicurezza.

I livelli di intervento della sezione di emergenza ESD previsti per la messa in sicurezza dell'impianto consistono in tre livelli di emergenza classificabili a seconda del tipo di intervento che viene eseguito.

I livelli gerarchici di intervento sono di seguito riportati in ordine di priorità e descritti nei paragrafi successivi:

1. Emergency Shutdown (ESD)
2. Process Shutdown (PSD)
3. Local Shutdown (LSD)

In particolare:


- **ESD:** attivazione delle operazioni di shutdown e blowdown di impianto; solo alcuni item legati alla sicurezza restano alimentati;

Questo livello rappresenta la fermata completa di tutte le apparecchiature di processo, isolamento dei volumi di idrocarburi presenti ed interruzione di ogni processo ed attività non strettamente necessaria e conseguente blow-down automatico o manuale della fase gassosa in pressione.

Per eseguire in sicurezza una funzione di emergenza associata alle funzioni ESD come identificato nella valutazione dei rischi, dovrà essere prevista l'attivazione automatica e manuale del sistema di blowdown (da parte dell'operatore in sala controllo o da altri pannelli locali ESD attraverso pulsanti di emergenza) accompagnata dall'attivazione di allarme visivo e acustico nella sala controllo della nave e nell'area di carico per allertare l'equipaggio.

- **PSD:** attivazione delle operazioni di shutdown dei processi legati agli idrocarburi ed al sistema di trasferimento GNL;

Lo scopo di questo livello è di proteggere il contenimento del serbatoio ed il processo in caso di funzionamento al di fuori dei parametri di processo. PSD rappresenta la fermata completa

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 66 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

di tutte le apparecchiature di processo, isolamento dei volumi di idrocarburi presenti ed interruzione di ogni processo ed attività non strettamente necessaria. Nessuna depressurizzazione è prevista.

L'attivazione prevista sarà automatica o manuale (da parte dell'operatore in sala controllo o da altri pannelli locali PSD attraverso pulsanti di emergenza).

- **LSD** (Local Shut Down): attivazione automatica delle operazioni di shutdown di aree locali di impianto.

Lo scopo di questo livello che sarà implementato a sistema secondo varie logiche 'locali' è quello di interrompere, in condizioni di sicurezza ed in caso di anomalie dei parametri di processo, le operazioni di trasferimento dalla nave gasiera alla FSRU, ad esempio a seguito di evento di emergenza a bordo della FSRU stessa o nell'area di banchina e trasferimento prodotto, oppure di impedire il danneggiamento dei bracci di carico e/o dei raccordi con conseguente rilascio di GNL.

7.2 Sistema F&G

La sezione F&G del sistema di sicurezza sarà responsabile della rilevazione di sversamenti di GNL, fughe gas, presenza fiamme e presenza fumo e della attivazione del relativo stato di allarme che, abbinato ai sistemi attivi antincendio ad acqua, acqua/schiuma, polvere e gas inerti permetterà di minimizzare i rischi e i danni derivanti da perdite di gas e incendi.

Nell'ambito del sistema di sicurezza, il F&G costituirà una sezione dedicata, separata ma interfacciata col sistema ESD in modo che a condizioni pericolose da esso rilevate corrisponda l'esecuzione di azioni da parte del sistema ESD.

7.3 Sicurezza dei Bracci di Scarico e delle Manichette di Trasferimento

Nonostante la progettazione e realizzazione degli ormeggi siano eseguite per garantire un fissaggio sicuro e movimenti relativi limitati, alle interconnessioni di sicurezza di tipo ESD link Ship/Shore saranno previsti, per ogni braccio di scarico rigido, degli accoppiamenti PERC con valvole ad azionamento rapido su ambo i lati della connessione in modo da garantire un rilascio a secco in caso di condizioni di emergenza.

Un sistema di rilascio di emergenza ERS sarà previsto per i bracci di scarico ed interfacciato con l'ESD per l'attivazione del PERC.

Un sistema di sicurezza analogo garantirà anche il trasferimento di GNL tra FSRU e nave metaniera (shuttle carrier) nella configurazione ship-to-ship, previsto tramite manichette flessibili.

7.4 Sistema di Protezione Attiva Antincendio

In funzione del tipo di scenario di rischio, saranno impiegati sistemi attivi di protezione antincendio alimentati dai seguenti agenti estinguenti:

- acqua mare
- liquido schiumogeno
- polvere chimica
- anidride carbonica
- gas inerte.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 67 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

L'impianto antincendio ad acqua sarà alimentato con acqua di mare. Sono previsti due gruppi di pompaggio indipendenti:

- un sistema di pompaggio in banchina, ubicato in una coppia di cabinati dedicati progettato secondo UNI 11292 e UNI 12845.
- un sistema di pompaggio sulla FSRU, ubicato in un locale sicuro.

Per entrambi, l'aspirazione del gruppo di pompaggio sarà direttamente collegata con il mare, garantendo una riserva inesauribile di acqua mare.

L'acqua sarà impiegata al fine di proteggere le persone dall'esposizione ad un incendio, proteggere gli impianti, raffreddare gli impianti in prossimità delle aree interessate dall'incendio (in modo da evitarne la propagazione), effettuare una vera e propria azione di spegnimento incendi in campo (ad eccezione di incendio da rilascio GNL per il quale si utilizzerà invece un impianto a polvere).

Una rete idranti e monitori, che alimenta anche sistemi water spray a pressione fissa (dove previsti), sarà considerata con tale funzionalità.

La schiuma potrà essere impiegata come mezzo estinguente in eventuali depositi di oli lubrificanti allocati in opportuni locali, se presenti e in condizioni tali da costituire un pericolo d'incendio.

La polvere chimica potrà essere impiegata per l'estinzione di incendi da GNL, che si potrebbero verificare ad esempio presso il manifold di carico/scarico GNL, ed in genere sul ponte di carico ed in area processo.

L'anidride carbonica potrà essere utilizzata come mezzo estinguente ad esempio entro cabinati, locali macchine, locali quadri oppure per la candela fredda.

Il gas inerte (tipo Inergen) potrà essere previsto ad esempio nel sottopavimento delle sale quadri elettriche e sala controllo, per estinzione di incendio causato dai cavi attraverso di esso instradati verso i quadri.


7.5 Sistema di Protezione Passiva Antincendio

La protezione passiva antincendio sarà applicata alle apparecchiature installate a bordo della FSRU o in banchina, all'interno di aree di fuoco, quali:

- Valvole ESD
- Apparecchiature di controllo critiche per la sicurezza (se non specificate fail-safe)
- Recipienti contenenti quantità di idrocarburi liquidi o a strutture che in caso di guasto aumenterebbero senza di essa l'estensione dell'incidente per effetto domino e/o metterebbero in pericolo le attività del personale a bordo, del personale di pronto intervento, operatori antincendio e vigili del fuoco.

La stessa sarà applicata ad attrezzature che possono ricevere una radiazione termica per un periodo sufficiente a provocarne un guasto.

La resistenza al fuoco sarà inoltre prevista per quelle apparecchiature che devono continuare ad operare durante un incendio, quali attuatori di valvole sezionamento di emergenza, i cavi elettrici e la strumentazione necessaria in situazione di emergenza. Con particolare riferimento alle installazioni in banchina, si prevede la protezione passiva dei tratti fuori terra della linea antincendio, e dei relativi supporti, che potrebbero essere potenzialmente esposti a scenari di jet fire (esposizione diretta o irraggiamento).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 68 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

La protezione passiva dal fuoco ha lo scopo di aumentare la sopravvivenza delle strutture in caso di incendio e di ridurre l'effetto sulle apparecchiature di processo, sui sistemi strutturali, sui sistemi di sicurezza e su altri aspetti critici del Terminale.

7.6 Protezione dei Principali Cabinati in Banchina

Nell'area della banchina di ormeggio è prevista l'installazione dei seguenti edifici, cabinati prefabbricati:

- Locali elettro-strumentale di controllo
- Cabinato gruppo elettrogeno di emergenza
- Cabinato sistema di pompaggio antincendio.

In nessuno di questi locali è prevista la presenza fissa o per lunghi periodi di personale operativo.

La protezione di questi cabinati da eventi incidentali deve essere definita in base ai risultati dell'analisi di rischio e alle effettive necessità di "sopravvivenza" del cabinato in seguito all'esposizione agli scenari incidentali credibili.

Tutti i locali elettro-strumentali (sala controllo, cabinato armadi elettrici/strumentali, sala trasformatore e serbatoio gasolio) saranno protetti da muri anti-esplosione/tagliafiamma in accordo a quanto riportato nel documento Doc. No. 001-ZB-B-85136_01 - *Planimetria sistemi protezione passiva da incendio – Banchina*, allegato alla documentazione di progetto.

Per quanto riguarda il cabinato del sistema di pompaggio antincendio, al fine di garantire la funzionalità del sistema di protezione anche in caso di esposizione a scenari incidentali, oltre all'applicazione dei requisiti di progettazione UNI 11292, sarà prevista la predisposizione di una parete di protezione, dimensionata a fronte dei carichi (irraggiamento, esplosione) risultanti dall'analisi di rischio

Per i cabinati in cui è prevista la movimentazione di sostanze pericolose o inquinanti (i.e., rifornimento di gasolio per il serbatoio delle pompa antincendio diesel, o del gruppo elettrogeno di emergenza), saranno predisposte aree cordolate attorno al punto di rifornimento, provviste di valvola di drenaggio (normalmente aperta per evitare l'accumulo di acqua piovana, da chiudersi durante l'operazione di rifornimento), al fine di contenere eventuali piccole perdite accidentali di gasolio durante il rifornimento ed evitare rischi di impatto ambientale.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 69 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

8 DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE

8.1 Attività di Cantiere (Banchina di Ormeggio e Impianti in Banchina)

8.1.1 Fasi realizzative

La fase di cantiere per la realizzazione delle opere in progetto sarà relativa alle opere in banchina ed agli arredi di ormeggio. L'area della banchina è raggiungibile attraverso un percorso sulla diga foranea.

Le attività di costruzione del terminale, una volta completata la costruzione del molo a cassoni, comporteranno la realizzazione delle singole opere costituenti gli impianti in banchina, nello specifico:

- Fondazioni per i bracci di scarico
- Fondazioni per i pipe-rack a supporto tubazione gas, antincendio e cavi elettro strumentali
- Fondazioni dei locali elettro strumentale e Diesel d'Emergenza
- Fondazione cabinato sistema di pompaggio antincendio
- Fondazioni torri porta-monitori antincendio
- Fondazioni torri faro
- Installazione dei supporti respingenti per l'accosto

Le suddette opere saranno realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Diversamente, il locale elettro strumentale sarà prefabbricato.

I pipe-rack a supporto delle tubazioni e dei cavi elettro strumentali saranno realizzati in carpenteria metallica.



L'eventuale rimozione localizzata dello strato superficiale in cemento armato della banchina verrà ripristinato a valle del completamente dei lavori.

Per i dettagli si faccia riferimento al documento Doc. No 001-GB-B-61000_01 - *Planimetria Generale dell'Impianto*, allegata alla documentazione di progetto.

Le dimensioni massime previste dei principali cabinati in banchina sono elencate nella seguente tabella.

Tabella 8-1 Caratteristiche dei Principali Cabinati

Cabinato	Tipologia	Dimensione (lunghezza, larghezza ed altezza)
Tre locale elettro-strumentale di controllo	Opera assemblata in sito con pareti prefabbricate	12,00m x 7m x 6,00m (ciascuno)
Cabinato gruppo elettrogeno di emergenza	Package pre-assemblato, installato in sito	12,00m x 3,00m x 2,50m
Due cabinati sistema di pompaggio antincendio	Package pre-assemblato, installato in sito	12m x 3,00m x 2,50m

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 70 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Le principali linee da installare in banchina sono:

- Tubazione 20" in acciaio per il trasferimento del Gas Naturale alla rete di trasporto
- Tubazioni sistema antincendio da Package Antincendio alle torri di supporto dei monitori elevati ed alle barriere d'acqua

La connessione tra la FSRU e le tubazioni in banchina avverrà tramite due bracci di scarico da 12" che trasportano Gas Naturale

L'articolazione fasi realizzative è organizzata in modo tale da poter procedere con delle lavorazioni in parallelo, come riportato nel cronoprogramma delle attività descritto nel documento Doc. No. *001-ZX-E-09804_01- Cronoprogramma complessivo delle opere*, allegato alla documentazione di progetto.

Il Percorso di Costruzione preliminare, per quanto possibile, seguirà la sequenza logica per questo tipo di lavori:

- Strutture di costruzione temporanea (TCF)
- Opere civili e edili
- Costruzione di strutture in acciaio
- Installazione apparecchiature
- Tubazioni
- Installazione elettrica
- Installazione strumentali
- Lavori di tinteggiatura e coibentazione
- Completamento meccanico e consegna dell'Impianto

8.1.2 Accantieramento

Le operazioni di accantieramento riguardano principalmente la banchina e tutta l'area oggetto dei lavori da realizzare.

La prima operazione, che precede l'inizio delle attività di costruzione, sarà la cantierizzazione delle aree temporanee, l'installazione di barriere temporanee, di installazione di segnaletica e la definizione delle vie di accesso per personale e mezzi d'opera.

L'area della banchina destinata ad ospitare gli impianti è completamente pianeggiante e pavimentata; quindi, non sono pertanto necessarie operazioni di preparazione e livellamento del terreno.

La realizzazione della viabilità interna di impianto verrà eseguita tenendo in considerazione tutte le attività che sono in esercizio e che richiedono di accessi continui alle aree

Si cercherà di tenere quanto più possibile segregate le aree di cantiere per le nuove attività da realizzare da quelle esistenti sulle quali persistono attività in esercizio.

Saranno altresì predisposte delle aree temporanee nelle vicinanze dell'area dei lavori per minimizzare gli spostamenti di personale e mezzi.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 71 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Il seguente schema planimetrico evidenzia le aree di cantiere colorate in nero, relative alle varie componenti da realizzare. Per maggiori dettagli si rimanda al documento Doc. No. 001-GB-B-61001_01- Planimetria generale aree cantieri operativi, allegato alla documentazione di progetto.

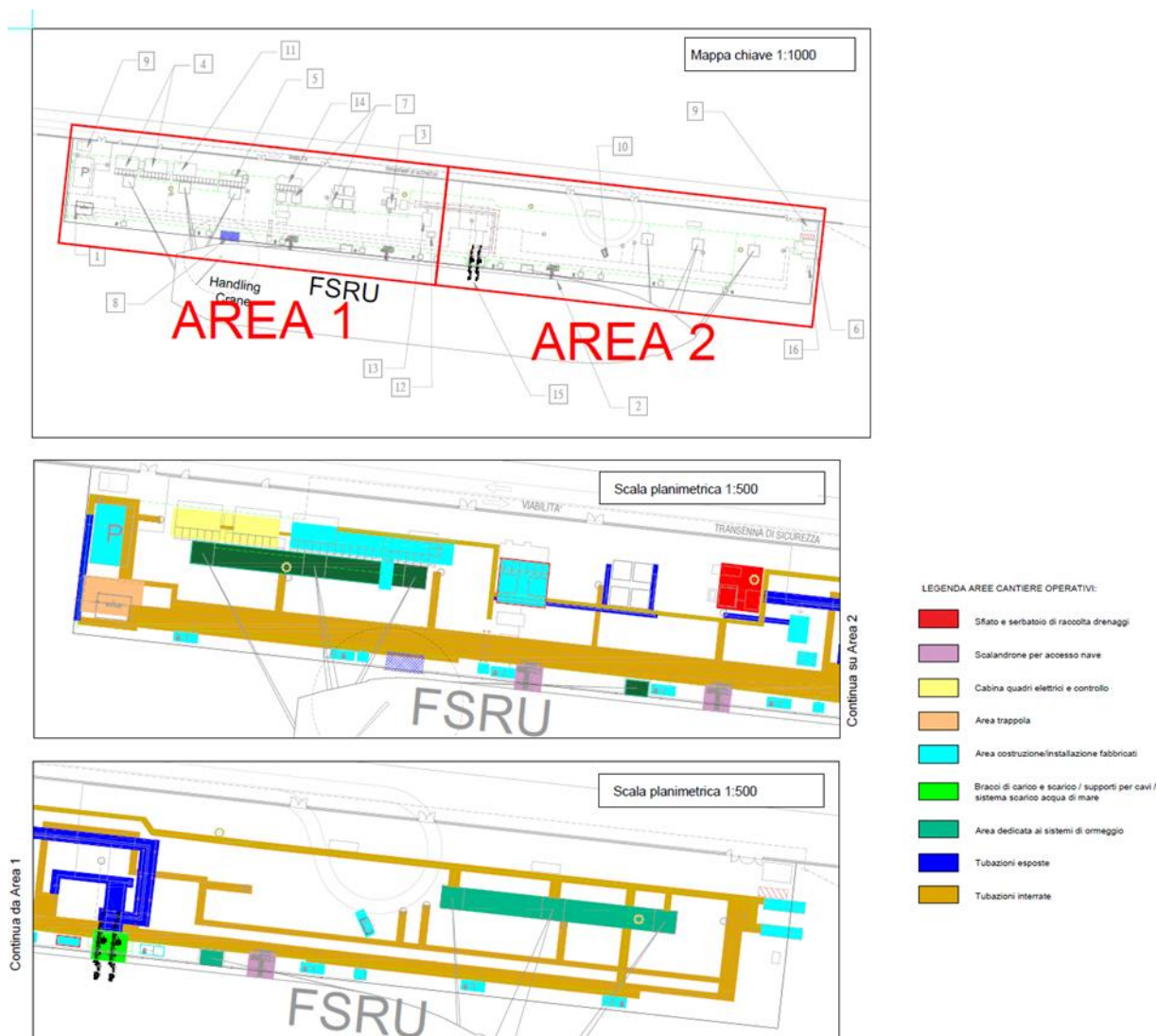


Figura 8-1 Schema planimetrico aree di cantiere

8.1.3 Cronoprogramma e Manodopera

Il cantiere avrà una durata massima stimata di circa 29 mesi (si veda anche il Cronoprogramma Lavori al seguente Capitolo 9) ed impiegherà mediamente circa 50 addetti con una presenza contemporanea fino ad un massimo di 80 addetti nel periodo di picco.

8.1.4 Realizzazioni opere civili

Si è ipotizzato di costruire la nuova banchina a partire dal molo Est proseguendo con un unico fronte di avanzamento verso Ovest.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 72 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Le principali lavorazioni consistono nella realizzazione dello scanno d'imbasamento in materiali lapidei 5-50 kg, sul quale saranno poggiati i cassoni prefabbricati, successivamente riempiti con materiale proveniente da cava o equivalente (ad esempio materiali idonei riciclati) e nella formazione della sovrastruttura in calcestruzzo armato (coronamenti ed impalcati di collegamento tra i cassoni cellulari).

Lo scanno di imbasamento dovrà essere realizzato con l'ausilio di pontoni allestiti con gru a benna in modo tale da garantire un materiale in opera omogeneo. Per questa ragione si dovranno utilizzare speciali accorgimenti per escludere la possibilità che si verifichi la segregazione del materiale qualora questo venisse semplicemente versato direttamente dalla superficie del mare. La segregazione del materiale è dovuta alle diverse velocità di sedimentazione del materiale che costituisce fuso granulometrico.

Una volta realizzato lo scanno di imbasamento secondo le geometrie di progetto per consentire l'installazione dei cassoni questo andrà livellato con materiale granulare fino alla quota di progetto con l'ausilio di pontoni e sommozzatori.

In particolare per la formazione dello scanno di imbasamento si prevede la sua completa realizzazione in circa 41 settimane con un avanzamento di circa 500 m3 al giorno.

Per la prefabbricazione dei cassoni cellulari si è previsto cautelativamente l'utilizzo di un solo bacino di prefabbricazione, impiegando all'incirca 2 settimane da 5 gg lavorativi l'una per la realizzazione di un singolo cassone.

Una volta messi in galleggiamento i cassoni saranno trasportati in sito da n.4 rimorchiatori e affondati attraverso l'immissione di acqua nelle celle fino al raggiungimento della quota di imbasamento di -15.00 l.m.m.

Si è previsto che l'installazione di due cassoni consecutivi avvenga con uno scarto temporale di due settimane in cui avviene lo zavorramento definitivo del cassone installato.

Finite infatti le operazioni di posa e affondamento dei cassoni si procederà alla loro stabilizzazione definitiva con materiale granulare versato con pontoni allestiti con gru a benna.

A stabilizzazione avvenuta si potrà procedere alla realizzazione dei coronamenti di banchina (struttura in c.a. sovrastante l'ingombro del cassone); l'approvvigionamento dei materiali (armature casseri e calcestruzzo) potrà avvenire sia via terra lungo la banchina della diga esistente che via mare con l'ausilio di pontoni.

Parallelamente alla realizzazione della sovrastruttura e a seguito della stabilizzazione del cassone si potrà procedere con pontoni muniti di gru a grappo al completamento a sezione finita delle scogliere di protezione dello scanno di imbasamento con massi 1-3 t, procedendo con una produzione media giornaliera di 44 m3.

Completano l'opera di banchina gli impalcati di collegamento tra cassoni costituiti da travi prefabbricate in c.a.p realizzate in stabilimento e trasportate via terra a pie d'opera; l'installazione potrà avvenire sia via terra lungo la banchina della diga esistente, su porzioni di banchina già realizzate o via mare con l'ausilio di pontoni con gru fino a 40 t.

8.1.5 Interventi di modifica strutturale delle opere esistenti

Sono previsti locali adattamenti del coronamento di banchina dell'attuale diga foranea per il tratto interessato dall'intervento al fine di consentire la realizzazione dell'appoggio delle travi d'impalcato di raccordo con il nuovo piazzale di banchina.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 73 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

8.1.6 Installazioni impianti

La fase di installazione impiantistica avverrà dopo la realizzazione delle fondazioni. Inizialmente si procederà all'installazione delle strutture metalliche, della posa degli apparecchi (bracci di scarico), del prefabbricato elettro-strumentale e Diesel d' Emergenza, del package antincendio e in ultimo delle tubazioni.

Tutte le apparecchiature installate saranno adeguatamente collegate mediante cavi di potenza con il sistema di alimentazione elettrico e mediante cavi di controllo mediante il sistema di controllo e telecomunicazione.

8.2 Attività di Cantiere (Condotta Gas e Cavo FO Sottomarini)

8.2.1 Fasi Realizzative

La fase di cantiere per la realizzazione della condotta Gas sottomarina e per la posa del cavo FO prevedrà:

- le opere di costruzione dell'approdo mediante microtunnel;
- l'installazione di entrambi i servizi, condotta e cavo, attraverso quest'ultimo;
- posa di condotta e cavo per il restante tratto a mare ed collegamenti in banchina.


Più in dettaglio le fasi realizzative che si articoleranno durante lo svolgimento dei lavori saranno le seguenti:

- Preparazione area di cantiere per perforazione Microtunnel;
- Costruzione pozzo e muro di spinta;
- Perforazione Microtunnel;
- Realizzazione scavi accessori a mare;
- Smobilitazione cantiere di perforazione, recupero MTBM ed allestimento area di varo;
- Varo condotta in Microtunnel;
- Installazione riser su banchina;
- Posa giunti flangiati condotta;
- Installazione/posa cavo FO sottomarino;
- Ripristino degli scavi a mare, installazione dei sistemi di protezione;
- Pre-commissioning;
- Smobilitazione aree di cantiere a terra e ripristini.

La sequenza delle diverse operazioni realizzative è organizzata in modo tale da poter procedere con delle lavorazioni in parallelo, come riportato nel cronoprogramma delle attività di cui al documento Doc. No. 001-ZX-E-09804_01 - *Cronoprogramma Complessivo delle Opere*, allegato alla documentazione di progetto.

L'area a terra dell'approdo costiero sarà raggiungibile mediante la viabilità esistente dell'impianto nel quale l'area di cantiere del microtunnel è collocata.

Le attività di costruzione comporteranno la realizzazione delle seguenti opere:

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 74 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Pozzo di partenza e muro di spinta in cemento armato gettato in opera (opera temporanea, parzialmente da demolire);
- Microtunnel di lunghezza 1300 m, in cilindri di cls armato prefabbricati (opera permanente);
- Palancoolato di contenimento della rampa di varo per la condotta (opera temporanea, rimovibile al termine dei lavori di installazione);
- Basamento di ancoraggio in cls armato del sistema di spinta (Pipe Thruster) (opera temporanea, rimovibile al termine dei lavori di installazione);

Per i dettagli si faccia riferimento alla seguente documentazione di progetto: Doc. No. 001-GB-B-61008_00 - Aree di Cantiere a Terra - Perforazione Microtunnel e Doc. No. 001-GB-B-61009_00 - Aree di Cantiere a Terra – Varo Condotta Sottomarina.

8.2.2 Accantieramento

Le operazioni di cantiere riguardano principalmente:

- L'allestimento dell'area di un cantiere a terra per la perforazione del microtunnel, incluso scotico superficiale, livellamento della superficie occupata, realizzazione strade di accesso temporaneo, installazione degli impianti, stoccaggio dei cilindri in c.a. del microtunnel;
- Lo scavo e la costruzione del pozzo e del muro di spinta in cemento armato;
- La perforazione del microtunnel;
- La smobilitazione dell'attrezzatura di perforazione e preparazione tunnel alle attività di varo;
- L'installazione di pareti in palancole in allineamento al pozzo di spinta, demolizione della parete di spinta e scavo rampa di varo;
- La costruzione basamento in c.a. di ancoraggio per il sistema di spinta (Pipe Thruster) su rampa di varo;
- Lo scavo area di transizione e trincea a mare per installazione condotta sottomarina interrata;
- Il recupero della testa fresante (MTBM);
- La posa della condotta sottomarina e del cavo FO di collegamento tra la nuova banchina e l'area di approdo a terra inclusi quindi l'installazione del riser e del J-tube sulla nuova banchina. La condotta ed il cavo saranno posati in parte all'interno del tunnel, e in parte sul fondo marino in trincea;
- Operazioni di ripristino delle aree di lavoro a terra e a mare.

La prima operazione, che precede l'inizio delle attività di costruzione, sarà la cantierizzazione delle aree temporanee, inclusiva dell'installazione di barriere temporanee, dell'installazione di segnaletica e della definizione delle vie di accesso per personale e mezzi d'opera.

La realizzazione della viabilità interna di impianto verrà eseguita tenendo in considerazione tutte le attività che sono in esercizio e che richiedono accessi continui alle aree.

Si cercherà di tenere quanto più possibile segregate le aree di cantiere per le nuove attività da realizzare da quelle esistenti sulle quali persistono attività in esercizio.

Saranno altresì predisposte delle aree temporanee nelle vicinanze dell'area dei lavori per minimizzare gli spostamenti di personale e mezzi.

Le aree di cantiere relative alle varie componenti da realizzare sono riportate nei seguenti documenti allegati alla documentazione di progetto: Doc. No. 001-GB-B-61008_00 - Aree di Cantiere a Terra - Perforazione Microtunnel, Doc. No. 001-GB-B-61009_00 - Aree di Cantiere a

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 75 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Terra – Varo Condotta Sottomarina e Doc. No. 001-GB-B-61010_00 - Planimetria e sezione per Scavo di Transizione per Uscita Microtunnel.

8.2.3 Cronoprogramma e Manodopera

Il cantiere avrà una durata massima stimata di circa 21 mesi ed impiegherà mediamente circa 60 addetti con una presenza contemporanea fino ad un massimo di 90 addetti nel periodo di picco.

8.2.4 Costruzione del Microtunnel di approdo a terra

Il cantiere di perforazione del tunnel si sviluppa su due aree di lavoro situate in prossimità delle zone d'ingresso e di uscita della perforazione.

Cantiere a Terra

A terra verrà installata un'area di cantiere all'interno della quale si predisporranno tutte le apparecchiature ed i materiali necessari alla perforazione del tunnel. L'area di lavoro dovrà essere accessibile ai mezzi di lavoro, o resa tale se non adatta al passaggio di mezzi pesanti, asportando, compattando e livellando il terreno se necessario.

L'accesso dei mezzi alle aree di cantiere sarà garantito a partire dalla viabilità esistente mediante la realizzazione di una strada di accesso provvisoria.

Su questo lato si opererà lo scavo per il pozzo di spinta e la sua costruzione. Installato l'impianto di perforazione e la stazione di spinta, da questo lato si procederà con l'avanzamento della perforazione che avrà termine quando sarà raggiunto il punto prestabilito lato mare.

Area di intervento lato mare

Terminata la perforazione lato mare sarà necessario intervenire con opportuni mezzi navali adibiti a scavo per il recupero della fresa (MTBM) e per realizzare una zona di transizione e una trincea per la posa della condotta sottomarina fino a raggiungere quasi la nuova banchina. Il materiale scavato sarà accantonato in una area funzionale alla posa della condotta sottomarina ed alla movimentazione dei sedimenti marini, posta in prossimità dell'area di intervento.

Se necessario, durante tutte le attività si dovrà prevedere un mezzo navale per esecuzione di rilievi e trasporto sommozzatori.

8.2.5 Installazione della condotta sottomarina

La condotta sarà installata in parte in microtunnel, e per la parte rimanente posata sul fondo marino in trincea.

8.2.5.1 Varo della condotta in Microtunnel

Il cantiere di varo si sviluppa su due aree di lavoro situate in prossimità delle zone d'ingresso e di uscita della perforazione.

Cantiere a Terra

Smobilitato il cantiere di perforazione e preparato il tunnel al varo, si allestirà il cantiere per le attività di inserimento della tubazione. Sarà demolito parzialmente il pozzo di spinta per permettere la realizzazione di una rampa di varo in scavo, sostenuto lateralmente da due palancoi.

La rampa alloggerà anche un basamento in c.a. gettato in opera per l'ancoraggio del sistema di spinta (Pipe Thruster).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 76 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Con la rimozione della MTBM lato mare, e il conseguente allagamento del tunnel, anche la rampa risulterà parzialmente allagata durante le operazioni di varo.

Il varo della condotta sarà operato per stringhe successive di due barre, spingendo mediante il Pipe Thruster i doppi giunti lungo la rampa predisposta, ed inserendoli nel tunnel, fino a raggiungere l'uscita lato mare.

Area di intervento lato mare

Lato mare, con opportuni mezzi navali adibiti a sollevamento, si opererà il recupero della MTBM e il suo trasporto a terra.

Su questo lato si posizionerà anche un pontone sul quale sarà predisposto un argano che supporterà la spinta del Pipe Thruster mediante tiro in testa alla stringa da varare.

8.2.5.2 Installazione del Riser su nuova banchina;

I lavori di installazione del tubo di risalita (riser) sulla nuova banchina saranno eseguiti con assistenza di un mezzo navale opportunamente attrezzato per la movimentazione dei tubi pre-assemblati.

8.2.5.3 Posa della condotta per giunti flangiati sul fondo marino

I lavori di installazione degli spools rettilinei flangiati in allineamento al tunnel saranno eseguiti con assistenza di un crane barge adeguato alla movimentazione dei tubi pre-assemblati.

8.2.5.4 Metrologia finale, assemblaggio e installazione dello spool sottomarino terminale

In prossimità della nuova banchina per l'ormeggio della FSRU sarà realizzato il collegamento tra la condotta posata sul fondo e il tubo di risalita preinstallato, mediante installazione dello spool di terminale, eseguita con assistenza di un crane barge adeguato alla movimentazione dei tubi pre-assemblati. Lo spool avrà una forma e lunghezza dipendenti dalla configurazione necessaria per il collegamento e le sue dimensioni saranno funzione dalla capacità dei mezzi navali impiegati. Le operazioni di installazione saranno effettuate previa metrologia mediante l'ausilio di sommozzatori.

8.2.6 Installazione del cavo FO

Il cavo FO sarà installato tirandolo da terra verso mare con un argano posizionato su jack-up. Il cavo sarà installato in parte in Microtunnel, inserendolo all'interno di tubo accessorio in PEAD predisposto sulla volta del tunnel, e per la parte rimanente, fino alla banchina posato e interrato sul fondo marino. Arrivato in prossimità della banchina, si opererà il recupero dell'estremità sul terminale, tramite pull-in all'interno di un J-tube.


8.2.7 Ricoprimento della condotta e ripristini

Lato terra

Terminate le operazioni di varo ed i collegamenti si provvederà al ripristino dell'area di cantiere alle sue condizioni originarie.

La parte sommitale del pozzo verrà demolita, rimosse le palancole e chiusa l'estremità del microtunnel. Svuotato lo scavo dall'acqua di mare, la rampa di varo sarà quindi riempita con il materiale precedentemente accantonato.

Infine, saranno rimosse tutte le attrezzature e i materiali di lavoro e ripristinate strade di ingresso e l'area di lavoro utilizzata.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 77 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

Lato mare

Terminate le operazioni di posa ed i collegamenti si provvederà al riempimento della trincea e della zona di transizione con materiale di scavo pre-accantonato.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 78 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

9 CRONOPROGRAMMA LAVORI

Il cantiere avrà una durata stimata di circa 29 mesi: il cronoprogramma delle attività previste per le fasi di cantiere, fino all'operatività del Terminale, tiene conto di eventuali interferenze meteomarine e di gestione degli specchi acquei prospicienti le aree di cantiere nell'ottica di mantenere inalterata l'operatività dei concessionari e al contempo limitando le interferenze esistenti con il traffico portuale.

Si riporta di seguito una sintesi del cronoprogramma riferito alle macrofasi costruttive, rimandando per i dettagli all'elaborato allegato alla documentazione di progetto *Doc. No. 001-ZX-E-09804_01 – Cronoprogramma complessivo delle opere.*

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 79 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

CRONOPROGRAMMA:TERMINALE DI PORTO TORRES E OPERE CONNESSE																														
DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'	DURATA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29
1 1 CRONOPROGRAMMA COMPLESSIVO DELLE OPERE - FSRU PORTO TORRES	125 s																													
2 1.1 CANTIERE COSTRUZIONE MOLO A CASSONI	74 s																													
3 1.2 CANTIERE ALLESTIMENTO BANCHINA	51 s																													
4 1.3 COSTRUZIONE CONDOTTA DN 500 E CAVO 48 FO SOTTOMARINI	91 s																													

Figura 9-1 Sintesi delle macrofasi del Cronoprogramma lavori

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 80 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

10 FASI DI AVVIAMENTO

10.1 Realizzazione del terminale e Trasporto in Sito della FSRU

La FSRU verrà ormeggiata permanentemente lungo la nuova banchina a cassoni aggettante la diga foranea per rispondere ai requisiti tecnici e ambientali richiesti dalla normativa europea e nazionale, agli standard tecnici adottati nella progettazione e da quanto richiesto dallo specifico progetto in esame.

La FSRU sarà costruita presso un cantiere navale da identificare, esterno all'area di Porto Torres.

La FSRU sarà poi trasportata presso il porto di Porto Torres, e infine ormeggiata e collegata all'impianto di ricezione in banchina. Prima dell'entrata in esercizio saranno svolti tutti i test sul sistema complessivo del Terminale.

10.2 Pre-commissioning

Lo scopo del pre-commissioning è verificare che tutte le parti dell' impianto appena completate meccanicamente siano state realizzate in maniera conforme al progetto originario.

Il pre-commissioning consiste nelle seguenti attività principali:

- Controllo delle opere civili
- Controllo dei cabinati e verifica completamento apparati elettrici, strumentali e idraulici.
- Controllo delle tubazioni:
- Controllo Apparecchiature Statiche
- Controllo Apparecchiature Rotanti
- Controllo apparecchiature e sistemi strumentali
- Controlli apparecchiature e sistemi elettrici

Durante il pre-commissioning non vengono introdotti idrocarburi nell' impianto ma solo fluidi di servizio come ad esempio aria compressa, acqua, azoto. Sono temporaneamente messi sotto tensione a scopo di test i componenti elettrici quali quadri di distribuzione, e gruppi di continuità.

Durante la fase di pre-commissioning quindi sono possibili lavori meccanici onde rettificare installazioni non corrette.



10.3 Fasi di Avviamento per Condotta e Cavo Telecomando Sottomarini

La filosofia di pre-commissioning relativa alla sezione offshore del gasdotto si basa sui seguenti presupposti:

- le teste di tiro e di abbandono, utilizzate per l'installazione della sezione offshore della condotta offshore, saranno utilizzate anche per il pre-commissioning intermedio;
- Riser e Spools saranno già puliti, calibrati e collaudati idrostaticamente (in cantiere) prima della loro installazione.

Il Pre-commissioning della condotta offshore sarà effettuato come segue:

- Pre-commissioning intermedio: riempimento con acqua, pulizia, calibratura, prova idrostatica e depressurizzazione

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 81 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Pre-Commissioning Finale (Test di tenuta finale della condotta offshore), gauging, passaggio pig intelligente e svuotamento, dalla trappola sulla struttura offshore alla trappola temporanea all'approdo;
- svuotamento dell'acqua utilizzata per le diverse fasi di Pre-commissioning, stoccaggio della stessa a terra in idonee vasche di contenimento e successivo scarico a mare (o smaltimento in discarica).

Per quanto riguarda il cavo TLC, le seguenti operazioni sono previste:

- Attività di Pre-commissioning volte a verificare l'integrità meccanica della Fibra Ottica e delle relative terminazioni e connessioni;
- Attività di Commissioning volte a verificare l'integrità del link dati e delle relative funzionalità associate.

10.4 Ormeaggio della FSRU e collegamento alla banchina

Una volta terminate le operazioni di realizzazione delle opere nell' impianto di ricezione, sarà possibile ormeggiare la FSRU presso la banchina e procedere con il collegamento della stessa alle strutture di terra, tra le quali:

- Bracci di scarico GN
- Cavi di comunicazione elettro-strumentale

Aiuti temporanei alla navigazione potrebbero essere richiesti durante il traino della FSRU in fase di trasporto e ormeggio.

La verifica del sistema di ormeggio sarà svolta in accordo alle regole di classe definite dal regolamento RINA, in quanto la FSRU sarà iscritta al Registro Navi Minori e Galleggianti.

10.5 Commissioning

L'attività inizia quando le attività di precommissioning sono quasi ultimate.

L'attività di commissioning si effettua ad impianto meccanicamente completato e precommissionato per essere pronti per introdurre il GNL. Al termine del commissioning stesso l'impianto è pronto per l'introduzione del GNL. Di conseguenza in questa fase saranno da applicarsi tutte le procedure di sicurezza previste dalle procedure medesime.

Le fasi del commissioning sono quelle qui elencate nell'ordine più comunemente usato, altre sequenze possono essere adottate in funzione di esigenze particolari di impianto, in particolare in relazione al commissioning dei serbatoi GNL e del metanodotto, oltre alle tubazioni principali di collegamento:

- Messa in esercizio dei servizi (utilities);
- Messa in esercizio dei generatori di emergenza;
- Per la parte elettrica: energizzazione della sottostazione elettrica e distribuzione alle utenze;
- Per la parte strumentale: verifica delle logiche e sequenze di funzionamento e degli interblocchi di sicurezza;
- Verifica dei sistemi di rilevazione incendio, fumo gas e dei sistemi automatici e manuali di antincendio sia all'interno di edifici sia nelle aree esterne di impianto;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 82 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

- Per apparecchiature rotanti: test di circolazione di pompe, ventilatori, compressori utilizzando fluidi ausiliari,
- Per tubazioni e apparecchiature: rimozione dei filtri temporanei, installazione dei filtri permanenti, test di tenuta, test di circolazione con fluidi di servizio.

10.6 Avviamento

Portate a termine le fasi di pre-commissioning e commissioning il terminale è pronto per entrare in produzione.

Una volta assicurato un sufficiente livello di GNL nei serbatoi, si inizia ad alimentare il GNL ai vaporizzatori a bassa portata e progressivamente si incrementa la pressione di mandata, secondo una rampa predefinita, fino al valore normale di rete.

Successivamente si incrementa la portata, fino a giungere, sempre seguendo una rampa predefinita, al valore di marcia normale.

Una volta verificato che la qualità del prodotto è secondo specifiche, si può procedere per la regolazione fine e l'ottimizzazione dell'impianto.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 83 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

11 PERSONALE PER LA CONDUZIONE DELL'IMPIANTO

Durante la fase di esercizio è previsto l'impiego di personale tecnico quale:

- responsabile impianto;
- viceresponsabile impianto;
- responsabile della logistica e dei trasporti;
- responsabile della sicurezza e antincendio;
- operatori per le operazioni di trasferimento GNL da/verso la FSRU;
- personale impiegato in sala controllo;
- operatori specializzati per la manutenzione;



Per garantire l'operatività ordinaria del terminale viene stimato del personale pari a 30 unità che si alterneranno per garantire continuità 24 ore su 24.

Un esteso e specifico programma di addestramento durante le operazioni che si svolgono nel regolare esercizio e in emergenza verrà assicurato a tutti i componenti operativi assicurando l'esercizio del Terminale nella maniera più efficiente e più sicura.

Il numero di persone presenti avrà un'adeguata formazione sulla sicurezza garantendo l'esercizio in sicurezza anche durante l'eventuale contemporaneità di alcune operazioni.

L'esercizio del Terminale, inoltre, potrebbe comportare l'impiego di lavoratori esterni per le seguenti funzioni:

- servizi di pilotaggio e rimorchio delle navi;
- servizio di ristoro;
- pulizia dell'area;
- manutenzione specifica.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA NQ/R21300/L01	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09301	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres e opere connesse	Fg. 84 di 84	Rev. 01

Rif. T.EN Italy Solutions: 217871C-060-RT-1500-001

12 ALLEGATI

12.1 Allegati alla documentazione di progetto

001-CI-E-10025_00	Relazione descrittiva e di calcolo (Banchina)
001-ZB-E-15002_01	Caratterizzazione dello stato attuale della diga esistente
001-GA-E-08006_01	Relazione Tecnica di Selezione Tipologia di Vaporizzatore
001-GD-B-61002_01	Planimetria Generale Aree Logistiche / Viabilità di Collegamento
001-GB-B-61000_01	Planimetria Generale dell'impianto
001-ZA-E-09304_00	Relazione Tecnico-Illustrativa per la condotta sottomarina
001-ZB-B-85136_01	Planimetria Sistemi di Protezione Passiva da Incendio - Banchina
001-ZX-E-09804_01	Cronoprogramma complessivo delle opere
001-GB-B-61001_01	Planimetria Generale Aree Cantieri Operativi
001-GB-B-61008_00	Area di Cantiere a Terra - Perforazione Microtunnel
001-GB-B-61009_00	Area di Cantiere a Terra - Varo Condotta Sottomarina
001-GB-B-61010_00	Planimetria e Sezione Scavo di Transizione per Uscita Microtunnel