

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

**EMERGENZA GAS**  
**INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)**  
**FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti**

**RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO OFFSHORE**



00	Emissione per Permessi	F. Fratoni A. Rossi R. Ziveri	A. Sola	C. Mordini	06/07/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## INDICE

<b>LISTA DELLE TABELLE .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE .....</b>	<b>6</b>
<b>ELENCO ALLEGATI.....</b>	<b>7</b>
<b>ELENCO ANNESSI.....</b>	<b>7</b>
<b>DEFINIZIONE ED ACRONIMI.....</b>	<b>8</b>
DEFINIZIONI .....	8
ACRONIMI.....	8
<b>1 INTRODUZIONE.....</b>	<b>11</b>
<b>2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FSRU RAVENNA .....</b>	<b>13</b>
2.1 TERMINALE FSRU RAVENNA.....	13
2.2 OPERE CONNESSE.....	13
<b>3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INFRASTRUTTURALE.....</b>	<b>15</b>
3.1 UBICAZIONE DELL'ORMEGGIO DELLA FSRU .....	15
3.2 DESCRIZIONE DELLA PIATTAFORMA PETRA.....	15
3.3 CARATTERISTICHE DEL FONDALE.....	17
3.4 ROTTE DI INGRESSO AL / USCITA DAL PORTO DI RAVENNA E TRAFFICO MARITTIMO .....	17
3.4.1 <i>Rotte di Ingresso al / Uscita dal Porto di Ravenna</i> .....	17
3.4.2 <i>Traffico Marittimo</i> .....	18
3.5 CLIMA METEOMARINO .....	19
3.6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO .....	22
3.7 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....	23
<b>4 ANALISI DEI VINCOLI E DEGLI STRUMENTI DI TUTELA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....</b>	<b>24</b>
<b>5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>26</b>
<b>6 DESCRIZIONE GENERALE DELL'ORMEGGIO DELLA FSRU .....</b>	<b>31</b>
6.1 ALTERNATIVA A: SOLUZIONE CON CASSONI – LAYOUT DELLA PIATTAFORMA.....	31
6.2 ALTERNATIVA B: SOLUZIONE CON PALANCOLATO - LAYOUT DELLA PIATTAFORMA .....	32
6.3 VITA DI PROGETTO DEL TERMINALE .....	33

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

6.4	CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA DI ACCOSTO .....	33
6.5	MANOVRABILITÀ DELLA METANIERA .....	33
6.6	DESCRIZIONE GENERALE DELLA FSRU.....	38
6.7	LIMITE DI BATTERIA .....	39
6.8	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLA FSRU .....	41
6.9	CARATTERISTICHE DEL GNL.....	42
6.10	CARATTERISTICHE DEL GAS DI CONSEGNA ALLA RETE.....	43
6.11	FUNZIONAMENTO DEL TERMINALE .....	43
6.12	UNITÀ DI CARICO GNL DA NAVE SPOLA.....	45
6.13	UNITÀ DI STOCCAGGIO DEL GNL.....	45
6.13.1	<i>Pompe di Carico Principali (Main Cargo Pump)</i> .....	45
6.13.2	<i>Pompe di Alimentazione GNL (LNG Feed Pump)</i> .....	46
6.14	SISTEMA DI VAPORIZZAZIONE .....	46
6.14.1	<i>Pompe ad Alta Pressione</i> .....	46
6.14.2	<i>Vaporizzatori</i> .....	47
6.14.3	<i>Pompe acqua Mare (Acqua di Vaporizzazione)</i> .....	47
6.15	UNITÀ DI SCARICO E CONSEGNA GAS NATURALE .....	47
6.16	HIPPS .....	48
6.17	SISTEMA DI MISURA DEL GAS .....	48
6.18	SISTEMA DI GESTIONE BOG.....	49
6.19	SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE E SFIATO DI EMERGENZA.....	49
6.20	SISTEMA DI CONTROLLO DEL TERMINALE .....	50
6.21	SOTTOSERVIZI .....	50
6.21.1	<i>Alloggi</i> .....	50
6.21.2	<i>Aria Compressa</i> .....	51
6.21.3	<i>Azoto</i> .....	51
6.21.4	<i>Sistema Antivegetativo (Antifouling System)</i> .....	52
6.21.5	<i>Acqua Dolce</i> .....	52
6.21.6	<i>Sistema Acque Reflue</i> .....	52
6.21.7	<i>Acqua Demineralizzata</i> .....	53
6.21.8	<i>Gestione delle Acque Oleose</i> .....	53
6.21.9	<i>Dispositivi di Movimentazione</i> .....	53
6.21.10	<i>Alimentazione e Distribuzione Elettrica</i> .....	54

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

6.22	SISTEMA DI ORMEGGIO .....	54
6.23	VIE DI FUGA.....	54
6.24	STAZIONE METEOROLOGICA.....	55
6.25	ILLUMINAZIONE ESTERNA .....	55
6.26	LUCI PER AIUTO ALLA NAVIGAZIONE (NAVIGATION AIDS) .....	55
<b>7</b>	<b>CARATTERISTICHE DELLA CONDOTTA SOTTOMARINA.....</b>	<b>57</b>
7.1	CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CONDOTTA.....	57
7.1.1	<i>Descrizione dell'Approdo sulla Piattaforma Offshore di Petra .....</i>	<i>57</i>
7.1.2	<i>Descrizione del Tracciato.....</i>	<i>59</i>
7.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL TRACCIATO.....	61
7.3	ANALISI IDRAULICA.....	62
7.4	SCELTA DEI MATERIALI.....	63
7.5	SPESSORE DELLA CONDOTTA.....	63
7.6	ANALISI DI STABILITÀ SUL FONDO DELLA CONDOTTA .....	64
7.7	PROTEZIONE CATODICA .....	64
7.8	CAVO TELECOMANDO .....	66
<b>8</b>	<b>ANALISI DELLE OPZIONI DI ACCOSTO .....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>FASI REALIZZATIVE .....</b>	<b>68</b>
9.1	ADEGUAMENTO DELLA PIATTAFORMA PETRA.....	68
9.2	REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI .....	72
9.2.1	<i>Stima dei Volumi Movimentati.....</i>	<i>72</i>
9.2.2	<i>Descrizione dei Mezzi e delle Tecniche Previste per la Movimentazione .....</i>	<i>74</i>
9.2.3	<i>Piano di Monitoraggio .....</i>	<i>75</i>
9.3	REALIZZAZIONE DI CONDOTTA E CAVO TELECOMANDO SOTTOMARINI .....	75
9.3.1	<i>Aree di Cantiere .....</i>	<i>76</i>
9.3.2	<i>Attività di Costruzione lungo la Rotta .....</i>	<i>77</i>
9.3.3	<i>Campo Ancore della Nave Posatubi .....</i>	<i>78</i>
9.3.4	<i>Realizzazione del Punto di Uscita a Mare del Microtunnel.....</i>	<i>78</i>
9.3.5	<i>Post-Trenching.....</i>	<i>81</i>
9.3.6	<i>Collegamenti .....</i>	<i>81</i>
9.3.7	<i>Realizzazione degli Attraversamenti.....</i>	<i>82</i>



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

9.4	INSTALLAZIONE CAVO TLC PER CONTROLLO VALVOLA SDV .....	82
9.4.1	<i>Metodologia e Sequenza di Installazione del Cavo</i> .....	83
9.4.2	<i>Interramento del Cavo Sottomarino</i> .....	85
<b>10</b>	<b>FASI DI AVVIAMENTO</b> .....	<b>86</b>
10.1	TERMINALE.....	86
10.1.1	<i>Pre-commissioning</i> .....	86
10.1.2	<i>Ormeggio della FSRU e collegamento alla Piattaforma Petra</i> .....	86
10.1.3	<i>Commissioning</i> .....	87
10.1.4	<i>Avviamento</i> .....	87
10.2	CONDOTTA E CAVO TELECOMANDO SOTTOMARINI.....	87
<b>11</b>	<b>SISTEMI DI SICUREZZA FSRU</b> .....	<b>89</b>
11.1	SEZIONE ESD .....	90
11.2	SEZIONE F&G .....	92
<b>12</b>	<b>RIFERIMENTI</b> .....	<b>93</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Batimetrie e distanza dalla costa	17
Tabella 3.2:	Valori Medi Mensili di Temperatura, Precipitazioni e Umidità	19
Tabella 3.3:	Estremi di Vento Annuali Direzionali per il Sito di Punta Marina	20
Tabella 3.4:	Estremi di Vento Mensili Omnidirezionali per il Sito di Punta Marina	21
Tabella 3.5:	Estremi di Onda Annuali Direzionali per il Sito di Punta Marina	21
Tabella 3.6:	Estremi di Onda Mensili Omnidirezionali per il Sito di Punta Marina	21
Tabella 3.7:	Estremi di Corrente Annuali Direzionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.	22
Tabella 3.8:	Estremi di corrente mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.	22
Tabella 6.1:	Dimensioni FSRU	41
Tabella 6.2:	GNL di Tipo "Leggero" (a Sinistra) e "Pesante" (a Destra)	42
Tabella 6.3:	Caratteristiche NG alla Consegna alla Rete di Trasporto	43
Tabella 7.1:	Coordinate del Tracciato	60
Tabella 7.2:	Caratteristiche della Condotta lungo il Tracciato	60
Tabella 7.3:	Caratteristiche della Condotta Offshore	61
Tabella 7.4:	Analisi di Stabilità sul Fondo della Condotta – Carichi Ambientali Considerati	64
Tabella 9.1:	Pendenze tipiche di scarpate sottomarine per differenti tipologie di terreni (BS 6349-5)	74

### LISTA DELLE FIGURE

Figura 3.1:	Struttura della Piattaforma Petra Esistente	16
Figura 3.2:	Schema Traffico Navale Previsto dall'Ordinanza 32/22	18
Figura 3.3:	Andamento delle Precipitazioni e della Temperatura nell'Arco dell'Anno	19
Figura 3.4:	Andamento della Temperatura nell'Arco dell'Anno	20
Figura 6.1:	ALTERNATIVA A Layout della Piattaforma di Ormeaggio PETRA – Soluzione con Cassoni	31
Figura 6.2:	ALTERNATIVA B Layout della Piattaforma di Ormeaggio PETRA – Soluzione con Palancolato	32
Figura 6.3:	Schematizzazione Manovra di Ingresso ed Accosto della Nave Gasiera alla FSRU (Configurazione con Alternativa A)	35
Figura 6.4:	Posizionamento Preliminare Boe di Segnalazione	36
Figura 6.5:	Area di Manovra (Configurazione con Alternativa A)	36
Figura 6.6:	Schematizzazione Manovra di Disormeggio e Uscita della Nave Gasiera (Configurazione con Alternativa A)	38
Figura 6.7:	Limite di Batteria Terminale/Opere Connesse – Alternativa A	40
Figura 6.8:	Limite di Batteria Terminale/Opere Connesse – Alternativa B	41
Figura 6.9:	Schema di Funzionamento della FSRU	44
Figura 7.1:	Tracciato Condotta Sottomarina DN650	57
Figura 7.2:	Accosto alla Piattaforma Offshore Petra – Alternativa A	58
Figura 7.3:	Accosto alla Piattaforma Offshore Petra – Alternativa B	59

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Figura 7.4:	Carta geologica della zona interessata ("Regione Emilia Romagna: <a href="http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia">http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia</a> ")	62
Figura 7.5:	Tipico Anodo a Bracciale	66
Figura 7.6:	Cavo TLC – Sezione Trasversale (Tipico)	66
Figura 9.1:	Aree Interessate da Dragaggio	73
Figura 9.2:	Tipica trincea all'uscita del microtunnel	79
Figura 9.3:	Tipici di Escavatori per Basso Fondale	79
Figura 9.4:	Esempio di Mezzo Sottomarino Tradizionale per Operazione di Interramento della Condotta con Post Trenching	81
Figura 9.5:	Tipica Sezione Trasversale di Cavo Affossato	83
Figura 9.6:	Esempi di Tubi di Protezione e Sistemi di Fascettamento per Configurazioni in "Bundle"	83
Figura 9.7:	Tipico di una Connessione Sottomarina di un Cavo (Splice Connection)	84
Figura 9.8:	Esempio di Abbandono del Cavo Sottomarino per Eseguire il Tiro dentro il J-tube	85
Figura 9.9:	Esempio di Mezzi Sottomarini per Interramento di Cavi	85

### ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1:	DIS-MEC-B-17000	Piattaforma di Ormezzio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni (Planimetria, sezione e layout) - a cura Technoconsult
ALLEGATO 2:	DIS-MEC-B-17007	Piattaforma di Ormezzio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancolato (Planimetria, sezione e layout) - a cura Technoconsult
ALLEGATO 3:	DIS-COR-B-09003	Planimetria Nautica
ALLEGATO 4:	DIS-COR-B-09004	Planimetria Nautica con Vincoli
ALLEGATO 5:	DIS-MEC-D-01000	Diagramma a blocchi (Tratto a mare)
ALLEGATO 6:	DIS-MEC-D-01001	PFD (Tratto a mare)
ALLEGATO 7:	DIS-COR-B-09005-1	Corografia – Alternativa A
	DIS-COR-B-09005-2	Corografia – Alternativa B
ALLEGATO 8:	DIS-CIV-B-09030	Planimetria Generale Aree Cantiere – Condotta Offshore

### ELENCO ANNESSI

ANNESSO 1:	REL-BAS-09006	Valutazione del Traffico Navale nell'Area di Progetto
ANNESSO 2:	REL-CGB-E-09011	Inquadramento Geologico e Geotecnico Area Vasta

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## DEFINIZIONE ED ACRONIMI

### DEFINIZIONI

PROPONENTE	Snam FSRU Italia
PROGETTO	FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti
SITO	Ravenna, Emilia Romagna
TERMINALE	Include la FSRU, l'ormeggio offshore presso la piattaforma offshore Petra esistente, le opere di adeguamento e protezione della stessa e l'impianto a terra di correzione dell'indice di Wobbe
OPERE CONNESSE	Metanodotti (a mare ed a terra) di collegamento tra FSRU e Rete Nazionale Gasdotti
NAVI METANIERE	Navi metaniere che trasportano/prelevano GNL al/dal Terminale
SHIP-TO-SHIP	Configurazione di ormeggio delle NAVI METANIERE sul fianco della FSRU, per permettere le operazioni di scarico/carico di GNL.

### ACRONIMI

AIS	Automatic Identification System
BOG	Boil-off Gas
CGU	Sistema di Combustione Gas in Eccesso
CI	Canale di Ingresso
CU	Canale di Uscita
DCS	Distributed Control System
DN	Diametro Nominale
ESD	Emergency Shut Down
F&G	Fire and Gas

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GN	Gas Naturale
GNL	Gas Naturale Liquido
HIPPS	High Integrity Pressure Protection System
Hs	Altezza significativa dell'onda
HVAC	High Voltage Alternating Current
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
IMO	International Maritime Organization
IR	Infra Rosso
ISO	International Organization for Standardization
LEL	Lower Explosive Limit
LNG	Liquified Natural Gas
LSD	Local Shut Down
3LPE	Three Layer of Polyethylene
MOP	Massima Pressione Operativa
NDT	Tecniche non distruttive
NG	Natural Gas
PERC	Powered Emergency Release Couplers
PFD	Process Flow Diagram
PLC	Pannello di Controllo Locale

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

PSD	Process Shut Down
PTM	Post Trenching Machine
SAWL	Submerged Arc Welded Longitudinal
SDV	Shut Down Valve
SIL	Safety Integrated Level
SOLAS	Safety Of Life At Sea
STS	Ship-To-Ship
SW	Sea Water
SWL	Safe Working Load
TBM	Tunnel Boring Machine
TLC	TeLeComunicazioni
Tp	Periodo dell'onda
UPS	Uninterruptible Power Supply
UTM	Universal Transverse Mercator
VTS	Vessel Tracking Services
WD	Water Depht
WGS	World Geodetic System

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 1 INTRODUZIONE

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

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

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

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

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

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

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento della struttura esistente per tener conto che l'ormeggio della FSRU presso la piattaforma sarà permanente, che i mezzi navali coinvolti hanno degli ingombri maggiori e che quindi occorreranno maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche. In particolare, sono state valutate e presentate due diverse alternative di ormeggio come segue:

- ✓ **ALTERNATIVA A** (si veda l'Allegato 1 - "DIS-MEC-B-17000 - Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni" (Planimetria, sezione e layout)): che prevede l'ampliamento della piattaforma Petra con una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangi flutti verso est da realizzarsi con cassoni autoaffondanti;
- ✓ **ALTERNATIVA B** (si veda l'Allegato 2 - "DIS-MEC-B-17007 - Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancolato" (Planimetria, sezione e layout)): che

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

prevede l'inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura "ad isola" da realizzarsi con un doppio palancolato metallico rinforzato da tiranti orizzontali, che consentirà sia l'ormeggio lato ovest della FSRU sia la protezione della stessa dal moto ondoso prevalente.

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

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

La presente relazione ed i suoi allegati sono parte integrante dell'istanza autorizzativa del Progetto FSRU Ravenna sottomessa ai sensi del comma 5 dell'art. 5 del D.Lgs. n.50 del 17/5/2022, con particolare riferimento alla realizzazione di impianti, strutture e infrastrutture offshore.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FSRU RAVENNA

Il Progetto FSRU Ravenna include le seguenti opere:

### 2.1 Terminale FSRU Ravenna

Il Terminale FSRU Ravenna è costituito da:

- ✓ n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) 43,5 m (larghezza);
- ✓ gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, che sono:
  - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg),
  - la sostituzione e l'adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma,
  - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/ricevimento pig,
  - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale,
  - gli impianti di sistema antincendio,
  - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare;
- ✓ le opere di protezione/adeguamento della piattaforma esistente, secondo quanto previsto nell'ALTERNATIVA A (si veda l'Allegato 1) o nell'ALTERNATIVA B (si veda l'Allegato 2);
- ✓ l'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

### 2.2 Opere Connesse

Le opere connesse al Terminale sono costituite da:

- ✓ la condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti, che include quanto segue:
  - tratto di metanodotto a mare (sealine), e relativo cavo telecomandato, denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km,
  - tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 1,9 km,
  - impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);

- ✓ la condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 32 km, che prevede:
  - N.6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008,
  - N.1 Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Metanodotto Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INFRASTRUTTURALE

L'ubicazione del Terminale e l'area interessata dalla condotta sottomarina sono riportate nella Corografia generale della zona su carta nautica riportata in Allegato 3.

#### 3.1 Ubicazione dell'Ormeaggio della FSRU

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

La FSRU sarà ormeggiata alla struttura Petra, previa esecuzione dei necessari lavori di adeguamento delle strutture, degli arredi di ormeggio e delle specificità impiantistiche richieste.

Dalla piattaforma partirà anche la condotta di diametro DN 650(26") che consentirà il trasferimento del gas naturale verso il punto di interconnessione alla esistente Rete Nazionale Gasdotti presso il cosiddetto Nodo di Ravenna posto a nord-ovest di Ravenna.

La scelta localizzativa è stata condotta con l'obiettivo di evitare l'installazione di una nuova struttura di accosto della FSRU, previo riutilizzo di una struttura esistente opportunamente adeguata e rinforzata al fine di consentire in sicurezza lo svolgimento delle operazioni per l'intera vita utile di progetto, minimizzando così gli impatti ambientali indotti nonché le interferenze con le attività antropiche presenti nell'area.

#### 3.2 Descrizione della Piattaforma Petra

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

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

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 3.1: Struttura della Piattaforma Petra Esistente**

La piattaforma Petra è essenzialmente costituita da:

- ✓ una piattaforma di scarico (main deck);
- ✓ no. 2 briccole di accosto (ciascuna con palo da 2.100 mm);
- ✓ no. 4 briccole d'ormeggio (ciascuna con 4 pali da 1.117 mm);
- ✓ no. 8 coppie di pali per sostegno delle passerelle (ciascuno con pali da 762 mm);
- ✓ sala controllo;
- ✓ bracci di carico e unità di controllo idraulica;
- ✓ approdo delle condotte a mare;
- ✓ imbarcadere per visitatori e barco sbarco personale;
- ✓ braccio Sud;
- ✓ locale generatore diesel;
- ✓ locale mensa ed alloggi;
- ✓ braccio Nord;
- ✓ locale gruppi elettrogeni.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### 3.3 Caratteristiche del Fondale

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

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

Nel tratto di costa interessato dalle opere a progetto il fondale presenta una pendenza media dello 0,5% fino alla batimetrica dei -5 m e sensibilmente inferiore a mano a mano che ci sia allontana dalla riva, come indicato nella seguente tabella.

**Tabella 3.1: Batimetrie e distanza dalla costa**

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

### 3.4 Rotte di Ingresso al / Uscita dal Porto di Ravenna e Traffico Marittimo

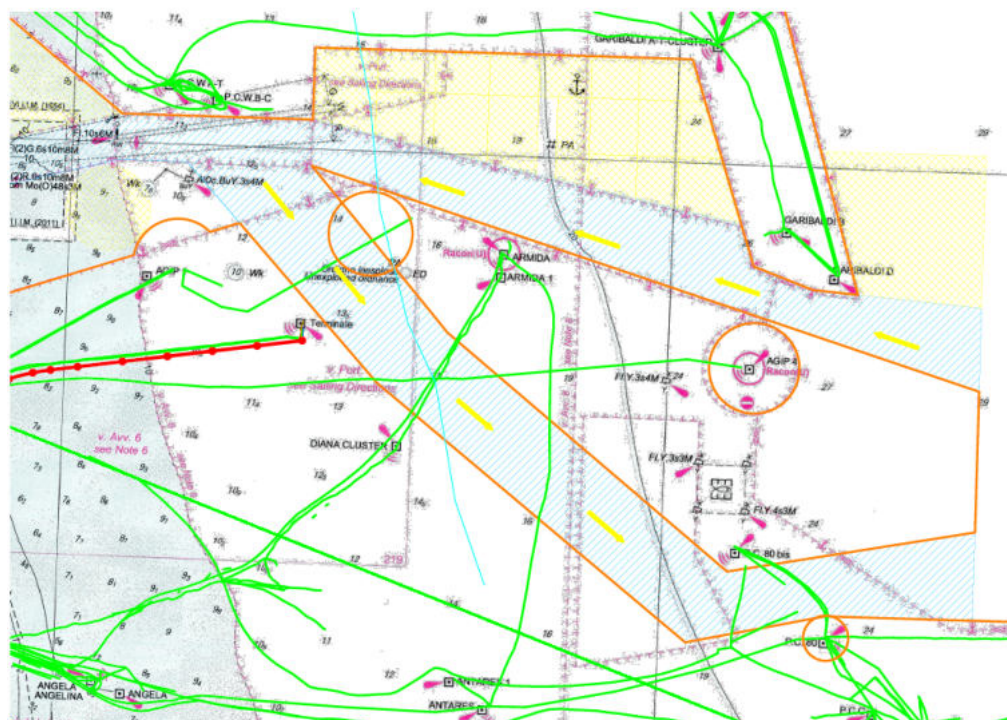
#### 3.4.1 Rotte di Ingresso al / Uscita dal Porto di Ravenna

Ai fini delle valutazioni preliminari espone nei successivi paragrafi, è stata considerata la configurazione dello schema di traffico del porto di Ravenna definito nell'Ordinanza 32/2022 in cui sono evidenziate le Corsie di Traffico in Entrata e in Uscita (rispettivamente indicate nella medesima Ordinanza come "Canale di Ingresso" – CI e "Canale di Uscita" – CU). Tale ordinanza entrerà in vigore a Settembre 2022 [11].



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti</b>	Pag. 18 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 3.2: Schema Traffico Navale Previsto dall'Ordinanza 32/22**

Da tale planimetria sono evidenti gli schemi di separazione del traffico in ingresso e in uscita, le indicazioni delle future aree di ancoraggio (a Nord del CI, riportate in giallo nella figura sovrastante) e delle installazioni presenti nell'area, siano esse piattaforme o condotte sottomarine.

### 3.4.2 Traffico Marittimo

Il traffico marittimo nella zona è stato caratterizzato sulla base di dati AIS (Automatic Identification System). L'AIS è un sistema automatico di tracciamento utilizzato dalle navi e dai servizi VTS (Vessel Tracking Services) per l'identificazione e la rilevazione della posizione delle navi basato sul continuo scambio di informazioni tra navi vicine e tra navi e basi AIS (sia terrestri sia satellitari). Le informazioni scambiate dai sistemi AIS comprendono l'identificazione univoca della nave, la sua posizione, rotta, velocità, direzione e tipo di imbarcazione.

Nell'ambito della valutazione dei traffici nell'area di interesse, sono stati acquisiti i dati AIS relativi all'intero anno 2021. Si rimanda all'Annesso 1 (Valutazione del traffico navale nell'area di progetto) per maggiori dettagli.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

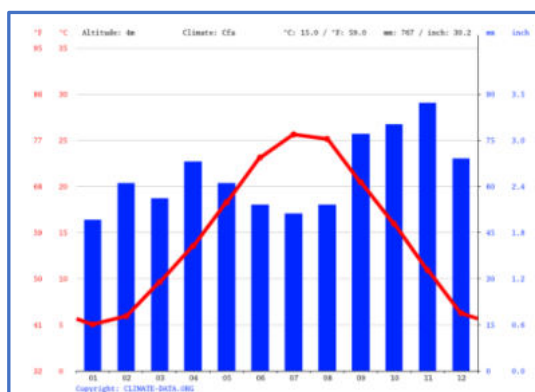
### 3.5 Clima Meteomarinò

L'area di Ravenna è caratterizzata da un clima caldo e temperato. Si registra una temperatura media di 15.0 °C e una piovosità media annuale di 767 mm (tabella seguente). La piovosità in particolare si mantiene elevata nel corso dell'intero anno, anche nei mesi più asciutti. Gennaio è il mese più secco con un valore medio mensile di 49 mm di pioggia. Novembre è il mese con maggiore piovosità, con una media di 87 mm.

Riguardo la temperatura del sito, il mese più caldo è luglio con una temperatura media di circa 25.6 °C. Gennaio invece è il mese con la temperatura più bassa, la media è infatti di circa 5°C (si vedano le figure seguenti).

**Tabella 3.2: Valori Medi Mensili di Temperatura, Precipitazioni e Umidità**

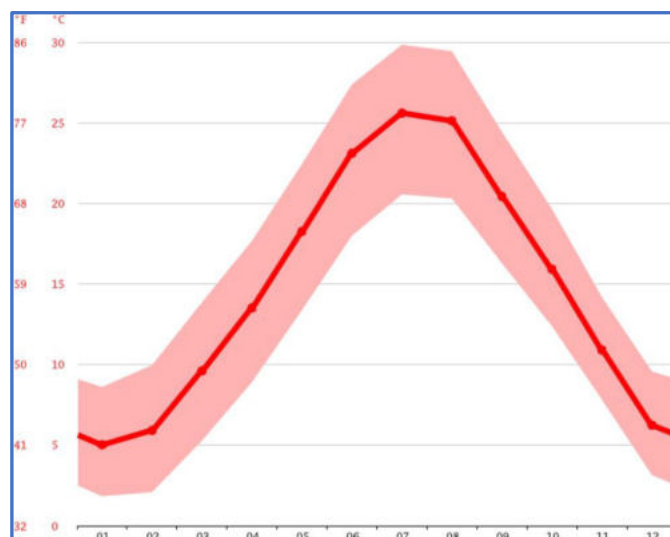
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	5	5.9	9.6	13.5	18.3	23.1	25.6	25.1	20.4	15.9	10.9	6.2
Temperatura minima (°C)	1.8	2.1	5.3	8.9	13.4	18	20.6	20.3	16.3	12.4	7.8	3.2
Temperatura massima (°C)	8.6	10	13.9	17.7	22.5	27.4	29.8	29.4	24.4	19.7	14.2	9.6
Precipitazioni (mm)	49	61	56	68	61	54	51	54	77	80	87	69
Umidità(%)	81%	77%	73%	71%	66%	60%	57%	61%	67%	76%	80%	81%
Giorni di pioggia (g.)	6	6	5	7	6	5	5	5	7	7	8	8
Ore di sole (ore)	4.8	6.3	8.2	10.0	11.8	12.9	12.8	11.7	9.8	6.7	5.4	4.7



**Figura 3.3: Andamento delle Precipitazioni e della Temperatura nell'Arco dell'Anno**

	PROGETTISTA	<b>RINA</b>	COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITÀ	<b>RAVENNA</b>	<b>NQ/R22178</b>	<b>-</b>
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 93	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 3.4: Andamento della Temperatura nell'Arco dell'Anno**

I dati meteomarini sono stati forniti da DHI (*Conceptual Area Characterization of the FSRU Positioning – Adriatic Zone - MI-SDF-E09031*) che hanno utilizzato i modelli MWM (Mediterranean Wind Wave Model) e MSPR (Mediterranean Sea Physics Reanalysis) per onda, vento, corrente e temperature. Il valore di Marine Growth è stato estratto da Mappa Nautica – Da Pesaro al Po di Goro N. 37 (2021 Edition).

Le seguenti tabelle mostrano i valori estremi annuali direzionali e mensili omnidirezionali di vento, onda e corrente a 5m sotto il livello del mare (b.s.l.). Per quando riguarda la corrente, i valori estremi a differenti profondità possono essere ricavati applicando un profilo 1/7.

**Tabella 3.3: Estremi di Vento Annuali Direzionali per il Sito di Punta Marina**

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E																				
Whole Year extreme wind speed - 10 m above sea level																				
Return period	1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
(°N)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3" (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
0.0	20.6	18.6	17.1	15.9	27.2	24.4	22.2	20.5	33.9	30.1	27.1	24.9	40.5	35.7	32.0	29.1	47.3	41.4	36.8	33.2
30.0	25.7	23.1	21.1	19.5	31.5	28.0	25.4	23.3	36.8	32.6	29.3	26.8	41.9	36.9	33.0	30.0	46.8	40.9	36.4	32.9
60.0	25.3	22.7	20.7	19.2	29.4	26.2	23.8	21.9	32.9	29.3	26.5	24.3	36.2	32.0	28.8	26.4	39.1	34.5	31.0	28.2
90.0	22.3	20.1	18.4	17.1	28.3	25.3	23.0	21.2	34.2	30.4	27.4	25.1	39.9	35.2	31.6	28.7	45.6	40.0	35.6	32.2
120.0	19.4	17.5	16.1	15.0	24.2	21.8	19.9	18.5	28.9	25.9	23.5	21.7	33.6	29.8	26.9	24.7	38.2	33.7	30.3	27.6
150.0	19.8	17.9	16.4	15.3	23.8	21.4	19.5	18.1	27.4	24.6	22.4	20.6	30.9	27.6	25.0	23.0	34.3	30.4	27.4	25.1
180.0	16.2	14.7	13.6	12.7	20.1	18.2	16.7	15.6	23.9	21.5	19.6	18.2	27.4	24.5	22.3	20.6	30.8	27.5	24.9	22.9
210.0	15.1	13.8	12.8	12.0	19.2	17.4	16.0	15.0	23.1	20.8	19.1	17.7	26.9	24.1	21.9	20.3	30.5	27.2	24.7	22.7
240.0	17.7	16.0	14.8	13.8	21.9	19.8	18.1	16.8	25.9	23.2	21.2	19.6	29.7	26.5	24.1	22.2	33.4	29.7	26.8	24.6
270.0	16.4	14.9	13.8	12.9	20.2	18.2	16.8	15.6	23.8	21.4	19.6	18.2	27.4	24.6	22.4	20.6	31.0	27.6	25.0	23.0
300.0	19.1	17.3	15.9	14.9	23.6	21.3	19.4	18.0	28.1	25.1	22.8	21.1	32.5	28.9	26.1	24.0	36.8	32.6	29.3	26.8
330.0	18.0	16.3	15.0	14.0	23.4	21.0	19.3	17.9	28.8	25.8	23.4	21.6	34.4	30.5	27.5	25.2	40.0	35.2	31.6	28.8
OmniDir	27.6	24.7	22.5	20.8	32.9	29.3	26.5	24.3	38.2	33.7	30.3	27.6	43.3	38.0	34.0	30.8	48.4	42.2	37.5	33.9



	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITA'		NQ/R22178	
	RAVENNA		PG-FTE-E-09000	
	PROGETTO / IMPIANTO		Pag. 21 di 93	Rev. 0
	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti			

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

**Tabella 3.4: Estremi di Vento Mensili Omnidirezionali per il Sito di Punta Marina**

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

**Tabella 3.5: Estremi di Onda Annuali Direzionali per il Sito di Punta Marina**

Wave Directional Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N - Whole year																				
Direction - coming from (°N)	1 yr Return Period				10 yr Return Period				100 yr Return Period				1000 yr Return Period				10000 yr Return Period			
	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)
0	1.32	6.11	4.82	7.59	1.85	6.83	5.57	8.26	2.39	7.41	6.16	8.79	2.93	7.87	6.65	9.22	3.48	8.24	7.05	9.56
30	2.55	7.55	6.32	8.93	3.34	8.16	6.96	9.48	4.11	8.60	7.44	9.88	4.86	8.95	7.81	10.18	5.60	9.22	8.12	10.42
60	3.61	8.33	7.14	9.63	4.47	8.78	7.63	10.03	5.28	9.11	7.99	10.32	6.06	9.37	8.28	10.55	6.81	9.58	8.51	10.72
90	3.60	8.32	7.13	9.63	4.51	8.80	7.65	10.05	5.38	9.15	8.03	10.36	6.23	9.42	8.34	10.59	7.06	9.64	8.59	10.77
120	2.83	7.79	6.57	9.15	3.61	8.33	7.14	9.63	4.39	8.74	7.59	10.00	5.16	9.07	7.94	10.29	5.94	9.33	8.24	10.52
150	1.31	6.09	4.80	7.58	1.72	6.67	5.40	8.11	2.12	7.13	5.88	8.54	2.50	7.51	6.27	8.89	2.88	7.83	6.61	9.18
180	0.76	5.14	3.81	6.73	1.12	5.79	4.49	7.30	1.46	6.33	5.05	7.80	1.81	6.78	5.51	8.22	2.15	7.17	5.91	8.57
210	0.73	5.08	3.74	6.68	1.03	5.63	4.33	7.16	1.30	6.08	4.79	7.57	1.55	6.45	5.18	7.91	1.80	6.77	5.50	8.20
240	0.52	4.63	3.26	6.33	0.91	5.42	4.11	6.97	1.38	6.20	4.92	7.68	1.92	6.91	5.65	8.33	2.51	7.51	6.28	8.89
270	0.48	4.54	3.15	6.27	0.78	5.17	3.84	6.75	1.10	5.76	4.46	7.28	1.44	6.30	5.02	7.77	1.81	6.78	5.51	8.21
300	0.69	5.00	3.66	6.62	1.02	5.61	4.31	7.15	1.33	6.12	4.84	7.61	1.63	6.55	5.28	8.00	1.93	6.92	5.66	8.34
330	1.00	5.59	4.28	7.12	1.38	6.20	4.91	7.68	1.74	6.69	5.42	8.13	2.09	7.10	5.85	8.51	2.44	7.45	6.21	8.83
OMNI	3.90	8.49	7.32	9.78	4.79	8.92	7.78	10.16	5.66	9.25	8.14	10.44	6.52	9.50	8.43	10.66	7.37	9.71	8.67	10.83

**Tabella 3.6: Estremi di Onda Mensili Omnidirezionali per il Sito di Punta Marina**

Wave Monthly Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N																				
Month	1 yr Return Period				10 yr Return Period				100 yr Return Period				1000 yr Return Period				10000 yr Return Period			
	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)	Hs (m)	Tp (s)	TP5% (s)	TP95% (s)
January	3.16	8.03	6.82	9.37	4.09	8.59	7.42	9.87	4.98	9.00	7.87	10.23	5.85	9.30	8.21	10.49	6.69	9.55	8.48	10.70
February	3.37	8.18	6.98	9.50	4.38	8.74	7.58	10.00	5.36	9.14	8.03	10.35	6.31	9.45	8.36	10.61	7.25	9.68	8.63	10.81
March	3.12	8.00	6.79	9.34	4.01	8.55	7.38	9.83	4.86	8.95	7.81	10.18	5.68	9.25	8.15	10.45	6.48	9.49	8.42	10.65
April	2.78	7.75	6.53	9.11	3.66	8.35	7.17	9.66	4.51	8.80	7.65	10.05	5.35	9.14	8.02	10.35	6.19	9.41	8.32	10.58
May	2.32	7.33	6.09	8.72	3.05	7.96	6.74	9.30	3.78	8.43	7.25	9.72	4.51	8.80	7.65	10.05	5.22	9.09	7.97	10.31
June	2.21	7.22	5.97	8.62	3.02	7.93	6.72	9.27	3.85	8.46	7.29	9.75	4.69	8.88	7.74	10.12	5.55	9.21	8.10	10.41
July	2.14	7.15	5.90	8.56	2.94	7.87	6.66	9.22	3.78	8.43	7.25	9.72	4.64	8.86	7.71	10.10	5.52	9.20	8.09	10.40
August	2.03	7.04	5.78	8.45	2.72	7.70	6.47	9.06	3.42	8.21	7.01	9.52	4.12	8.61	7.44	9.88	4.82	8.93	7.79	10.17
Septembr	2.47	7.48	6.24	8.86	3.24	8.09	6.88	9.41	3.98	8.54	7.36	9.82	4.71	8.89	7.75	10.13	5.43	9.17	8.05	10.37
October	2.75	7.72	6.49	9.08	3.48	8.24	7.05	9.56	4.17	8.64	7.47	9.91	4.84	8.94	7.80	10.17	5.48	9.18	8.07	10.39
November	3.30	8.13	6.93	9.45	4.21	8.66	7.49	9.93	5.08	9.04	7.91	10.26	5.92	9.33	8.23	10.51	6.72	9.56	8.49	10.70
December	3.34	8.16	6.96	9.48	4.32	8.71	7.55	9.97	5.27	9.11	7.99	10.32	6.19	9.41	8.32	10.58	7.08	9.65	8.59	10.78

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

**Tabella 3.7: Estremi di Corrente Annuali Direzionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.**

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1987 - May. 2020 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E						
Whole Year extreme current speed - 5 m b.s.l.						
Return period	1 Year	10 Year	100 Year	1000 Year	10000 Year	
(to - °N)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	
0.0	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	
30.0	-	-	-	-	-	
60.0	-	-	-	-	-	
90.0	-	-	-	-	-	
120.0	0.11	0.15	0.20	0.26	0.31	
150.0	0.36	0.41	0.47	0.51	0.56	
180.0	0.35	0.42	0.48	0.54	0.60	
210.0	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	
240.0	-	-	-	-	-	
270.0	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	
300.0	0.13	0.17	0.21	0.25	0.28	
330.0	0.18	0.21	0.25	0.28	0.31	
Omnidir	0.38	0.44	0.50	0.56	0.61	

**Tabella 3.8: Estremi di corrente mensili omnidirezionali per il sito di Punta Marina - 5 m b.s.l.**

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1987 - May. 2020 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E					
Monthly extreme current speed - 5 m b.s.l.					
Return period	1 Year	10 Year	100 Year	1000 Year	10000 Year
Month	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)	Cs (m/s)
Jan	0.30	0.37	0.43	0.50	0.56
Feb	0.29	0.36	0.43	0.49	0.55
Mar	0.31	0.39	0.46	0.53	0.60
Apr	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60
May	0.31	0.38	0.44	0.50	0.55
Jun	0.34	0.41	0.48	0.54	0.60
Jul	0.28	0.34	0.39	0.44	0.49
Aug	0.25	0.30	0.35	0.39	0.44
Sep	0.29	0.37	0.45	0.52	0.60
Oct	0.28	0.34	0.40	0.46	0.51
Nov	0.30	0.37	0.43	0.49	0.54
Dec	0.31	0.38	0.45	0.51	0.58
Annual	0.38	0.44	0.50	0.56	0.61

### 3.6 Inquadramento Geologico e Geotecnico

L'inquadramento preliminare geologico e geotecnico delle aree offshore è riportato all'interno dello Studio dedicato (si veda Annesso 2).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### 3.7 Caratterizzazione Ambientale

Nell'ambito del progetto è prevista la realizzazione di una campagna di indagine per la caratterizzazione delle matrici ambientali. I risultati saranno forniti appena disponibili.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### 4 ANALISI DEI VINCOLI E DEGLI STRUMENTI DI TUTELA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

In Allegato 4 è riportata una corografia dell'area con i principali vincoli presenti nell'area. In particolare sono riportati:

- ✓ i relitti presenti;
- ✓ corridoi portuali e aree di ancoraggio, ai sensi della Ordinanza 32/2022 dal MIT – Capitaneria Ravenna;
- ✓ aree di rispetto delle linee esistenti offshore e Terminali – Ordinanza 34/202 del MIT – Capitaneria di porto di Ravenna;
- ✓ pipeline ed elettrodotti esistenti;
- ✓ aree di interesse naturalistico:
  - aree rete Natura 2000,
  - area umida di importanza internazionale (RAMSAR),
  - aree naturali protette – Legge 394/91,
  - area di tutela biologica “Area fuori Ravenna”;
- ✓ aree di allevamento ittico;
- ✓ elettrodotti e campi eolici offshore in progetto.

Il tracciato del metanodotto offshore, la cui descrizione è riportata nel capitolo 7.1, è stato scelto cercando di limitare l'attraversamento di aree vincolate e di minimizzare il numero di attraversamenti di linee e cavi esistenti. Di seguito si riportano le interferenze con la condotta in progetto:

- ✓ pipeline esistenti: la condotta interferirà nel tratto iniziale con le condotte PIR che verranno rimosse per la lunghezza interferente; successivamente procederà in parallelismo a sud delle stesse rimanendo ad una distanza di circa 80m-150m. La tubazione in progetto interferirà inoltre con la pipeline esistente (48”) che collega il terminale n. 4 alla Stazione Petra; tale attraversamento sarà effettuato in microtunnel;
- ✓ elettrodotto AGNES in progetto: verrà attraversato in corrispondenza del tratto in microtunnel;
- ✓ aree di interesse naturalistico:
  - aree rete Natura 2000 per una lunghezza pari a circa 400 m (nel tratto finale in microtunnel),
  - area di tutela biologica “Area fuori Ravenna” per una lunghezza pari a circa 3,3 km (nel tratto iniziale).

Gli attraversamenti di cavi e condotte esistenti sono descritti in maggior dettaglio al Par. 9.3.7.

Per quanto concerne le possibili interferenze con vincoli tecnici e ambientali lungo la rotta di ingresso e uscita delle gasiere si evidenzia che:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- ✓ corridoi portuali e aree di ancoraggio, come definiti ai sensi della Ordinanza 32/2022 dal MIT – Capitaneria Ravenna: le rotte delle navi metaniere attraversano sia la zona interdetta al traffico, sia, perpendicolarmente, il Canale di Uscita (CU) dal Porto di Ravenna;
- ✓ pipeline ed elettrodotti esistenti: la rotta di accesso e uscita prevede il passaggio delle gasiere in corrispondenza di alcune condotte esistenti, ma non si prevedono interferenze indotte;
- ✓ ordigni bellici inesplosi: sempre nel tratto di mare compreso tra le piattaforme ARMIDA e l'ex terminale AGIP 3 è riportata la presenza di un ordigno bellico inesplosivo. La rotta di accesso delle navi metaniere è tale da non interferire direttamente con esso;
- ✓ aree di rispetto delle linee esistenti offshore e Terminali – Ordinanza 34/202 del MIT – Capitaneria di porto di Ravenna: la rotta considerata non interferisce con tali aree di rispetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DM 17.04.08 del Ministero dello Sviluppo Economico - "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto del gas naturale con densità non superiore a 0,8";

DPR 616/77 e DPR 383/94 – Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato;

RD 1775/33 – Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;

RD 368/04 – Testo unico delle leggi sulla bonifica;

RD 523/04 – Polizia delle acque pubbliche;

L 64/74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Ordinanza PCM 3274/03 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

L 426/98 – Nuovi interventi in campo ambientale;

DM 471/99 – Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati ai sensi dell'articolo 17 del DLgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni ed integrazioni;

L 198/58 e DPR 128/59 – Cave e miniere;

L 898/76 – Zone militari;

DPR 720/79 – Regolamento per l'esecuzione della L 898/76;

DLgs n. 81 del 9/04/08 – Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 494 – Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili;

Decreto Legislativo 19 novembre 1999, n. 528 – Modifiche ed integrazioni al DLgs 14/08/1996 n. 494 recante attuazione della direttiva 92/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili;

L 186/68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;

L 46/90 sostituita dal Decreto Ministeriale n. 37/08 – Norme per la sicurezza degli impianti;

DPR 447/91 – Regolamento di attuazione della L 46/90 in materia di sicurezza degli impianti;

L 1086/71 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica;

DM 09.01.96 del Ministero dei Lavori Pubblici – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

DM 16.01.96 del Ministero dei Lavori Pubblici – Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

DM 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni;

DM 17.01.2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti – Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;

Circolare n.7/2019 del C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.01.2018;

D.P.R. del 1 agosto 2011 n. 151. Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;

D.M. del 7 agosto 2012 del Ministero dell'Interno. Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151;

D.M. del 20 dicembre 2012 del Ministero dell'Interno. Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione;

Decreto 14.10.2009: Zona di tutela biologica denominata “Area fuori Ravenna” - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali;

Ordinanza 49/2022: Esercitazioni di Tiro Poligono Foce Fiume Reno (Poligono Echo 346) - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna Prot. N. 0000049 del 27.04.2022;

Ordinanza n. 32/2022 Istituzione di uno schema di separazione del traffico navale e di aree regolamentate di ancoraggio nella zona di mare antistante l'imboccatura del porto di Ravenna - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna prot. N. 0000032 del 31.02.2022;

Ordinanza n° 34/2020 Piattaforme/impianti offshore antistanti il circondario marittimo di Ravenna Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna prot. N. 0020963 del 13.08.2020;

### Materiali

### Strumentazione e sistemi di controllo

API RP-520 Part. 1 Dimensionamento delle valvole di sicurezza;

API RP-520 Part. 2 Dimensionamento delle valvole di sicurezza;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### Sistemi elettrici

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V;  
 CEI 64-2 (Fasc. 5964c) Impianti elettrici utilizzatori nei luoghi con pericolo di esplosione;  
 CEI 81-10 Protezione di strutture contro i fulmini;

### Impiantistica e Tubazioni

- UNI EN 1594 Condotte per pressione massima di esercizio maggiore di 16 bar;  
 UNI EN 14870-2 Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems;  
 ASME B1.20.1 Pipe threads, general purpose (NPT);  
 UNI EN14870-3 Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems;  
 MSS SP6 Standard finishes contact faces of pipe flanges;  
 ASME B16.11 Forged fittings, socket-welding and threaded;  
 UNI EN 12627 Butt welding ends for steel valves;  
 ASME B16.20 Metallic gasket for pipe flanges;  
 ASME B16.21 Non metallic flat gaskets for pipe flanges;  
 ASME B18.21 Square and hex bolts and screws inch series;  
 ASME B18.2.2 Square and hex nuts MSS SP44 steel pipeline flanges;  
 ASME B1.1 Unified inch screw threads;  
 MSS SP75 Specification for high test wrought buttwelding fittings;  
 UNI-EN ISO15614-1 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici-Prove di qualificazione della procedura di saldatura-Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel;  
 UNI-EN ISO 3183 Petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipeline transportation system;  
 EN 10208-2 Steel pipes for pipelines for combustible fluids;  
 ASTM A 193 Alloy steel and stainless steel-bolting materials;  
 ASTM A 194 Carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure;  
 ASTM A 105 Standard specification for “forging, carbon steel for piping components”;  
 ASTM A 216 Standard specification for “carbon steel casting suitable for fusion welding for high temperature service”;



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

ASTM A 234	Piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevated temperatures;
ASTM A 370	Standard methods and definitions for “mechanical testing of steel products”;
ASTM A 694	Standard specification for “forging, carbon and alloy steel, for pipe flanges, fitting, valves, and parts for high pressure transmission service”;
ASTM E 3	Preparation of metallographic specimens;
ASTM E 23	Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials;
ASTM E 92	Standard test method for vickers hardness of metallic materials;
ASTM E 94	Standards practice for radiographic testing;
ASTM E 112	Determining average grain size;
ASTM E 138	Standards test method for Wet Magnetic Particle;
ASTM E 384	Standards test method for microhardness of materials;
ISO 898/1	Mechanical properties for fasteners – part 1 – bolts, screws and studs;
ISO 2632/2	Roughness comparison specimens – part 2: spark-eroded, shot blasted and grit blasted, polished;
ISO 6892	Metallic materials – tensile testing;
ASME Sect. V	Non-destructive examination;
ASME Sect. VIII	Boiler and pressure vessel code;
ASME Sect. IX	Boiler construction code-welding and brazing qualification;
CEI 15-10	Norme per “Lastre di materiali isolanti stratificati a base di resine termoindurenti”;
ASTM D 624	Standard method of tests for tear resistance of vulcanised rubber;
ASTM E 165	Standard practice for liquid penetrant inspection method;
ASTM E 446	Standard reference radiographs for steel castings up to 2” in thickness;
ASTM E 709	Standard recommended practice for magnetic particle examination;
DNV-ST-F101	Submarine Pipeline Systems;
DNV-RP-F109	On-bottom stability design of submarine pipelines;
DNV-RP-C203	Fatigue design of offshore steel structures;
DNV-RP-C205	Environmental conditions and environmental loads;
DNV-RP-C212	Offshore soil mechanics and geotechnical engineering;
DNV-RP-F102	Pipeline field joint coating and field repair of line pipe coating;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

DNV-RP-F103	Cathodic protection of submarine pipelines;
DNV-RP-F105	Free spanning pipelines;
DNV-RP-F107	Risk assessment of pipeline protection;
DNV-RP-F109	On-bottom stability design of submarine pipelines;
DNV-RP-F114	Pipe-soil interaction for submarine pipelines;

#### Sistema di Protezione Anticorrosiva

UNI EN 12954	Protezione catodica di strutture metalliche interrate – Principi generali e applicazione per condotte;
UNI EN 14505	Protezione catodica di strutture complesse;
UNI EN 13509	Tecniche di misurazione per la protezione catodica;
DNV-RP-B401	Cathodic protection design;
ISO 15589-2	Petroleum and natural gas industries — Cathodic protection of pipeline transportation systems — Part 2: Offshore pipelines.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

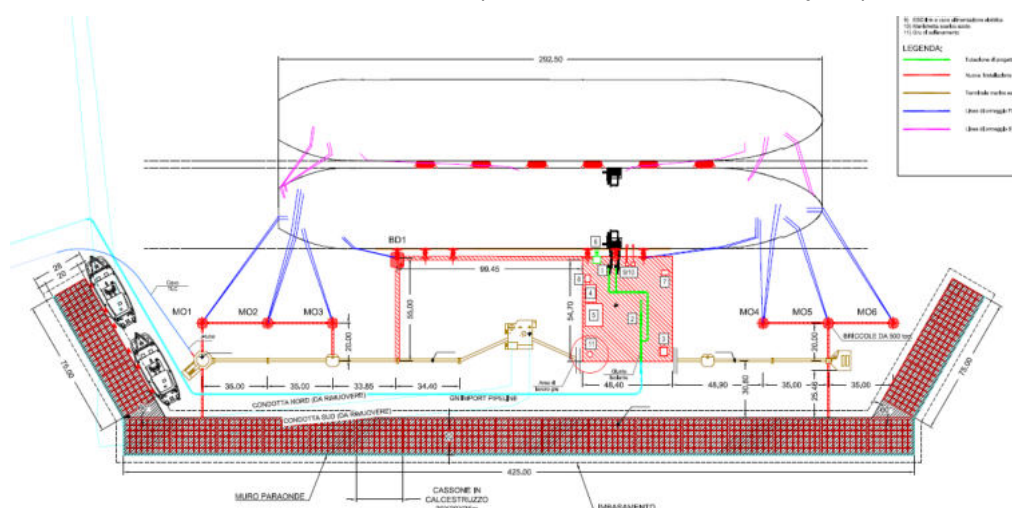
Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 6 DESCRIZIONE GENERALE DELL'ORMEGGIO DELLA FSRU

Nel presente Capitolo è riportata la descrizione generale dell'ormeggio della FSRU presso la piattaforma offshore esistente di Petra ed in particolare delle soluzioni progettuali considerate per il suo adeguamento.

### 6.1 ALTERNATIVA A: Soluzione con Cassoni – Layout della Piattaforma

In Figura 6.1 è riportato l'adeguamento della piattaforma secondo l'ipotesi progettuale della cosiddetta ALTERNATIVA A. La disposizione di tutti gli equipaggiamenti del Nuovo Pontile è dettagliata nel documento "DIS-MEC-B-17000 - Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni (Planimetria, sezione e layout)"<sup>1</sup>.



**Figura 6.1: ALTERNATIVA A Layout della Piattaforma di Ormeggio PETRA – Soluzione con Cassoni**

In particolare, il sistema di ormeggio dell'ALTERNATIVA A – Soluzione con Cassoni sarà così composto:

- ✓ Due gruppi di tre briccole di accosto ognuna delle quali dotata di un doppio respingente di tipo SUPERCONE SC1600;
- ✓ Due gruppi di tre briccole di ormeggio ognuna dotata di ganci a scocco con SWL=150 MT per ogni singolo gancio;
- ✓ Due briccole di accosto avranno anche la funzione di ospitare i ganci a scocco (SWL=150 MT per ogni singolo gancio) per le spring lines.

<sup>1</sup> Documento e valutazioni progettuali a cura di terzi.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

In particolare, il sistema di ormeggio dell'ALTERNATIVA B – soluzione con Palancolato sarà così composto:

- ✓ Un set di n.12 respingenti di tipo SUPERCONE SC1600 installati in coppia su n. 6 posizioni lungo la prominenza del nuovo palancolato lato ovest;
- ✓ Due gruppi di due briccole di ormeggio componenti la struttura esistente ognuna dotata di ganci a scocco con SWL=150 MT per ogni singolo gancio;
- ✓ Due nuovi punti di ormeggio installati lungo la prominenza del nuovo palancolato lato ovest, che ospiteranno i ganci a scocco con SWL=150 MT (per singolo gancio) per le spring lines;

L'ormeggio della FSRU è quindi formato da quattordici (14) linee in Dyneema con terminale in poliestere:

- ✓ due (2) cime di prua alla lunga;
- ✓ Un set triplo di traversini a prua;
- ✓ due (2) spring lines a prua, 1+1 di rispetto;
- ✓ due (2) spring lines a poppa, 1+1 di rispetto;
- ✓ Un set triplo ed un set doppio di traversini a poppa.

Per la configurazione STS si sono impiegate dieci (10) linee:

- ✓ quattro (4) traversini a prua, schema ridondato 2+2 di rispetto;
- ✓ una (1) spring line a prua;
- ✓ una (1) spring line a poppa;
- ✓ quattro (4) traversini a poppa, schema ridondato 2+2 di rispetto.

### 6.3 Vita di Progetto del Terminale

Il Terminale sarà progettato per avere una vita utile pari a 25 anni dalla data di entrata in esercizio. Il terminale opererà per l'intero periodo senza la necessità di lasciare l'ormeggio per attività di manutenzione [1].

### 6.4 Caratteristiche della Struttura di Accosto

Le caratteristiche della struttura di accosto sono presentate in forma grafica in Allegato 1 e Allegato 2, cui si rimanda per maggiori dettagli.

### 6.5 Manovrabilità della Metaniera

Nell'ambito del presente progetto è stata sviluppata un'analisi preliminare di manovrabilità delle navi metaniere che si prevede verranno ricevute al terminale [1]. Tali navi, aventi

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

dimensioni principali paragonabili a quelle della FSRU, percorreranno una rotta dedicata per poter raggiungere il Terminale ed utilizzeranno un'area esclusiva di manovra ed accosto allo stesso.

La presente analisi è stata redatta sulla base delle informazioni rese disponibili in questa fase progettuale [1]. In particolare, si fa riferimento:

- ✓ alla planimetria definita nell'Ordinanza 32/2022 in cui sono evidenziate le Corsie di Traffico in Entrata e in Uscita (rispettivamente indicate nella medesima Ordinanza come "Canale di Ingresso" – CI e "Canale di Uscita" – CU, e di seguito così indicate);
- ✓ al layout di accosto della nave metaniera al terminale, che prevede l'orientamento della FSRU con la prora rivolta verso Nord, seguendo l'attuale orientamento della struttura offshore;
- ✓ al minimo fondale da garantirsi per il transito delle metaniere in condizione di pieno carico all'arrivo (pari a circa 15 metri rispetto al rilievo di riferimento degli scandagli).

Gli arrivi delle navi gasiere saranno regolati da apposita ordinanza che ne prevedrà l'ingresso a seconda delle condizioni meteomarine in essere e sulla base di una adeguata finestra previsionale.

Inoltre, a monte della sua ricezione, sarà verificata la compatibilità della nave in arrivo con la FSRU (con riferimento ai sistemi di: ormeggio, trasferimento del GNL, comunicazione e sicurezza), nel rispetto degli standards internazionali di settore.

In primo luogo, si dovrà rendere noto alla nave gasiera quali siano i canali di comunicazione da utilizzare durante tutte le fasi di manovra, tenendo conto delle condizioni meteomarine presenti al momento e valutando le previsioni metereologiche per le successive 24-48 ore. In questo modo sarà accertata la disponibilità di condizioni metereologiche adeguate a svolgere in sicurezza le operazioni di manovra e trasferimento del carico e che tale condizione possa ragionevolmente permanere per tutta la durata delle operazioni. Tale verifica deve essere effettuata dal terminalista, dal bordo della nave, in comunicazione con la Capitaneria di Porto. Tipicamente i parametri di valutazione che vengono valutati grazie ai sistemi di bordo sono:

- ✓ Direzione, altezza significativa e periodo d'onda;
- ✓ Direzione e intensità del vento;
- ✓ Direzione e intensità della corrente.

Oltre alle verifiche meteomarine, al Terminale spetta il compito di eseguire le verifiche di sicurezza ed efficienza delle attrezzature che verranno utilizzate nelle operazioni di ormeggio e trasferimento del carico. Al Comandante della nave gasiera spetta invece il compito di verificare che la nave sia in condizioni idonee per poter svolgere tali operazioni e successivamente fornirne comunicazione scritta al Comandante della FSRU.

Successivamente la Capitaneria di Porto darà le disposizioni necessarie al Comandante della nave gasiera in modo che quest'ultimo possa eseguire le operazioni di preparazione



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

all'ormeggio e coordinarsi con i rimorchiatori in assistenza. Tipicamente, come per tutti gli accessi portuali, si prevede un servizio di Pilotaggio dedicato.

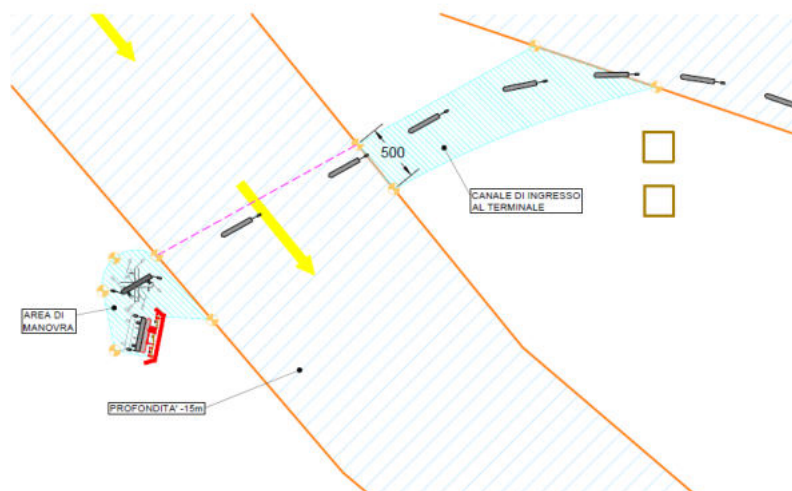
La nave gasiera quindi, una volta ricevuta l'approvazione a procedere con la manovra di ingresso e avvicinamento alla FSRU, procederà all'interno del Canale di Ingresso (CI) fino all'altezza delle piattaforme ARMIDA. La strategia di base è quella di attraversare sia la zona di interdizione alla navigazione compresa tra il CI e il Canale di Uscita (CU) sia il CU stesso ai fini di avere la rotta di approccio il più diretta possibile.

Onde evitare una lunga esposizione della gasiera all'interno del CU, tale rotta di attraversamento dovrà essere il più perpendicolare possibile al menzionato canale.

In tale ottica, e tenendo in considerazione gli altri vincoli e installazioni della zona, si prevede che la nave gasiera virerà lato sinistro dopo aver superato le piattaforme ARMIDA. In prossimità di tali piattaforme la nave gasiera dovrà voltare (o avere già voltato) un rimorchiatore a poppa tale da garantire assistenza in fase di manovra e pronto alla gestione di possibili emergenze ai sistemi di governo della nave.

La nave lascerà quindi il CI virando a sinistra con una velocità di circa 6-7 nodi, preparandosi ad attraversare il CU in direzione del terminale offshore Petra.

Nelle figure sottostanti si riportano le rotte di accesso e uscita al Terminale (con riferimento all'ALTERNATIVA A, che comporta, tra le due alternative, la massima occupazione di specchio acqueo).



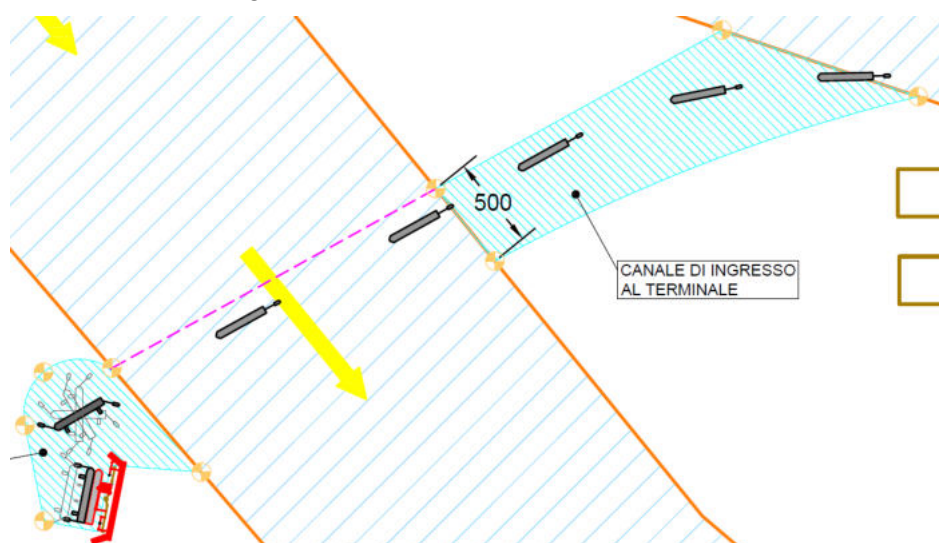
**Figura 6.3: Schematizzazione Manovra di Ingresso ed Accosto della Nave Gasiera alla FSRU (Configurazione con Alternativa A)**

La nave gasiera proseguirà quindi in direzione del terminale offshore Petra riducendo progressivamente la velocità al fine di entrare nell'area destinata all'evoluzione con una velocità di avanzo praticamente nulla. Il limite nord dell'area interessata dalle manovre potrà essere marcato con apposite boe di segnalazione al fine di indicare le zone aventi profondità

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 36 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

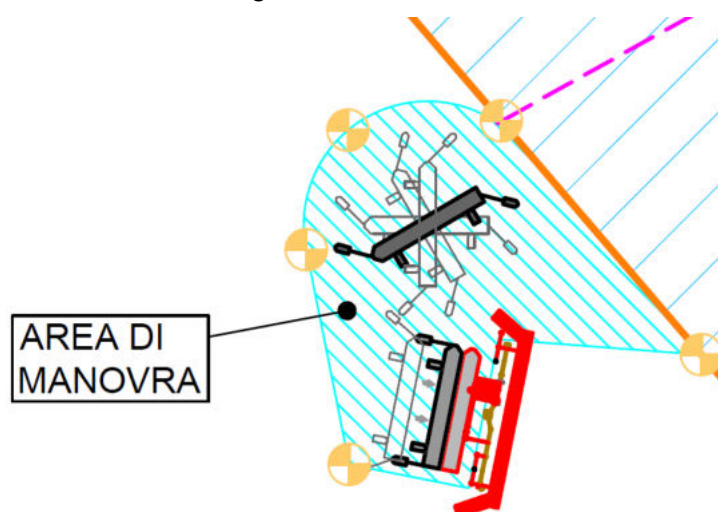
Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

adeguate al passaggio della gasiera, assistendo quindi Piloti e Comandate durante la fase di arrivo. Tali boe, di colorazione gialla, sono state preliminarmente proposte nelle posizioni di cui alla figura sottostante, sia per quanto riguarda il canale di ingresso dedicato alle navi metaniere che per quanto riguarda l'area di manovra:



**Figura 6.4: Posizionamento Preliminare Boe di Segnalazione**

In questa zona la nave gasiera troverà altri 3 rimorchiatori ad attenderla ed assisterla nelle fasi di evoluzione ed accosto. Tipicamente, infatti, nella fase di ormeggio e disormeggio ad un terminale GNL si prevede che la nave gasiera venga assistita da 4 rimorchiatori, come indicato dai principali standards e linee guida del settore.



**Figura 6.5: Area di Manovra (Configurazione con Alternativa A)**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 37 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Verrà infatti voltato un rimorchiatore di prora che, insieme a quello già voltato a poppa, supporterà la nave nella manovra di evoluzione all'interno di un'area di forma circolare avente come diametro circa 2 volte la lunghezza della nave. Gli altri due rimorchiatori si predisporranno sul lato sinistro della gasiera, pronti ad operare.

La manovra di evoluzione si concluderà una volta che la nave gasiera avrà raggiunto un orientamento pari a circa quello della FSRU. In tale posizione la nave procederà a marcia indietro per presentarsi parallela ad una distanza di circa 100 metri dalla FSRU. Da questa posizione, sempre con i rimorchiatori di poppa e prora voltati e pronti ad operare, gli altri due rimorchiatori presenti sul fianco sinistro cominceranno ad avvicinare la gasiera alla FSRU utilizzando i necessari sistemi di monitoraggio della posizione e velocità di approccio ai fini di preservare l'integrità dei parabordi.

La gasiera verrà quindi appoggiata con il proprio lato di dritta sul lato di sinistra della FSRU e verranno allineate le così dette "linee vapore" (altrimenti dette "spotting lines") tra i due natanti. Una volta raggiunto un soddisfacente allineamento, sempre mantenendo i rimorchiatori alla spinta, si procederà con le restanti procedure ed operazioni di ormeggio ai fini di assicurare la gasiera al terminale disponendo il numero di cavi minimi previsti dal piano di ormeggio e pretensionando tutte le linee.

A questo punto, i rimorchiatori in assistenza potranno allontanarsi e posizionarsi a circa mezzo miglio dal Terminale, pronti ad intervenire in qualsiasi momento. In caso di emergenza i rimorchiatori potranno utilizzare i cavi di rimorchio di emergenza che verranno lasciati predisposti sulla nave gasiera.

Nella fase successiva verranno collegati le manichette criogeniche di trasferimento del GNL e i relativi sistemi di emergenza (Emergency Release Coupling) alle flange dei "manifold" e si provvederà ad abbassare la temperatura delle condotte, in modo da evitarne così il conseguente choc termico.

Tale operazione viene effettuata aumentando gradualmente il flusso di GNL di raffreddamento. Terminata la fase di preparazione e raffreddamento delle linee si procederà dunque con le operazioni di trasferimento del GNL.

A fine scarica, sarà effettuato il drenaggio delle linee, introducendo al loro interno azoto sotto pressione.

Ultimate le operazioni di trasferimento del carico, chiuse tutte le valvole di blocco e sconnesse le manichette criogeniche, l'equipaggio della nave gasiera procederà, effettuando i controlli previsti, ad assicurarsi di non rilevare alcuna anomalia e iniziando la manovra di disormeggio.

Tale manovra inizierà con l'avvicinamento e l'accoppiamento dei rimorchiatori alla nave gasiera e l'allentamento della tensione dei cavi di ormeggio. Seguendo le indicazioni impartite dal Comandante della gasiera, l'equipaggio della FSRU provvederà a mollare i primi cavi di ormeggio. Tipicamente, prima di cominciare la manovra di disormeggio, i due Comandanti concorderanno sulla sequenza di rilascio dei cavi.

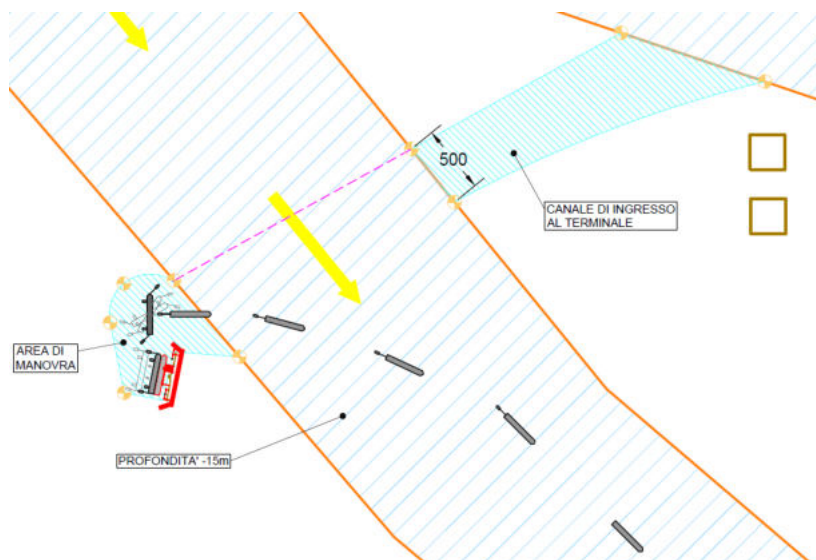
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 38 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Una volta che la nave gasiera sarà liberata da tutti i cavi di ormeggio, si allontanerà inizialmente in direzione parallela rispetto al Terminale grazie all'aiuto dei rimorchiatori di prora e poppa.

Una volta guadagnata una distanza di circa 100 metri dalla FSRU, la nave gasiera procederà verso il centro del cerchio di evoluzione ed imposterà la manovra di allontanamento immettendosi nel CU sempre con l'assistenza dei rimorchiatori.

Una volta indirizzata verso il canale di uscita, durante le prime fasi di navigazione verrà mantenuto voltato il solo rimorchiatore di poppa che verrà poi rilasciato una volta raggiunta un'adequata velocità di avanzo della gasiera



**Figura 6.6: Schematizzazione Manovra di Disormeggio e Uscita della Nave Gasiera (Configurazione con Alternativa A)**

Tutte le considerazioni sopra riportate sono sostanzialmente valide anche per la configurazione con Alternativa B.

## 6.6 Descrizione Generale della FSRU

Il Terminale di Ravenna è costituito dall'insieme della FSRU (Floating and Storage Regasification Unit) che costituisce l'unità di stoccaggio e successiva vaporizzazione del gas naturale liquefatto, e dalla piattaforma offshore Petra, destinata a garantire l'ormeggio della FSRU stessa e ad ospitare le opere impiantistiche associate [1].

Il volume di GNL stoccato nella FSRU è pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, la FSRU ha una capacità di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h che vengono trasferiti nella Rete Nazionale mediante un sistema di condotte.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 39 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

La FSRU ha dimensioni di circa 292,5 m x 43,5 m, con un pescaggio di circa 12,30 m ed un dislocamento a pieno carico pari a 120.311 tonnellate.

La FSRU è dotata di No.4 serbatoi di stoccaggio di GNL, disposti nella parte centrale della carena. L'impianto di rigassificazione è posto a prua mentre le sistemazioni per gli alloggi dell'equipaggio, la sala controllo centralizzata e i macchinari di servizio sono a poppa.

La FSRU sarà rifornita tramite l'arrivo periodico di navi metaniere di taglia simile, le quali ormeggeranno in configurazione Ship-To Ship (STS) e convoglieranno il GNL dai propri serbatoi a quelli della FSRU, tramite delle manichette flessibili.

L'impianto di stoccaggio di GNL e la parte di rigassificazione sono costituiti a loro volta dai seguenti sistemi:

- ✓ Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera spola;
- ✓ Sistema di stoccaggio GNL, capacità nominale pari a circa 170.000 m<sup>3</sup> (la capacità operativa è pari al 98,5% di tale valore);
- ✓ Sistema di pompaggio e rigassificazione;
- ✓ Sistema di gestione del BOG – Boil off gas;
- ✓ Sistema di gestione acqua mare;
- ✓ Sistemi ausiliari.

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

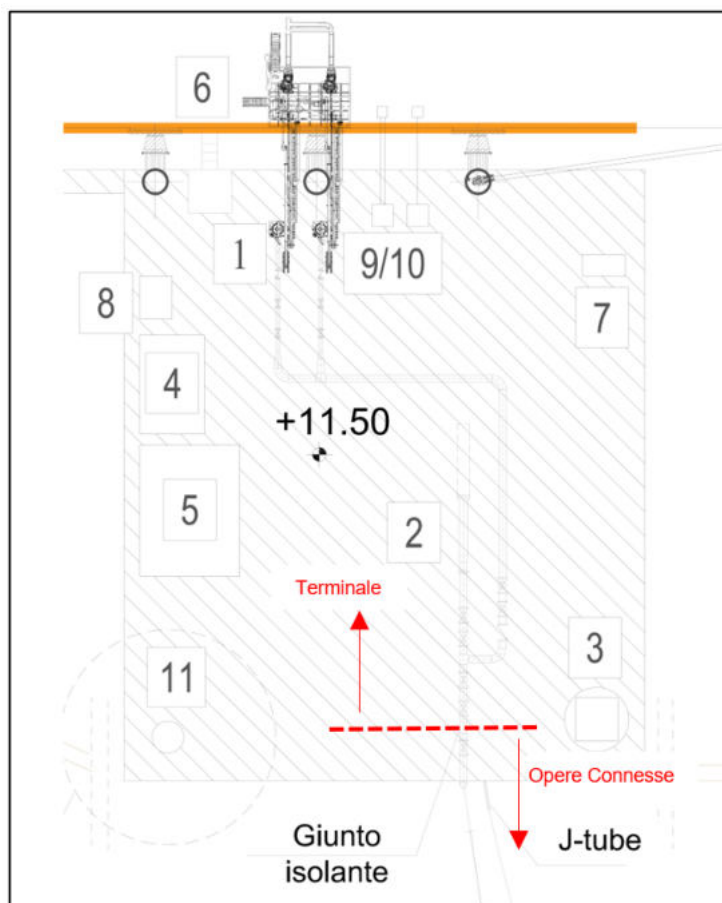
## 6.7 Limite di Batteria

Il limite di batteria per il Terminale (lato offshore) con le opere connesse è situato sulla Piattaforma Petra, ed in particolare sul giunto isolante posizionato tra le due valvole di intercetto della condotta a mare [1].

La Figura 6.7 mostra la soluzione prevista per l'Alternativa A, mentre la Figura 6.8 mostra la soluzione prevista per l'Alternativa B.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 40 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

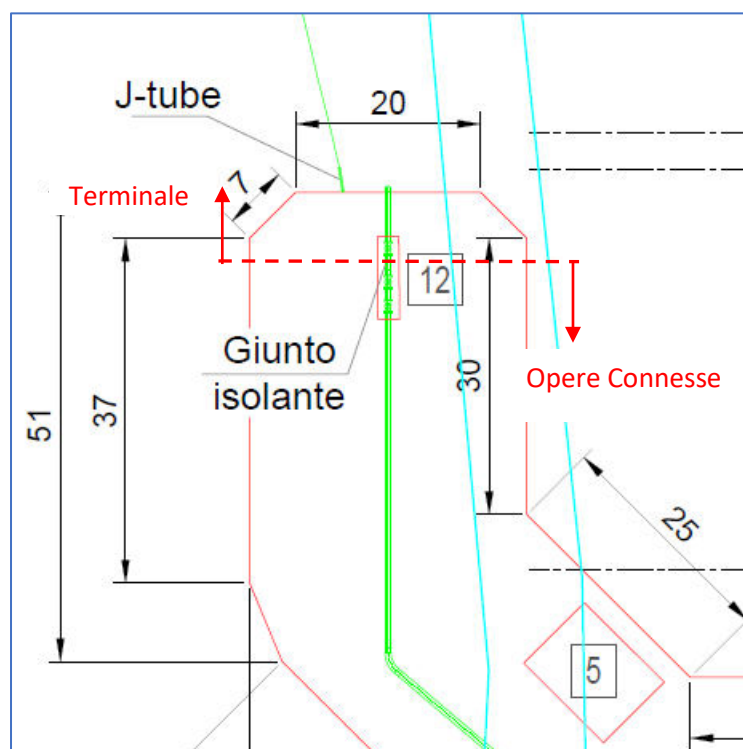
Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 6.7: Limite di Batteria Terminale/Opere Connesse – Alternativa A**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 41 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 6.8: Limite di Batteria Terminale/Opere Connesse – Alternativa B**

## 6.8 Caratteristiche dimensionali della FSRU

Le dimensioni della FSRU sono riportate nella seguente tabella [1].

**Tabella 6.1: Dimensioni FSRU**

Descrizione	Valore
Capacità nominale	170.000 m <sup>3</sup>
Lunghezza totale	292,571 m
Larghezza	43,4 m

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 42 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 6.9 Caratteristiche del GNL

Il gas naturale è una miscela costituita prevalentemente da metano, azoto e altri idrocarburi. Per consentire il trasporto sulle navi metaniere 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. Nella seguente tabella sono riportati due esempi di composizione del GNL in arrivo al Terminale [1].

**Tabella 6.2: GNL di Tipo “Leggero” (a Sinistra) e “Pesante” (a Destra)**

GNL "Leggero"		GNL "Pesante"	
Elemento	Percentuale	Elemento	Percentuale
Metano	97,2559	Metano	89
Etano	1,7407	Etano	6,89
Proprano	0,0686	Proprano	2,61
nButano	0,1135	nButano	0,48
iButano	0,0078	iButano	0,3
nPentano	0	nPentano	0,02
iPentano	0,0019	iPentano	0,03
Azoto	0,8116	Azoto	0,1
Proprietà	Valore	Proprietà	Valore
Tbolla @ 147mbarg(°C)	-163,1	Tbolla @ 147mbarg(°C)	-159
Densità al punto di bolla (kg/m³)	436,3	Densità al punto di bolla (kg/m³)	459,7
Wobbe Index (MJ/Sm³)	50,28	Wobbe Index (MJ/Sm³)	52,95

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 43 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 6.10 Caratteristiche del Gas di Consegna alla Rete

Nella tabella che segue sono riportati i parametri di consegna del gas (secondo Codice di Rete di Snam Rete Gas) [1].

**Tabella 6.3: Caratteristiche NG alla Consegna alla Rete di Trasporto**

Caratteristica	Valore	U.M	Condizioni
PCS	34,95 ÷ 45,28	MJ/Sm <sup>3</sup>	-
Densità	0,555 ÷ 0,7	kg/Sm <sup>3</sup>	-
Indice di Wobbe	47,31 ÷ 52,33	°C	-
Punto di rugiada dell'acqua	≤ -5	°C	Alla pressione di 7.000 kPa relativi
Punto di rugiada degli idrocarburi	≤ 0	°C	Nel campo di pressione 100 ÷ 7.000 kPa relativi
Temperatura massima operativa	< 50	°C	
Temperatura minima operativa	> 3	°C	
Pressione massima di progetto	75	barg	

Il Terminale sarà in grado di garantire una pressione massima di 100 barg.

## 6.11 Funzionamento del Terminale

Il Terminale sarà in grado di realizzare le seguenti operazioni[1]:

- ✓ Servizio di rigassificazione;
- ✓ Servizio di carico di GNL da nave spola;
- ✓ Modalità stand by o con erogazione di portata minima.

Il Terminale, tramite il sistema di trasferimento GNL, sarà approvvigionato da navi metaniere spola di capacità di stoccaggio variabile; le dimensioni massime attese per la nave spola sono 170.000 m<sup>3</sup>.

Il trasferimento del GNL tra la nave metaniera ed il Terminale sarà possibile grazie ad un sistema composto da manichette criogeniche flessibili, dotate di sistema di sgancio rapido PERC; il GNL fluirà dai serbatoi della nave spola mediante le pompe cargo attraverso il



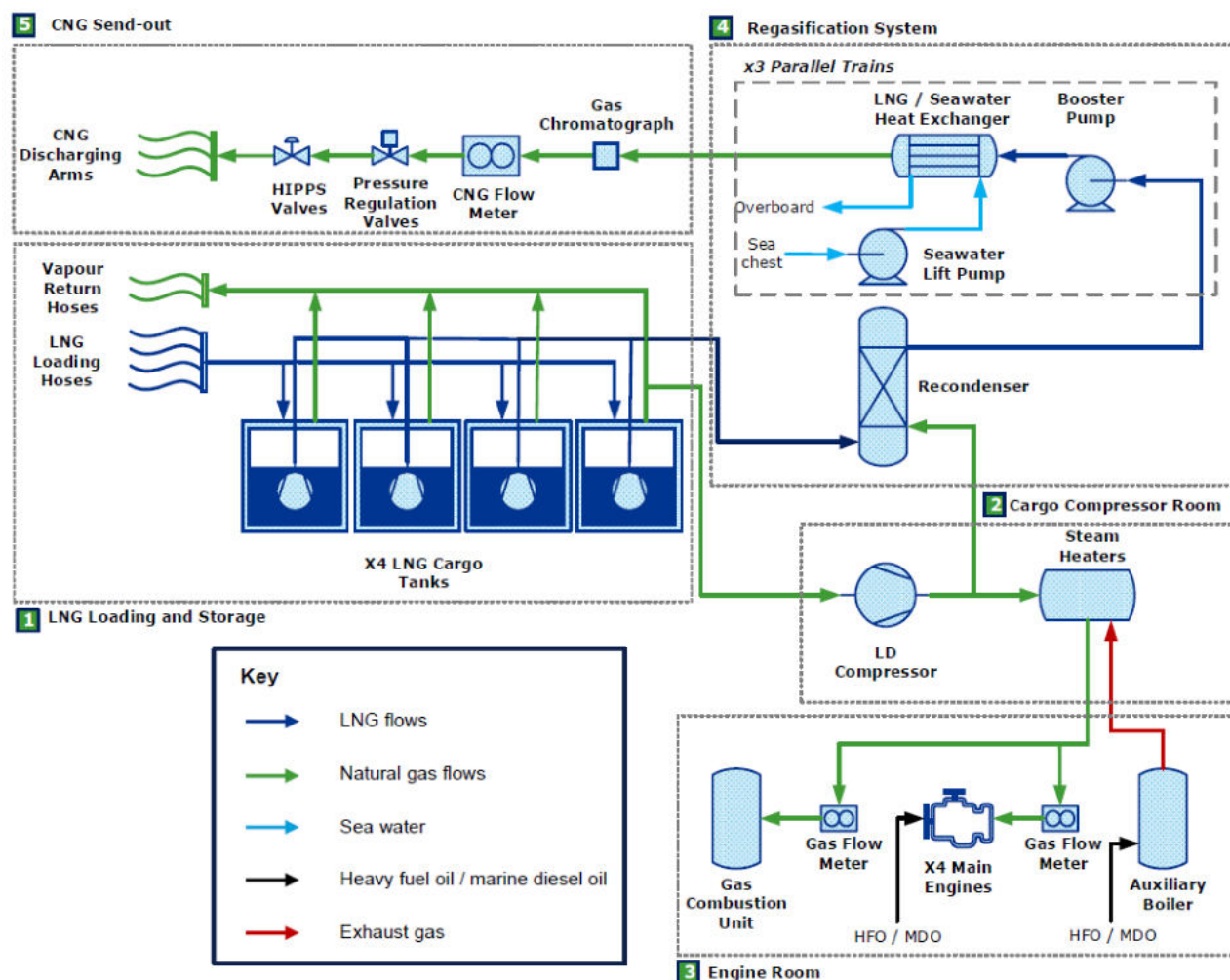
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 44 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

collettore principale, scorrerà all'interno delle manichette flessibili criogeniche ed infine, attraverso il collettore cargo della FSRU ed il sistema tubazioni di trasferimento arriverà ai serbatoi criogenici del rigassificatore. Una linea dedicata di ritorno vapori permetterà la gestione del BOG in eccesso all'interno dei serbatoi della FSRU.

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL (direct sea water).

Nello specifico, il GNL viene inviato dai serbatoi al ricondensatore (recondenser) tramite l'utilizzo delle pompe sommerse in-tank; da qui il fluido raggiunge le pompe di alta pressione che alimenteranno i vaporizzatori e garantiscono la pressione del gas naturale richiesta dal metanodotto.



**Figura 6-9: Schema di Funzionamento della FSRU**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 45 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Durante le operazioni di carico GNL, il boil-off gas generato in eccesso dal Terminale e non ricevuto dalle navi spola durante le operazioni di caricamento sarà gestito tramite compressori dedicati (Low Duty) che lo convogliano all'interno del ricondensatore dove sarà ricondensato e recuperato mediante scambio termico in contro corrente al GNL.

Il gas naturale verrà trasferito dalla FSRU alla pipeline per mezzo di bracci di carico installati sulla piattaforma Petra.

### 6.12 Unità di carico GNL da Nave Spola

Le operazioni di carico GNL da nave spola avverranno nella configurazione ship-to-ship tramite la connessione di massimo cinque (5) manichette flessibili, quattro (4) per il GNL ed una (1) per i vapori di ritorno [1].

Le pompe presenti nei serbatoi a bordo della nave metaniera spola invieranno il GNL ad una portata fino a 9.000 m<sup>3</sup>/h.

Il sistema sarà dotato di una linea dedicata di ritorno vapori alla nave metaniera spola per compensare l'effetto pistone dovuto allo svuotamento dei propri serbatoi.

### 6.13 Unità di stoccaggio del GNL

La FSRU sarà costituita da quattro (4) serbatoi aventi le seguenti condizioni operative [1]:

- ✓ 1) Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.1: 23.908,9 m<sup>3</sup> (assunto 98,5% volume utile);
- ✓ 2) Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.2: 47.911,7 m<sup>3</sup> (assunto 98,5% volume utile);
- ✓ 3) Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.3: 47.918,3 m<sup>3</sup> (assunto 98,5% volume utile);
- ✓ 4) Capacità massima di stoccaggio per serbatoio no.4: 47.920,7 m<sup>3</sup> (assunto 98,5% volume utile);
- ✓ 5) Altezza di riempimento consentita:
  - a. Inferiore 2,75m dal fondo del serbatoio,
  - b. Superiore al 70% del riempimento nominale;
- ✓ 6) Settaggio valvole di rilascio - MARVS (in modalità FSRU): 0,7 barg.

Dai serbatoi di stoccaggio il liquido sarà inviato tramite le pompe di alimentazione GNL (LNG Feedpumps) direttamente al ricondensatore.

#### 6.13.1 Pompe di Carico Principali (Main Cargo Pump)

Ciascun serbatoio è dotato di due pompe di carico principali di tipo centrifugo, verticali monostadio azionate da motori elettrici. Ogni pompa è dimensionata per scaricare 1.750 m<sup>3</sup>/h con una prevalenza di 160 m di GNL, il flusso minimo è 750 m<sup>3</sup> /h [1] .

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 46 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Le pompe sono del tipo a motore sommerso, raffreddate dallo stesso GNL pompato. Il GNL viene utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa ed i cuscinetti del motore.

#### 6.13.2 Pompe di Alimentazione GNL (LNG Feed Pump)

All'interno di ogni serbatoio, oltre alle pompe di carico principali, si trova anche una pompa di alimentazione GNL. Lo scopo principale delle pompe di alimentazione GNL è quello di alimentare l'impianto di rigassificazione, in particolare il ricondensatore, con una pressione sufficiente. Queste pompe sono di tipo centrifugo verticali monostadio; ogni pompa è dimensionata per scaricare 650 m<sup>3</sup>/h di GNL con una prevalenza di 190 m. Le pompe sono del tipo a motore sommerso, raffreddate dallo stesso GNL pompato. Lo stesso fluido viene utilizzato anche per lubrificare e raffreddare la pompa ed i cuscinetti del motore [1].

### 6.14 Sistema di Vaporizzazione

La FSRU è dotata di tre (3) treni di rigassificazione ognuno dei quali con capacità 294.500 Sm<sup>3</sup>/h e composto da [1]:

- ✓ Due pompe ad alta pressione (booster pump);
- ✓ Due vaporizzatori (scambiatori di calore a fascio tubiero – shell & tube).

Il sistema di vaporizzazione opererà normalmente con tutti e tre (3) treni.

#### 6.14.1 Pompe ad Alta Pressione

Le pompe booster HP sono pompe verticali multistadio con motore elettrico montate verticalmente in un pozzo di adduzione. Questi dispositivi sono impiegati per trasferire il GNL in uscita dal ricondensatore direttamente ai vaporizzatori ed hanno la seguente configurazione [1]:

- ✓ N. 6 x 260 m<sup>3</sup>/h, azionabili anche indipendentemente (2 per ogni treno);
- ✓ Massima pressione di spinta 126 barg;
- ✓ Massima pressione operativa 100 barg;
- ✓ Minima pressione operativa 55-60 barg.

Per l'avviamento ed il mantenimento della portata minima, le pompe ad alta pressione sono dotate di una linea di ricircolo installata sulla mandata che riporta il GNL direttamente al ricondensatore.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 47 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### 6.14.2 Vaporizzatori

L'acqua di mare aspirata dalle prese a mare sullo scafo viene spinta all'interno dei vaporizzatori da un set di pompe di sollevamento alla pressione di circa 5 barg; quest'acqua di mare passa attraverso il mantello dello scambiatore di calore GNL/SW e finisce nuovamente in mare attraverso una differente presa a mare posta anch'essa sullo scafo ma ad una certa distanza dalla prima per minimizzare i rischi di cortocircuito termico [1].

A seguito dello scambio di calore, la temperatura dell'acqua di mare all'uscita dello scambiatore di calore GNL/SW deve essere superiore a 5°C per evitare il congelamento dell'acqua di mare sul lato mantello in ogni condizione di funzionamento.

Sono previsti tre (3) treni di vaporizzazione (no. 6 scambiatori).

I vaporizzatori hanno le seguenti caratteristiche:

✓ Lato Mantello:

- Fluido: Acqua,
- Portata:  $\approx 2.700 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

✓ Lato Fascio tubiero:

- Fluido: GNL (Ingresso)/Gas naturale (Uscita),
- Portata:  $\approx 104.500 \text{ kg/h}$ .
- 

#### 6.14.3 Pompe acqua Mare (Acqua di Vaporizzazione)

La FSRU dispone di tre pompe di sollevamento dell'acqua di mare ciascuna da  $6.000 \text{ m}^3/\text{h}$  con una prevalenza di 70 m; ogni pompa è dotata di un sistema di filtraggio acqua mare in mandata, cioè tra la pompa ed il vaporizzatore [1].

### 6.15 Unità di Scarico e Consegna Gas Naturale

La FSRU dispone di un collettore ad alta pressione per lo scarico del GNL vaporizzato, dunque in stato gassoso, verso la Piattaforma Petra. Il collettore è formato da una coppia di flange ed ha le seguenti caratteristiche [1]:

- ✓ Quantità e dimensione: 2 x 16";
- ✓ Rating: ANSI 900#.

La connessione tra FSRU e condotta di trasmissione gas avverrà tramite dei bracci di carico 2 x 12" connessi lato nave al collettore di trasmissione gas mediante un sistema di connessione rapido (PERC).

In presenza di situazioni di emergenza il sistema potrà essere isolato mediante il distacco dei bracci di carico e la chiusura delle valvole SDV. La chiusura di queste valvole permette di sezionare in diversi tratti del sistema e di avviare la sequenza di depressurizzazione

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 48 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

convogliando il gas al vent stack installato a distanza di sicurezza dalla FSRU e dalle altre apparecchiature presenti.

Sulla Piattaforma Petra è prevista anche l'installazione di una trappola di lancio necessaria per le operazioni di ispezione della pipeline.

Dal sistema di bracci di carico il gas naturale verrà convogliato, mediante una tubazione da 26" lungo la Piattaforma Petra e per mezzo di un riser rigido verrà inviato alla condotta sottomarina che lo trasporterà fino all'approdo presso Punta Marina.

La condotta sottomarina sarà lunga circa 8,4 km e avrà un diametro di 26".

In corrispondenza del punto di approdo sarà installata una valvola di sezionamento mare-terra (HSV) in modo da poter isolare il tratto onshore da quello offshore durante operazioni di manutenzione o per necessità operative.

Con riferimento a tale sistema nei seguenti allegati sono riportati:

- ✓ lo schema a blocchi dell'impianto (Allegato 5);
- ✓ lo schema di processo (PFD) (Allegato 6).

## 6.16 HIPPS

Il sistema HIPPS è progettato per prevenire fenomeni di sovrappressione a valle del sistema stesso, intercettando la condotta ed intrappolando la pressione nel lato a monte; le valvole di intercetto forniscono una barriera ermetica tra i due lati del sistema ed evitano la permeazione di gas che potrebbe pressurizzare una parte di impianto non progettata per resistere alla pressione di monte.

Il sistema HIPPS può essere considerato come ultima linea di difesa contro la sovrappressione e consente di effettuare un cambio di classe fra le tubazioni a monte e quella a valle in piena sicurezza.

Come riportato nello schema riportato in precedenza, il sistema HIPPS è installato prima del collettore alta pressione a bordo della FSRU.

## 6.17 Sistema di Misura del Gas

La FSRU è dotata di un sistema di misura non fiscale che può essere utilizzato per definire la quantità esatta di NG sbarcato dalla nave (send-out); la portata di NG viene misurata dal sistema di misurazione prima dell'invio attraverso il collettore di gas export a bordo della nave [1].

Il sistema di misura è composto da due (2) misuratori di portata in serie collegati alla cabina di misura. Nella cabina di misura è previsto il calcolatore ridondato che unisce la misura di portata alle informazioni fornite dai sensori di temperatura e pressione, la cui presa è integrata sulla linea di misura stessa. Il calcolatore acquisisce infine le informazioni sulla

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 49 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

composizione del gas dai due gas cromatografi installati a valle del banco di misura e le combina con i dati dei flussimetri per ottenere la misura della quantità di gas inviata al sistema di scarico.

Caratteristiche:

- ✓ Pressione di progetto: 120 barg;
- ✓ Pressione di esercizio: [70 barg ÷ 105 barg];
- ✓ Temperature di progetto: -20/+60°;
- ✓ Temperature di esercizio: 5°C;
- ✓ Intervallo di misura: da 58.900 a 880.000 Sm<sup>3</sup>/h.

#### 6.18 Sistema di Gestione BOG

Il Boil-off gas (BOG) è prodotto dalla vaporizzazione spontanea del GNL derivante dalla movimentazione del fluido e dello scambio termico con l'esterno. La produzione di BOG dell'impianto varia sensibilmente in funzione delle operazioni attive. Il sistema sarà in grado di gestire il BOG generato nel Terminale e le portate dei vapori di ritorno dalle navi spola [1].

Nel dettaglio, il BOG generato sarà gestito in modo differente in funzione delle condizioni di funzionamento del terminale; di seguito sono riepilogate le procedure previste:

- ✓ Il BOG generato dall'impianto nella condizione in cui è attivo il solo servizio di rigassificazione sarà raccolto dal collettore BOG principale connesso ai serbatoi della FSRU e tramite i compressori di bassa pressione sarà inviato al ricondensatore per il recupero;
- ✓ Durante le operazioni di scarico GNL da nave metaniera spola, il sistema di gestione del BOG invierà parte dei vapori presenti nei serbatoi della FSRU alla nave metaniera, in modo da compensare lo svuotamento dei serbatoi della nave metaniera spola con una portata volumetrica pari al flusso di GNL scaricato;
- ✓ Nel caso in cui il BOG presente nell'impianto non fosse completamente smaltito dal ricondensatore e dal ritorno vapori alla nave metaniera, la quota parte di BOG in eccesso sarà inviata ad un sistema di combustione gas (GCU).

#### 6.19 Sistema di Depressurizzazione e Sfiato di Emergenza

La depressurizzazione è richiesta in caso di messa fuori servizio controllata 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 [1].

Per gestire la depressurizzazione, la FSRU è dotata di un proprio sistema di scarico in atmosfera; anche la piattaforma Petra sarà dotata di un sistema dedicato che rilascerà in zona sicura la quantità di gas segregata nel volume dei bracci di carico con relative tubazioni da 12" oltre che del tratto di condotta da 26" fino alla prima valvola di intercetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 50 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

La posizione è stata scelta in maniera da garantire i requisiti di sicurezza del terminale e minimizzare le interferenze con gli equipaggiamenti installati.

## 6.20 Sistema di Controllo del Terminale

Le aree impiantistiche installate nel Terminale (a bordo della FSRU e presso la Piattaforma Petra) saranno equipaggiate con sistemi di controllo e monitoraggio che permetteranno, come minimo, le seguenti funzioni:

- ✓ Controllo e monitoraggio delle fasi di processo (gas/liquido) e utilities varie;
- ✓ Segnalazione rapida ed accurata di qualsiasi incidente che possa portare ad una situazione di pericolo;
- ✓ Controllo e monitoraggio dei parametri di sicurezza di processo e marittimi, nonché ambientali;
- ✓ Controllo e monitoraggio degli accessi e delle uscite alle/dalle strutture;
- ✓ Scambio di informazioni esterne/interne al Terminale in condizioni normali e di emergenza.

Le principali funzioni sopra indicate saranno svolte dai sistemi/apparati di seguito elencati:

- ✓ Sistema di Controllo Integrato con sottosezioni:
  - Processo (DCS – Distributed Control System);
  - Blocco di Emergenza (ESD);
  - Fire & Gas (F&G);
- ✓ Sistema di misura, campionamento ed analisi;
- ✓ Sistema di Controllo Marittimo;
- ✓ Sistemi Controllo Accessi ed anti-intrusione FSRU;
- ✓ Rete di comunicazione interna/esterna.

I quadri di controllo relativi ai sistemi descritti saranno installati in apposite sale quadri allocate a bordo FSRU (che costituirà la Sala di Controllo Principale). Sulla Piattaforma Petra sarà installato un pannello di controllo locale (PLC) per la gestione dei bracci di carico, in grado di interfacciarsi col sistema di controllo della FSRU.

## 6.21 Sottoservizi

### 6.21.1 Alloggi

Gli alloggi per la FSRU saranno in grado di accogliere un tutto il personale necessario alla gestione dei servizi di armamento e manutenzione della FSRU. Le cabine includeranno tutti

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 51 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

i servizi associati come i bagni e televisori. Il blocco alloggi della FSRU includerà cuccette, uffici, mensa, sala ricreativa comune, infermeria, lavanderia, depositi [1].

Tutte le aree alloggi e le aree comuni saranno separate dalle aree di processo e da altre aree pericolose da una divisione resistente al fuoco e alle esplosioni. Gli alloggi saranno situati all'estremità di poppa della FSRU e comunque alla massima distanza dagli impianti di processo.

L'area alloggi sarà condizionata con l'aria prelevata da un luogo salubre e sarà dotata di apposita strumentazione di rilevamento gas e incendi nelle prese HVAC per allarmare e spegnere i sistemi HVAC al rilevamento di gas nella percentuale preimpostata al limite inferiore di esplosività (LEL) e nel caso in cui vengano rilevati gas tossici (fumo).

Sulla Piattaforma Petra non sono previsti locali alloggi.

#### 6.21.2 Aria Compressa

L'aria compressa sarà prodotta direttamente a bordo 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 [1].

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

Il compressore DUTY si avvia automaticamente quando la pressione scende a 6 bar e si spegne nuovamente quando la pressione torna a 8 bar. Quando si verifica un forte consumo d'aria, il primo compressore (impostato su DUTY) si avvia al raggiungimento dei 6 bar; se la pressione continua a scendere fino a 5 bar o inferiore, si avvia il secondo compressore (STAND-BY).

Tutte le unità del compressore d'aria verranno quindi arrestate automaticamente quando la pressione del sistema è tornata a 8 bar.

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

#### 6.21.3 Azoto

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

- ✓ Pressurizzare l'interbarriera dei serbatoi di GNL;
- ✓ Fungere da gas di tenuta per i compressori di alta e bassa pressione;
- ✓ Estinguere eventuali fiamme innescate sugli sfiati;



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 52 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- ✓ Flussare le tubazioni (es. linee di carico GNL, linee di BOG);
- ✓ Controllare la pressione nel ricondensatore.

L'azoto verrà fornito dalla FSRU mediante una connessione dedicata tramite una manichetta flessibile sorretta da apposita struttura in carpenteria metallica per compensare i movimenti della FSRU. Un ulteriore rack di bombole servirà da stoccaggio di emergenza in caso di mancata fornitura dalla FSRU.

#### 6.21.4 Sistema Antivegetativo (Antifouling System)

La FSRU è dotata di un sistema di trattamento dell'acqua di mare, volto ad inibire la formazione della crescita vegetativa all'interno del circuito di acqua di riscaldamento (cooling water).

Il sistema sfrutta il principio dell'elettrolisi dell'acqua di mare per produrre, direttamente a bordo, ipoclorito di sodio e idrogeno. L'ipoclorito di sodio prodotto dal sistema viene poi iniettato nel circuito con una concentrazione non superiore a quanto indicato nella normativa vigente.

#### 6.21.5 Acqua Dolce

L'acqua dolce è prodotta a bordo da due generatori, ciascuno dotato di scambiatore di calore con il sistema di propulsione principale per l'opportuno riscaldamento. L'acqua prodotta dai generatori passa attraverso il filtro di re-indurimento (aumento della durezza, del PH e della componente minerale) ed attraverso lo sterilizzatore agli ioni di argento prima di essere convogliata nei serbatoi di stoccaggio. Lo sterilizzatore fornisce una riserva di ioni d'argento nell'acqua mantenendola in una condizione sterile durante la conservazione. L'unità mineralizzante contiene minerali che reagiscono con l'acidità naturale dell'acqua per formare un sale neutro portando il valore del pH ad oltre sette [1].

La nave dispone di due serbatoi di stoccaggio, uno su ogni lato. La capacità totale del sistema è pari a 397,8 m<sup>3</sup>.

#### 6.21.6 Sistema Acque Reflue

Il sistema di raccolta delle acque reflue è di tipo sottovuoto, con il vuoto prodotto da un eiettore, valvola di non ritorno e due pompe. Le tubazioni di raccolta (dai sanitari, dalla sala macchine, ecc.) sono dirette all'ingresso del serbatoio di trattamento delle acque reflue sottovuoto. In circostanze normali una delle pompe sarà impostata per funzionare come pompa per vuoto, l'altra come pompa di scarico per l'impianto di trattamento.

I liquami vengono trasportati fino al serbatoio di raccolta utilizzando la pressione differenziale generata dal sistema del vuoto; dal serbatoio di raccolta i liquami vengono pompatisi verso l'impianto di trattamento.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 53 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

L'impianto di trattamento delle acque reflue è completamente automatico ed è progettato per il trattamento delle acque nere e grigie; ci sono tre serbatoi di trattamento ed un serbatoio di sterilizzazione all'interno dell'unità e ciascuno ha uno scopo particolare nel processo di trattamento delle acque reflue.

- ✓ Vasca biofiltro;
- ✓ Vasca di sedimentazione;
- ✓ Vasca di carbone attivo;
- ✓ Vasca di sterilizzazione.

#### 6.21.7 Acqua Demineralizzata

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

#### 6.21.8 Gestione delle Acque Oleose

La FSRU è dotata di un separatore delle acque oleose utilizzato per trattare l'acqua di sentina e stoccarla in appositi serbatoi [1].

#### 6.21.9 Dispositivi di Movimentazione

La FSRU sarà dotata di gru e attrezzature di sollevamento adeguate a garantire [1]:

- ✓ operazioni di carico e scarico GNL / servizi;
- ✓ manutenzione efficace di tutte le apparecchiature / package;
- ✓ gestione efficace di strumenti / materiali / forniture.

Tutte le aree di lavoro avranno una disposizione che preveda un accesso facile e sicuro per il funzionamento, l'ispezione e la manutenzione, con spazio adeguato all'uso delle attrezzature di sollevamento e trasporto laddove è richiesto il sollevamento e il trasporto. Tutti gli accorgimenti per il trasporto sicuro ed efficiente dei materiali, sia orizzontalmente che verticalmente, saranno messi in atto.

Il sistema di movimentazione della FSRU sarà progettato ed installato con l'obiettivo di ridurre al minimo il tempo di inattività complessivo della FSRU.

La Piattaforma Petra sarà dotata di una gru per permettere il sollevamento e movimentazione di attrezzature trasportate via mare.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 54 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### 6.21.10 Alimentazione e Distribuzione Elettrica

L'approvvigionamento energetico del terminale avverrà tramite il sistema di generazione installato a bordo della FSRU.

La FSRU sarà collegata alla Piattaforma Petra con una connessione di potenza in grado di fornire circa 500 kVA, valore stimato per le utenze in Piattaforma più un'opportuna contingenza. La fornitura avrà una tensione disponibile di 440V @ 60 Hz.

Tale connessione alimenta tutte le utenze elettriche della Piattaforma.

La Piattaforma sarà inoltre dotata di un sistema di generazione di emergenza da 500 kVA per il back-up delle utenze in bassa tensione.

#### 6.22 Sistema di Ormeaggio

Il sistema di ormeaggio sarà così composto [1]:

- ✓ due gruppi di tre briccole di accosto ognuna delle quali dotata di adeguanti sistemi respingenti (parabordi) tale da poter ospitare l'FSRU;
- ✓ due gruppi di tre briccole di ormeaggio ognuna dotata di un opportuno numero di ganci a scocco con carico di lavoro (Safe Working Load) pari a 150 MT per ogni singolo gancio;
- ✓ due briccole di accosto aventi anche la funzione di ospitare ganci a scocco con carico di lavoro (Safe Working Load) pari a 150 MT ciascuno, tali da poter rizzare le spring lines della FSRU.

L'ormeaggio della FSRU sarà formato da un opportuno numero di linee con terminale in poliestere ai fini di assicurare la nave al pontile e con i criteri tecnici previsti dalle norme del settore applicabili e alla luce delle condizioni meteomarine che dovrà fronteggiare durante la permanenza.

Analogamente per la configurazione STS, in cui la nave metaniera verrà ormeaggiata a fianco della FSRU, verrà previsto un adeguato numero di linee di ormeaggio per assicurare la nave al terminale e per poter garantire il trasbordo del GNL. In aggiunta, saranno previsti parabordi "a pallone" galleggianti (anche detti Yokohama) volti a tenere separati gli scafi delle due navi durante le fasi di ormeaggio e di trasferimento del GNL.

Per maggiori dettagli in merito agli schemi di ormeaggio, si rimanda a quanto riportato in Allegato 1 e Allegato 2.

#### 6.23 Vie di Fuga

Le vie di fuga dalla FSRU saranno definite dai piani di sicurezza della nave.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 55 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 6.24 Stazione Meteorologica

Il Terminale sarà equipaggiato con un sistema di monitoraggio dei parametri ambientali e meteomarinari. In particolare, i seguenti sensori saranno installati:

- ✓ Stazione anemometrica ed anemoscopica;
- ✓ Stazione ondometrica con rilevazione della velocità superficiale della corrente;
- ✓ Barometro;
- ✓ Termometro;
- ✓ Igrometro.

## 6.25 Illuminazione Esterna

Il sistema di illuminazione sarà basato sui requisiti di sicurezza per i circuiti inerenti l'operatività in emergenza dell'impianto nonché sulla adeguatezza visiva per il personale che normalmente opera in impianto [1].

L'impianto di illuminazione sarà suddiviso nei seguenti sistemi:

- ✓ Impianto di illuminazione generale, alimentato dalla fonte principale di energia elettrica;
- ✓ Impianto di illuminazione di emergenza e delle vie di fuga, alimentato dalla fonte di energia elettrica di emergenza indipendente dalla prima.

L'illuminazione esterna sulla Piattaforma Petra sarà definita in funzione dell'installazione degli impianti, per le seguenti aree:

- ✓ Zone di lavoro: l'illuminazione delle aree di lavoro sarà prevista per tutte le 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. I corpi illuminanti saranno progettati appositamente per un'illuminazione uniforme ed in prossimità delle apparecchiature da operare;
- ✓ Illuminazione della Piattaforma Petra servirà da illuminazione normale e di sicurezza e sarà progettata in modo che il personale possa facilmente individuare eventuali situazioni di pericolo. Le lampade saranno fissate su paline in acciaio di altezza opportuna.

## 6.26 Luci per Aiuto alla Navigazione (Navigation AIDS)

Il sistema luce di aiuto alla navigazione (Navigation AIDS system) sarà 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 saranno conformi e saranno alimentate per un periodo minimo in accordo ai requisiti IMO COLREG.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 56 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Le luci di ostacolo marine (U-light) saranno conformi ai requisiti IALA e saranno alimentate per un periodo di minimo quattro giorni senza alimentazione esterna.

Le luci di ostacolo al volo saranno conformi e saranno 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.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 57 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

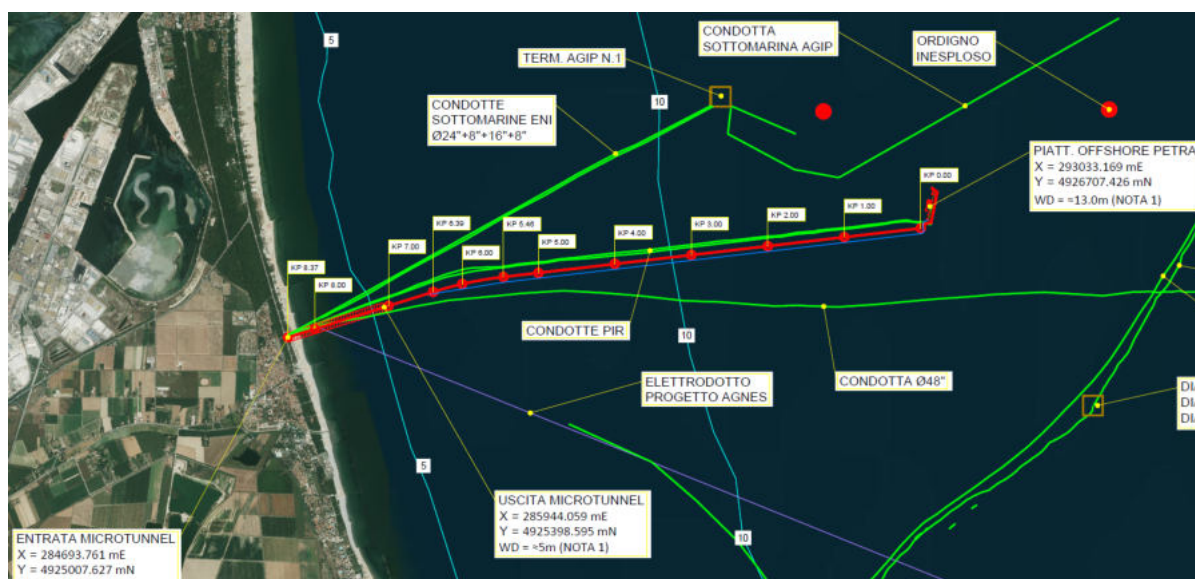
Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 7 CARATTERISTICHE DELLA CONDOTTA SOTTOMARINA

Nel presente Capitolo si riportano le principali informazioni relativamente alla condotta offshore, fino al punto di tie-in con soluzione trenchless, e relativo cavo telecomandato.

### 7.1 Caratteristiche Generali della Condotta

Il tracciato proposto (rappresentato nella sottostante Figura 7.1 e in Allegato 7) si sviluppa a partire dalla piattaforma offshore di Petra posta circa 8,5 km dalla costa antistante Punta Marina (profondità d'acqua di circa 13-14 m, coordinate WGS84/UTM-33\_N: X=293033.169 mE; Y=4926707.426 mN) e a cui sarà permanentemente ormeggiata la FSRU, fino allo spiaggiamento a terra in corrispondenza della stazione di ricezione Petra (coordinate WGS84/UTM-33\_N: X=284693.761 mE; Y=4925007.627 mN).



**Figura 7.1: Tracciato Condotta Sottomarina DN650**

#### 7.1.1 Descrizione dell'Approdo sulla Piattaforma Offshore di Petra

Come già accennato nel Capitolo 1 la presenza di mezzi navali con ingombri maggiori, l'ormeggio permanente di una FSRU e la necessità di accomodare nuove parti impiantistiche richiedono sulla piattaforma offshore Petra lavori di adeguamento.

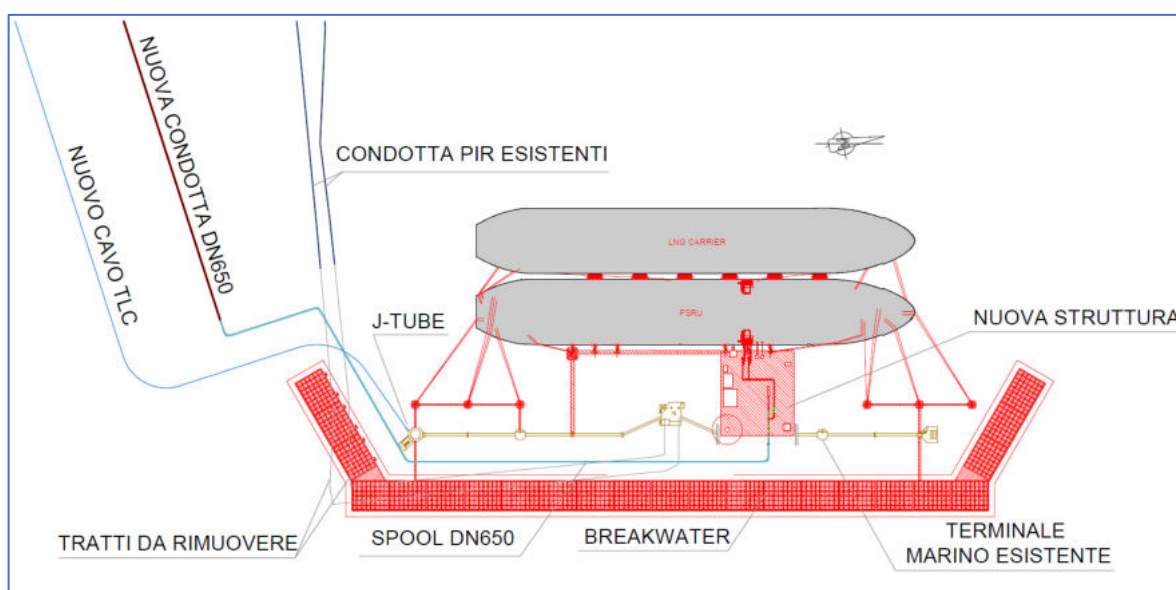
Due diverse alternative di ormeggio sono state valutate (una descrizione grafica è riportata in Figura 7.2 e in Figura 7.3):

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 58 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- ✓ **ALTERNATIVA A** (si veda l'Allegato 1 - "DIS-MEC-B-17000 - Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA A - soluzione con cassoni" (Planimetria, sezione e layout))

In questa soluzione, il tubo di risalita è posizionato sul lato est della nuova piattaforma. Il tracciato (da eseguire con tronchetti flangiati tra di loro) è previsto dirigersi verso sud per attraversare il tratto di mare delimitato tra la diga frangionde e la nuova struttura di ormeggio per poi raccordarsi a sud della piattaforma la condotta sottomarina.



**Figura 7.2: Accosto alla Piattaforma Offshore Petra – Alternativa A**

- ✓ **ALTERNATIVA B** (si veda l'Allegato 2 - "DIS-MEC-B-17007 - Piattaforma di Ormeggio Petra ALTERNATIVA B - soluzione con palancoato" (Planimetria, sezione e layout)).

In questa soluzione la risalita è all'estremo meridionale della nuova struttura. Un tronchetto di giunzione flangiato sarà installato per collegare il tubo di risalita alla condotta sottomarina.





	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 60 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Con l'attraversamento in microtunnel saranno eseguiti i by-pass delle condotte esistenti del terminale n. 4 (48") e il cavo elettrico sottomarino del progetto "AGNES" in progetto [13].

Nella tabella sottostante sono riportate le coordinate del tracciato di progetto della condotta sottomarina.

**Tabella 7.1: Coordinate del Tracciato**

KP (km)	Longitudine (mE)	Latitudine (mE)	WD @ LAT (m) (NOTA 1)	Raggio Curva (m)
0.00	292912.6693	4926424.5419	-13.0	
1.00	291919.4200	4926308.5422	-12.3	
2.00	290926.1708	4926192.5424	-10.6	
3.00	289932.9215	4926076.5427	-10.4	
4.00	288939.6723	4925960.5429	-9.2	
5.00	287946.4231	4925844.5431	-7.9	
5.46	287491.8798	4925791.4579	-7.1	5000
6.00	286957.6386	4925699.4777	-6.6	
6.39	286579.6341	4925597.3397	-6.0	
7.00	285999.0193	4925415.7815	-5.4	
8.00	285044.5937	4925117.3326	-2.2	
8.37	284693.7613	4925007.6273	1.0	
COORDINATE: WGS84 / UTM ZONE 33N (EPSG: 32633)				

Il tracciato in oggetto si sviluppa interamente all'interno del confine (12 miglia) delle acque territoriali italiane.

**Tabella 7.2: Caratteristiche della Condotta lungo il Tracciato**

Profondità		KP		Diametro	Spessore Acciaio	Spessore Gunite	Tratti soggetti a opere di stabilizzazione dopo il varo
Da	A	Da	A				
m	m	km	km	mm	mm	mm	-
14	6.6	0,0	7,0	660,4	17,6	100	Post-trenching
6.5	6,0	7,0	7,1	660,4	17,6	100	Pre-scavo (Area di transizione) <sup>(2)</sup>
6.0	shore	7,1	8,4	660,4	17,6	40	Microtunnel
Note: (1) Profondità, progressive chilometriche e lunghezze dei tratti sono preliminari (2) La lunghezza del tratto nell'area di transizione è indicativa							

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 61 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

**Tabella 7.3: Caratteristiche della Condotta Offshore**

Grandezza	Descrizione
Lunghezza	Circa 8.368m <sup>(1)</sup>
Massima Profondità Fondale	13-14 m
Diametro esterno tubo linea	DN 650 – Ø = 26" (660,4mm)
Spessore preliminare	17,6 mm
Contenuto	Gas naturale
Qualità Materiale (acciaio)	ISO 3183 – L450 SAWL
Tensione di snervamento (SMYS)	450 N/mm <sup>2</sup>
Peso specifico dell'acciaio	7.850 kg/m <sup>3</sup>
Modulo elastico dell'acciaio	207.000 N/mm <sup>2</sup>
Protezione anticorrosiva	rivestimento in polietilene (3 strati) e anodi sacrificali
Spessore di appesantimento (gunite)	40 mm / 100 mm (densità 3040kg/m <sup>3</sup> )
Nota: (1) La lunghezza si riferisce alla condotta sottomarina di lunghezza 8.370m (incluso il tratto di shore approach di 1.300m da eseguire con micro-tunnelling). Da aggiungere il tratto da eseguire con giunti flangiati: circa 450 m per l'Alternativa A e 82 m per l'Alternativa B.	

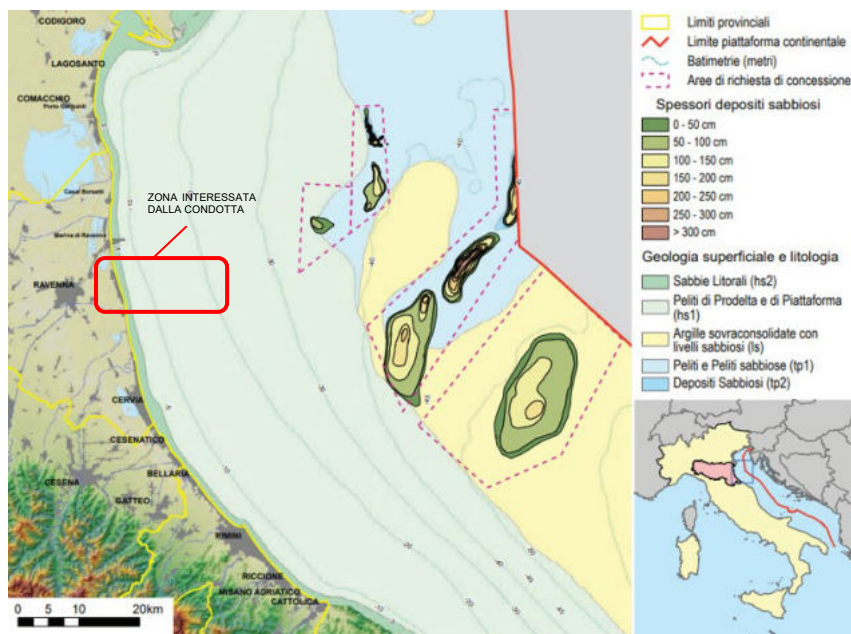
## 7.2 Caratteristiche Morfologiche del Tracciato

L'area interessata dal tracciato della condotta è caratterizzata da una batimetria che dalla linea di costa degrada dolcemente verso il largo fino a raggiungere in una profondità di 13 – 14 m in corrispondenza della Piattaforma Petra.

Il terreno per i primi metri dalla costa è formato da sabbie litorali e prosegue verso mare con Peliti di Prodelta e di Piattaforma.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 62 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 7.4: Carta geologica della zona interessata (“Regione Emilia Romagna: <http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia>”)**

La distribuzione dei sedimenti mostra una variazione nella litologia del fondale procedendo dall'approdo verso la direzione offshore.

Da valutazioni preliminari, il fondale appare caratterizzato da un'alternanza di argille/limo limoso fin dall'inizio del corridoio e da una componente sabbioso/sabbioso-limoso che aumenta gradualmente verso la costa.

In generale, la frazione argillosa si sviluppa a largo fino ad una profondità di circa 7.0m.

La componente sabbiosa è stata individuata a partire da WD=7.0m fino a costa. Dal momento che non è precisamente delineata la transizione tra argilla e sabbia per il tratto a largo si sono eseguiti i calcoli considerando entrambe le tipologie di terreno.

Maggiori dettagli sono riportati nell'Annesso 2 (Inquadramento geologico e geotecnico di area vasta).

### 7.3 Analisi Idraulica

Il metanodotto avrà diametro DN 650 (26”) ed una pressione di progetto a valle della valvola di intercetto pari a 100 bar. Tali caratteristiche sono state definite a seguito di dettagliate simulazioni idrauliche sul sistema [1].

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 63 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### 7.4 Scelta dei Materiali

I materiali utilizzabili per la realizzazione di condotte sottomarine devono resistere sia alle aggressioni chimiche interne da parte gas trasportato, sia alle aggressioni chimiche dell'ambiente marino.

Come riportato nel DM 17/04/18, i tubi per condotte con MOP > 16 bar devono essere in acciaio e con caratteristiche chimico fisiche conformi alle norme previste dalla norma UNI EN 1594.

I componenti delle condotte devono essere conformi anche alle pertinenti direttive europee, ed a quanto prescritto nei relativi decreti legislativi di attuazione nazionale. Devono inoltre riportare la relativa marcatura CE ove prevista.

Il materiale con cui verrà realizzato il metanodotto sarà acciaio grado L450 (saldato longitudinalmente).

La superficie esterna della condotta sarà rivestita da un triplo strato di polietilene (3LPE) che avrà lo scopo di evitare fenomeni di corrosione.

Per quanto riguarda il rivestimento in cemento necessario per aumentare la stabilità della condotta si rimanda ai paragrafi successivi.

#### 7.5 Spessore della Condotta

Lo spessore minimo di acciaio è stato calcolato in accordo alle prescrizioni del DM 17/04/18, che classifica la sealine come condotta di "1° Specie" (pressione di esercizio > 24 bar) e ai requisiti DNV ST-F101.

La condotta è stata verificata per i seguenti scenari di rottura:

- ✓ Contenimento della pressione interna;
- ✓ Collasso per pressione esterna;
- ✓ Propagazione del difetto.

La selezione dello spessore della parete ha tenuto conto dei risultati delle analisi di integrità strutturale nelle seguenti condizioni:

- ✓ Installazione;
- ✓ Prova di collaudo statico;
- ✓ Operativo;
- ✓ Svuotamento della condotta (shut-down).

Uno spessore di 17,6mm è stato preliminarmente selezionato per l'intera condotta, e sarà confermato nelle successive fasi di progettazione.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 64 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 7.6 Analisi di Stabilità sul Fondo della Condotta

L'analisi preliminare di stabilità del tubo sul fondo è stata eseguita in accordo ai criteri della DNV-RP-F109 e con riferimento sia alle condizioni di installazione della condotta, sia di esercizio della stessa. Nella tabella seguente si riportano i carichi ambientali (combinazioni di onde e correnti) considerati nell'ambito delle analisi.

**Tabella 7.4: Analisi di Stabilità sul Fondo della Condotta – Carichi Ambientali Considerati**

Condizione	Combinazioni di Carichi Ambientali
Installazione condotta	10 y.r.p. estremi di onda annuali – 1 y.r.p. estremi di corrente annuali 1 y.r.p. estremi di onda annuali – 10 y.r.p. estremi di corrente annuali
Esercizio condotta	100 y.r.p. estremi di onda stagionali – 10 y.r.p. estremi di corrente stagionali 10 y.r.p. estremi di onda stagionali – 100 y.r.p. estremi di corrente stagionali

In considerazione delle caratteristiche del sito, che presenta:

- ✓ una distribuzione dei sedimenti non uniforme tra la linea di riva e la piattaforma offshore Petra;
- ✓ un'alternanza di argille/limo limoso, con una componente sabbioso/sabbioso-limoso che aumenta gradualmente verso la costa;
- ✓ una frazione argillosa che si sviluppa a largo fino ad una profondità di circa 7,0m;
- ✓ un moto ondoso elevato proveniente prevalentemente da Est-Sud-Est,

si è adottato uno spessore di gunita pari a 100mm lungo l'intero tracciato, ad eccezione del tratto in microtunnel, dove lo spessore selezionato è risultato di 40mm.

Si è inoltre previsto l'infossamento della sezione di condotta al di fuori del microtunnel (tratto di lunghezza di 7,1km circa) prima della fase di avviamento. Lo scavo potrà essere eseguito con la tecnologia del post-trenching, considerando un approfondimento pari al diametro esterno del tubo.

## 7.7 Protezione Catodica

I materiali in generale, e l'acciaio, con cui è realizzato il metanodotto di allacciamento tra la FSRU e Punta Marina, in particolare, sono suscettibili di degrado nel tempo.

La modalità di degrado degli acciai, in cui sono realizzate le condotte adibite al trasporto di gas e idrocarburi, è la corrosione.

La corrosione può essere definita come: "Interazione chimico-fisica tra un metallo e il suo ambiente che si manifesta attraverso modificazioni delle proprietà del materiale metallico e che, spesso, porta ad un degrado funzionale del materiale metallico (riduzione di spessore),



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 65 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

dell'ambiente o del sistema di cui entrambi fanno parte. L'interazione è in genere di tipo elettrochimico”

I fenomeni corrosivi sono quindi un problema tipico delle condotte interrate e sottomarine.

La condotta sottomarina deve essere sottoposta ad un sistema di prevenzione e protezione dalla corrosione.

Tale sistema di prevenzione e protezione si basa sull'utilizzo di un sistema congiunto costituito da:

- ✓ una protezione passiva che consiste nel rivestimento esterno della condotta con materiali polietilenici in grado di proteggere il metallo dall'ossidazione;
- ✓ una protezione attiva (protezione catodica), mediante l'applicazione di anodi sacrificali a bracciale in lega di alluminio.

L'applicazione di rivestimenti è la tecnica più antica e diffusa per proteggere dalla corrosione le strutture metalliche interrate; essa opera come una barriera fisica di separazione tra il metallo e l'ambiente. Perde di efficacia in corrispondenza dei difetti del rivestimento.

La protezione catodica è una tecnica elettrochimica di prevenzione della corrosione dei materiali metallici immersi in ambienti aggressivi aventi un'apprezzabile conducibilità elettrica, quali i terreni e le acque. Si attua facendo circolare una corrente continua fra un elettrodo (anodo) posto nell'ambiente e la superficie della struttura da proteggere (catodo): tale corrente provoca la diminuzione del potenziale del materiale metallico e riduce la velocità di corrosione fino al suo arresto.

La combinazione di rivestimento e protezione catodica assicura la massima affidabilità al minor costo: infatti, l'abbinamento della protezione catodica con il rivestimento isolante ha la principale funzione di ridurre la superficie metallica di scambio della corrente di protezione. Due sono i vantaggi che ne conseguono:

- ✓ riduzione della corrente totale di protezione;
- ✓ maggiore uniformità delle condizioni di protezione lungo la condotta.

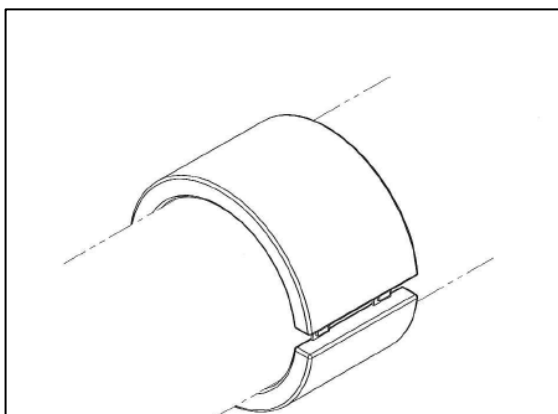
La progettazione, la produzione, l'ispezione, il collaudo e l'installazione degli anodi sacrificali sul gasdotto, saranno conformi ai requisiti della Norma Internazionale ISO 15589-2.

Un tipico esempio di anodo sacrificale a bracciale è riportato nella figura seguente:



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 66 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



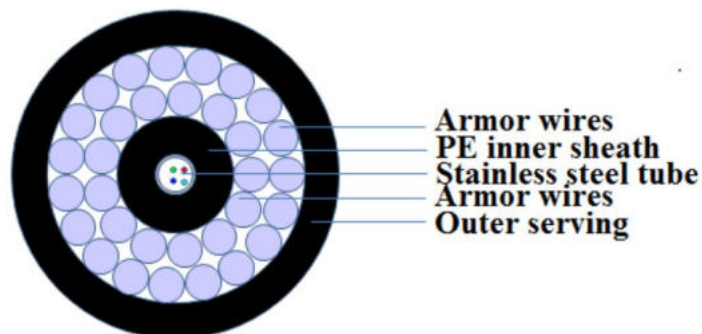
**Figura 7.5: Tipico Anodo a Bracciale**

### 7.8 Cavo Telecomando

Un doppio sistema di sicurezza costituito da due valvole 26" SDV sarà predisposto sul nuovo pontile. Una valvola sarà controllata dalla FSRU mentre l'altra dal dispacciamento SRG collocato a terra. Il controllo della valvola 26" SDV gestita dal dispacciamento sarà eseguito tramite cavo telecomando (TLC) da posare a mare.

Il tracciato del cavo correrà in parallelo alla condotta DN650, interrato di almeno 1,00m ad una distanza di circa 50 m dalla stessa, fino all'imbocco del microtunnel dove sarà fascettato sulla condotta DN650 e quindi entrerà nel microtunnel per proseguire fino alla PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar in località Punta Marina.

Si prevede di installare un cavo in fibra ottica rinforzato con una doppia armatura in modo da resistere alle sollecitazioni a cui è sottoposto durante l'installazione e la vita operativa. Il diametro esterno sarà di circa 30mm. Una sezione trasversale tipica è riportata in Figura 7.6



**Figura 7.6: Cavo TLC – Sezione Trasversale (Tipico)**

Il tracciato del cavo è riportato in Allegato 7.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 67 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 8 ANALISI DELLE OPZIONI DI ACCOSTO

Nel presente Capitolo si riporta una descrizione delle principali opzioni considerate per l'accosto della FSRU presso la piattaforma offshore Petra.

In particolare, sono state esaminate due possibili soluzioni:

- ✓ Accosto a ovest della struttura;
- ✓ Accosto a est della struttura.

Per entrambe le opzioni prese in considerazione è stato previsto di ormeggiare la nave gasiera al fianco della FSRU, in configurazione side-by-side.

La soluzione di accosto a ovest della piattaforma offshore Petra è stata individuata come l'opzione maggiormente favorevole nell'ambito del progetto, sulla base delle seguenti considerazioni:

- ✓ la FSRU risulta a maggiore distanza dal CU e dal traffico marittimo della zona;
- ✓ sono presenti gli spazi necessari ad effettuare in sicurezza la manovra di evoluzione e ormeggio della nave gasiera destinata a rifornire il Terminale. Nell'opzione di accosto ad Est invece, l'area interessata dalla manovra della nave gasiera interferirebbe con il CU e con il traffico della zona portuale;
- ✓ le strutture di ormeggio della piattaforma offshore Petra sono attualmente installate e predisposte a ricevere le navi sul lato ovest della stessa. Per questo motivo la soluzione preferibile presuppone lavori di adeguamento del Terminale più contenuti;
- ✓ le opere di protezione/adeguamento della piattaforma esistente hanno la funzione di schermare il Terminale dagli agenti meteomarinari, garantendo una maggior disponibilità dello stesso rispetto all'opzione di accosto a est. Il layout preliminare di tali opere è riportato in Allegato 1 (ALTERNATIVA A) e in Allegato 2 (ALTERNATIVA B).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 68 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 9 FASI REALIZZATIVE

### 9.1 Adeguamento della Piattaforma Petra

Le fasi di accantieramento per l'adeguamento della piattaforma Petra sono descritte per ciascuna delle due alternative progettuali nei paragrafi che seguono [1].

Le operazioni di accantieramento prevedono, in entrambi i casi, l'esecuzione di indagini pre-installazione, l'eventuale rimozione di ostacoli dal fondale marino per tutta l'area interessata dall'intervento, la eventuale demolizione delle strutture esistenti che potrebbero creare intralcio alla costruzione del nuovo ormeggio ed il livellamento dei fondali fino alla profondità di progetto.

#### 9.1.1 Lavori di Adeguamento Piattaforma di Ormeggio PETRA: ALTERNATIVA A – Soluzione con Cassoni

Terminate le operazioni preliminari, si eseguiranno le attività necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle strutture dell'impianto di ricezione.

##### i. Installazione fondazioni ed impalcato Nuovo Pontile

Le opere previste sono:

- ✓ Infissione pali per fondazione briccole di ormeggio alla FSRU;
- ✓ Infissione pali per fondazione briccole di accosto della FSRU;
- ✓ Infissione pali per fondazione piattaforma centrale Nuovo Pontile.

Terminata l'installazione delle fondazioni si procederà alla costruzione delle opere in carpenteria metallica costituenti l'impalcato del Nuovo Pontile.

Le soluzioni proposte rispondono ai requisiti tecnici richiesti dalla normativa tecnica di riferimento nazionale (NTC2018).

##### ii. Installazione cassoni paraonde

I cassoni paraonde, previsti nel lato est del Nuovo Pontile, saranno di tipo prefabbricato e saranno trasportati in loco tramite apposite chiatte e rimorchiatori.

Una volta raggiunto il sito di installazione, una nave da lavoro dotata di gru opportunamente dimensionata procederà con il sollevamento e la posa sul fondo fino alla profondità di progetto al fine di garantirne la stabilità.

Concluso l'affondamento si procederà con le opere di consolidamento ed il successivo riempimento con materiale di dragaggio per poi procedere con l'installazione del manto di copertura e degli arredi.

In aggiunta sarà installato un muro paraonde nell'estremo lato EST del cassone paraonde al fine di garantire una adeguata protezione.

Il volume del materiale di dragaggio necessario per il riempimento dei cassoni paraonde è di circa 285.000 m<sup>3</sup>.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 69 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### iii. Installazione del piping, valvole e bracci di carico

Una volta realizzati i supporti e le strutture necessarie, si procederà all'installazione del piping, valvole e strumentazione di linea prevista.

L'esecuzione di lavori meccanici comprende le seguenti attività:

- ✓ prefabbricazione di tubazioni, raccorderia, valvole, pezzi speciali e di tutti gli altri componenti previsti nel progetto.

La prefabbricazione comprende:

- pulizia interna ed esterna dei tubi, delle curve e pezzi speciali, la verifica e la preparazione delle testate,
  - taglio e successiva intestatura delle tubazioni,
  - accoppiamento e saldatura delle tubazioni, delle curve, dei pezzi speciali, delle valvole, ecc.;
- ✓ preparazione di ponteggi dove necessario;
  - ✓ montaggio in opera delle tubazioni, raccorderia, valvole complete di attuatore, dei pezzi speciali (prefabbricati o non), secondo i disegni di progetto;
  - ✓ messa in opera dei supporti metallici tubazioni;
  - ✓ controlli radiografici delle saldature;
  - ✓ verniciatura parti metalliche fuori terra;
  - ✓ collaudo idraulico delle tubazioni installate.

I bracci di carico saranno trasportati al sito per mezzo di idonei mezzi navali ed assemblati secondo le indicazioni del fornitore.

Ultimati i lavori di installazione si procederà alle attività di pre-commissioning (test in assenza di idrocarburo).

### iv. Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning

Le nuove apparecchiature elettriche saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Installazione cavo e struttura di supporto per la connessione FSRU-Nuovo Pontile;
- ✓ Installazione generatore diesel di emergenza;
- ✓ Installazione sala controllo dove saranno alloggiati i quadri elettrici;
- ✓ Installazione corpi illuminanti;
- ✓ Installazione impianto di terra;
- ✓ Installazione canaline portacavi e cavi elettrici per l'alimentazione nuove utenze.

A valle dell'installazione verranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 70 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

v. Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione

Le nuove apparecchiature di strumentazione saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Installazione cavo ESD Link e struttura di supporto per la connessione FSRU-Nuovo Pontile;
- ✓ Installazione quadro di controllo;
- ✓ Cablaggio strumenti fino a quadro controllo;
- ✓ Installazione dei sensori di rilevazione gas e incendio;
- ✓ Installazione del sistema DCS/ESD/F&G.

Al termine dell'installazione saranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

vi. Installazione arredi di ormeggio

I nuovi arredi di ormeggio saranno installati secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Ganci a scocco;
- ✓ Respingenti.

9.1.2 Lavori di Adeguamento Piattaforma di Ormeggio PETRA: ALTERNATIVA B – Soluzione con Palancolato

Terminate le operazioni preliminari, si eseguiranno le attività necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle strutture dell'impianto di ricezione.

i. Installazione Cofferdam ed impalcato

Le opere previste sono:

- ✓ Infissione pali per nuovo cofferdam;
- ✓ Riempimento del cofferdam con materiale di risulta da dragaggio;
- ✓ Installazione dei dispositivi di rinforzo per il palancolato del cofferdam (tiranti, traci, cavi, ecc.);
- ✓ Installazione del manto di copertura e degli arredi.

Il volume del materiale di dragaggio necessario per il riempimento del cofferdam è di circa 356.000 m<sup>3</sup>.

Le soluzioni proposte rispondono ai requisiti tecnici richiesti dalla normativa di riferimento nazionale (NTC2018).

In aggiunta sarà installato un muro paraonde nell'estremo lato EST del Nuovo Pontile al fine di garantire una adeguata protezione.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 71 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ii. Installazione del piping, valvole e bracci di carico

Una volta realizzati i supporti e le strutture necessarie, si procederà all'installazione del piping, valvole e strumentazione di linea prevista.

L'esecuzione di lavori meccanici comprende le seguenti attività:

- ✓ prefabbricazione di tubazioni, raccorderia, valvole, pezzi speciali e di tutti gli altri componenti previsti nel progetto. La prefabbricazione comprende:
  - pulizia interna ed esterna dei tubi, delle curve e pezzi speciali, la verifica e la preparazione delle testate,
  - taglio e successiva intestatura delle tubazioni,
  - accoppiamento e saldatura delle tubazioni, delle curve, dei pezzi speciali, delle valvole, ecc.;
- ✓ preparazione di ponteggi dove necessario;
- ✓ montaggio in opera delle tubazioni, raccorderia, valvole complete di attuatore, dei pezzi speciali (prefabbricati o non), secondo i disegni di progetto;
- ✓ messa in opera dei supporti metallici tubazioni;
- ✓ controlli radiografici delle saldature;
- ✓ verniciatura parti metalliche fuori terra;
- ✓ collaudo idraulico delle tubazioni installate.

I bracci di carico saranno trasportati al sito per mezzo di idonei mezzi navali ed assemblati secondo le indicazioni del fornitore.

Ultimati i lavori di installazione si procederà alle attività di pre-commissioning (test in assenza di idrocarburo).

## iii. Installazione nuove apparecchiature elettriche ed attività di pre-commissioning

Le nuove apparecchiature elettriche saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Installazione cavo e struttura di supporto per la connessione FSRU-Nuovo Pontile;
- ✓ Installazione generatore diesel di emergenza;
- ✓ Installazione sala controllo dove saranno alloggiati i quadri elettrici;
- ✓ Installazione corpi illuminanti;
- ✓ Installazione impianto di terra;
- ✓ Installazione canaline portacavi e cavi elettrici per l'alimentazione nuove utenze.

A valle dell'installazione verranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 72 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### iv. Installazione nuove apparecchiature di strumentazione ed automazione

Le nuove apparecchiature di strumentazione saranno installate secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Installazione cavo ESD Link e struttura di supporto per la connessione FSRU-Nuovo Pontile;
- ✓ Installazione quadro di controllo;
- ✓ Cablaggio strumenti fino a quadro controllo;
- ✓ Installazione dei sensori di rilevazione gas e incendio;
- ✓ Installazione del sistema DCS/ESD/F&G.

Al termine dell'installazione saranno effettuati i test di pre-commissioning (test in assenza di energia elettrica).

#### v. Installazione arredi di ormeggio

I nuovi arredi di ormeggio saranno installati secondo le modalità definite in fase di progettazione:

- ✓ Ganci a scocco;
- ✓ Respingenti.

## 9.2 Realizzazione dei Dragaggi

### 9.2.1 Stima dei Volumi Movimentati

Il progetto prevede la necessità di movimentazione di sedimenti del fondale marino lungo tutto il tratto a mare della condotta fino all'exit point del microtunnel e, in particolare, in prossimità della Piattaforma Petra. In quest'ultima zona si prevede di dover realizzare una attività di dragaggio significativa, volta a rendere i fondali marini idonei all'ormeggio permanente dell'FSRU presso la struttura ed all'accesso, la manovra e l'ormeggio delle LNG Carriers.

L'immagine riportata di seguito presenta l'area ove si prevede l'esecuzione di approfondimento dei fondali, al fine di consentire l'accesso delle gasiere (aree di tipo A - canale di accesso), la manovra e l'ormeggio presso la Piattaforma Petra (aree di tipo B) e l'uscita delle gasiere (aree di tipo C - canale di uscita).





	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 74 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

**Tabella 9.1: Pendenze tipiche di scarpate sottomarine per differenti tipologie di terreni (BS 6349-5)**

<b>Table 11. Typical side slopes for various soil types: underwater slopes</b>		
<b>Soil type</b>	<b>Side slope</b>	
	<b>Still water</b>	<b>Active water</b>
Rock	Nearly vertical	Nearly vertical
Stiff clay	45°	45°
Firm clay	40°	35°
Sandy clay	25°	15°
Coarse sand	20°	10°
Fine sand	15°	5°
Mud and silt	10° to 1°	5° or less

Sulla base delle informazioni a disposizione (carta nautica), si è stimata la necessità di dover dragare le seguenti quantità per ciascun settore (ipotizzando di raggiungere una quota – 15m s.l.m.):

- ✓ AREE TIPO A (Aree del canale di accesso al Terminale): circa 690.000 m<sup>3</sup>;
- ✓ AREE TIPO B (Aree di manovra presso la piattaforma Petra): circa 1.240.000 m<sup>3</sup>;
- ✓ AREE TIPO C (Aree del canale di uscita): circa 4.210.000 m<sup>3</sup> (da valutare).

Tale stima dovrà necessariamente essere rivalutata con maggior precisione, una volta che saranno disponibili i rilievi batimetrici della zona.

Si evidenzia che, mentre il dragaggio delle aree di tipo A e di tipo B è funzionale a garantire l'arrivo delle metaniere a pieno carico al Terminale, **il dragaggio delle aree di Tipo C lo si potrebbe considerare, di concerto con le autorità marittime competenti, non strettamente necessario** in quanto, in condizioni di normale esercizio, le navi in uscita hanno ridotto sensibilmente il proprio pescaggio e pertanto possono navigare con i margini di franco sotto chiglia già assicurati dalle attuali quote di fondo (circa 14 metri). In caso di uscita in emergenza di una metaniera a carico pieno si può pensare al riutilizzo del canale di accesso.

Si evidenzia infine, che in funzione dell'Alternativa che verrà selezionata per l'adeguamento della piattaforma Petra, tra 285.000 m<sup>3</sup> e 356.000 m<sup>3</sup> di materiale dragato potranno essere utilizzati per riempire i cassoni o il palancolato.

## 9.2.2 Descrizione dei Mezzi e delle Tecniche Previste per la Movimentazione

I mezzi necessari a svolgere le attività di dragaggio saranno scelti in base ai risultati delle indagini di dettaglio che saranno condotte.

A titolo di esempio, le attività di dragaggio potranno essere condotte mediante l'utilizzo di escavatori a fune o idraulici, a braccio rovescio, installati su pontoni galleggianti.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 75 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

In ogni caso il tipo di mezzo da adottare dovrà consentire di evitare eccessive dispersioni di acqua torbida verso l'ambiente marino e di minimizzare il contenuto di acqua nella massa di sedimenti asportati, al fine di favorire il processo di consolidamento e di ridurre l'eventuale quantitativo di acqua da trattare.

Prima dell'avvio delle fasi di realizzazione dovrà esser condotta una prova di dragaggio (test pilota) volta all'ottimizzazione delle attività e a ricavare i parametri necessari per l'impostazione del sistema di monitoraggio della torbidità, con particolare riferimento all'individuazione dei valori di fondo dei sedimenti in sospensione e dell'incremento tollerabile. Da tale prova dovranno essere anche ricavate informazioni circa l'effettivo contenuto di acqua del materiale dragato, aspetto anch'esso necessario per l'ottimizzazione delle attività, in relazione alla quantificazione dei volumi di acqua eventualmente da trattare.

In ogni caso, la modalità di dragaggio più idonea potrà essere definita con maggior precisione una volta noti i risultati della campagna di caratterizzazione ambientale, che potrà fornire indicazioni e istruzioni operative atte a ottemperare ai requisiti delle normative vigenti in materia di tutela ambientale.

### 9.2.3 Piano di Monitoraggio

Durante l'esecuzione del dragaggio saranno previste attività di controllo dei solidi sospesi nella colonna d'acqua nelle aree oggetto di movimentazione, tale da consentire tempestivamente la sospensione dell'attività qualora venga evidenziata la fuoriuscita del pennacchio della torbidità al di fuori delle aree previste o si registi una eccessiva torbidità in virtù dei parametri preventivamente concordati.

## 9.3 Realizzazione di Condotta e Cavo Telecomando Sottomarini

Per quanto riguarda la fase di cantiere, considerata la diversa natura delle aree attraversate, sono previste differenti metodologie per la posa della condotta.

In particolare, l'assemblaggio e il varo della condotta (compresa la sezione di linea che sarà tirata all'interno del microtunnel) saranno eseguiti tramite utilizzo di nave posa-tubi con posizionamento ad ancore e metodo convenzionale (varo a S). A supporto della nave posa-tubi sono previsti:

- ✓ rimorchiatori salpa-ancore addetti alla movimentazione delle ancore dei mezzi;
- ✓ un mezzo navale di supporto e trasporto tubi aventi lo scopo di assicurare il rifornimento dei tubi da posare, i servizi ausiliari ed il collegamento con la terra ferma;
- ✓ nave appoggio per l'eventuale assistenza durante il varo ed il rilievo visivo e strumentale e per collegamenti a terra.

Altri mezzi interessati all'installazione sono:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 76 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- ✓ mezzo navale equipaggiato di escavatore o draga per scavo area di transizione all'uscita del micro-tunnelling;
- ✓ mezzo navale per movimentazione della PTM (Post Trenching Machine);
- ✓ mezzo navale ausiliare con sistema di ancoraggio, equipaggiato di gru per:
  - recupero TBM,
  - per posa dei giunti flangiati di raccordo Pontile – Condotta,
  - per supporto di attività di pre-commissioning;
- ✓ mezzo navale idoneo equipaggiato con bobina, scivolo e dispositivi per la posa di un cavo sottomarino;
- ✓ mezzo navale per movimentazione della PTM (Post Trenching Machine) riferito all'interramento del cavo sottomarino.

In base alla disponibilità dei mezzi e alla programmazione delle operazioni, lo stesso mezzo navale può essere utilizzato per fare più attività. Dove richiesto i mezzi dovranno essere idonei per allocare e manovrare gli equipaggiamenti della squadra di sommozzatori.

Le tecniche costruttive sopra citate sono descritte nei paragrafi successivi.

### 9.3.1 Aree di Cantiere

L'area di cantiere relativa alla nave posa-tubi si limiterà al solo ingombro nel mezzo, all'impronta della condotta sul fondale e ad eventuali aree impegnate dalle linee di ormeggio.

Per le operazioni di varo della condotta per l'approdo è identificabile un'area di cantiere a mare essenzialmente costituita da:

- ✓ area per ancoraggio della nave posa-tubi;
- ✓ spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori.

L'installazione della condotta a mare comporterà l'allestimento delle seguenti aree di lavoro a terra:

- ✓ cantiere di prefabbricazione e stoccaggio, costituito da un'area ad uso industriale o con caratteristiche simili, prossimo alla costa. I tubi, dopo i lavori di rivestimento, appesantimento con calcestruzzo (gunitatura) ed installazione degli anodi, saranno stoccati provvisoriamente nell'area di stoccaggio tubi e materiali, dalla quale potranno essere agevolmente trasportati, su autoarticolati, ad un punto di attracco (banchina portuale) e da qui caricati sugli appositi mezzi navali (pipe carriers, rimorchiatori), che riforniranno in maniera continuativa i mezzi posa-tubi. Per quanto riguarda in particolare i requisiti per la scelta di tale area e della banchina di attracco (porto idoneo ad operazioni di carico/scarico) sono:
  - disponibilità e costi,
  - vicinanza reciproca (aree di stoccaggio e banchina di attracco potrebbero anche essere adiacenti),

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 77 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- vicinanza della banchina di attracco (porto) all'area di lavoro (per ridurre tempi e costi di trasporto in mare);
- ✓ cantieri presso l'approdo costiero, esteso in parte a terra ed in parte a mare, per l'esecuzione microtunnel e per le operazioni di tiro della condotta effettuate tramite verricello,
- ✓ cantiere di collaudo finale allestito presso l'approdo della condotta è costituito da un'area contenente le attrezzature e la strumentazione per il lancio del pig/ricevimento e l'allagamento della condotta,
- ✓ lavori di scavo a mare per trincea di recupero della TBM (Tunnel Boring Machine) e per transizione uscita dal microtunnel.
- ✓ lavori di scavo a mare per infossamento della condotta posata fuori dal microtunnel tramite post-trenching. La larghezza di scavo dipenderà dalla tipologia di terreno e può essere variabile tra i 2m e i 7m.
- ✓ cantiere presso il tracciato del cavo TLC per posa sul fondo e successivo interrimento con 1,00m di ricoprimento.
- ✓ lavori di rimozione di porzione condotte esistenti PIR in prossimità della piattaforma offshore di Petra.

### 9.3.2 Attività di Costruzione lungo la Rotta

La posa della condotta prevede la preparazione di una stringa (tubi saldati in testa) a bordo della nave posa-tubi, il varo della tubazione in mare e il suo successivo abbandono sul fondale.

La posa della condotta sarà effettuata da un mezzo posa-tubi equipaggiato con sistema di ancoraggio tradizionale (utilizzo di 8-12 ancore).

Allo scopo di contenere le sollecitazioni di posa della tubazione entro i limiti previsti, la nave posa-tubi sarà dotata di "rampa di varo" e di tensionatori di ritenuta, per mantenere la condotta nella configurazione predefinita dal tipo di mezzo in utilizzo (varo a "S").

La prima operazione da effettuare sarà quella del "tiro da terra" della stringa di condotta da installare all'interno del microtunnel. Il barge di varo si posizionerà in posizione opportuna a circa 500m dal punto di uscita a mare del microtunnel e comincerà le operazioni di saldatura e preparazione della stringa di varo; la testa della condotta sarà dotata di una "testa di tiro" a cui sarà collegato il cavo di tiro proveniente da terra (che sarà preventivamente installato all'interno del microtunnel) e via via che la stringa sarà costruita si procederà al "tiro" fino all'arrivo a terra della "testa di tiro". In questa fase il barge di varo sarà fisso in posizione e solo successivamente procederà con il varo normale verso il largo.

Dopo il completamento dell'installazione della stringa di tubo nel microtunnel, in accordo con la produzione giornaliera delle stringhe per la posa, l'area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta. L'avanzamento dipenderà da diversi fattori quali tipo di mezzo di varo,



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 78 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

metodo di saldatura, diametro e spessore del tubo. L'avanzamento medio è stimato essere di circa 1,0 km/giorno.

### 9.3.3 Campo Ancore della Nave Posatubi

Il campo ancore della nave posa-tubi sarà funzione della profondità d'acqua interessata e dalla presenza di eventuali ostacoli.

La singola linea di ormeggio potrebbe avere una lunghezza tra 400m-900m.

Durante la fase di tiro della stringa di tubo all'interno del micro-tunnelling, il mezzo navale sarà fisso. Successivamente le ancore saranno movimentate e riposizionate lungo la rotta prestabilita in modo da proseguire la posa della condotta verso il largo.

Eventuali interferenze potrebbero realizzarsi con le seguenti condotte esistenti:

- ✓ Condotte sottomarine (Ø24"+ Ø8"+ Ø16"+ Ø8") da terminale Agip n. 1 a Punta Marina;
- ✓ Condotte sottomarine (2 condotte parallele Ø22" con tubo camicia Ø28") dalla struttura offshore Petra a Punta Marina (Rif. [14]);
- ✓ Condotta sottomarina (Ø48") da terminale n. 4 a Punta Marina;
- ✓ Elettrodotta Agnes in fase di progetto (Rif. [13]).

Dovranno essere previste ancore ad alta efficienza per limitare fenomeni di aratura del fondo marino.

In Allegato 8 si riporta la planimetria contenente indicazione delle aree potenzialmente interessate dal campo ancore in fase di cantiere.

### 9.3.4 Realizzazione del Punto di Uscita a Mare del Microtunnel

#### 9.3.4.1 Preparazione del microtunnel

Un micro-tunnelling (L=1.300m) dal punto di arrivo a terra fino a circa 5,5m-6,0m di profondità in mare sarà preventivamente predisposto prima dell'installazione della condotta a mare. Esso sarà costituito da elementi a sezione circolare che consentiranno il passaggio della condotta e sarà rivestito tramite appositi conci in calcestruzzo armato.

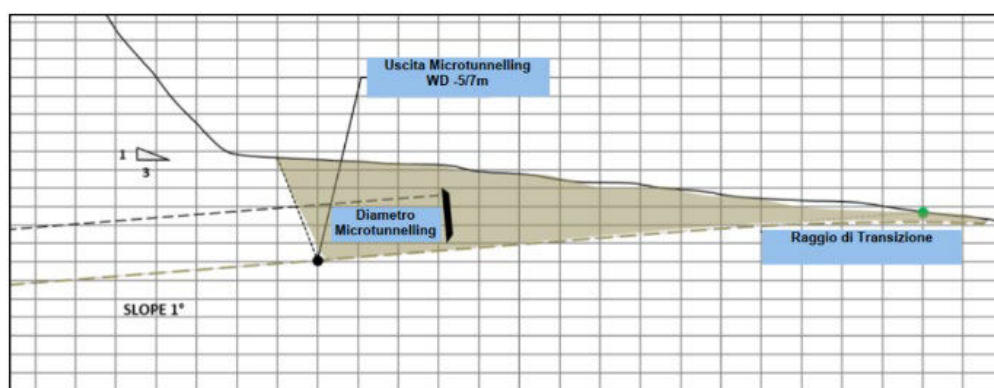
#### 9.3.4.2 Scavo area di transizione all'uscita del microtunnel

All'uscita del microtunnel a mare è necessario un pre-scavo per il recupero della testa fresante. Lo scavo dovrà essere proseguito verso largo per la creazione di una sezione di transizione per raccordare il profilo verticale della condotta all'uscita del microtunnel e la sezione offshore posata sul fondale marino. L'area interessata dallo scavo sarà di circa 50m x 300m con il lato lungo parallelo al tracciato.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 79 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

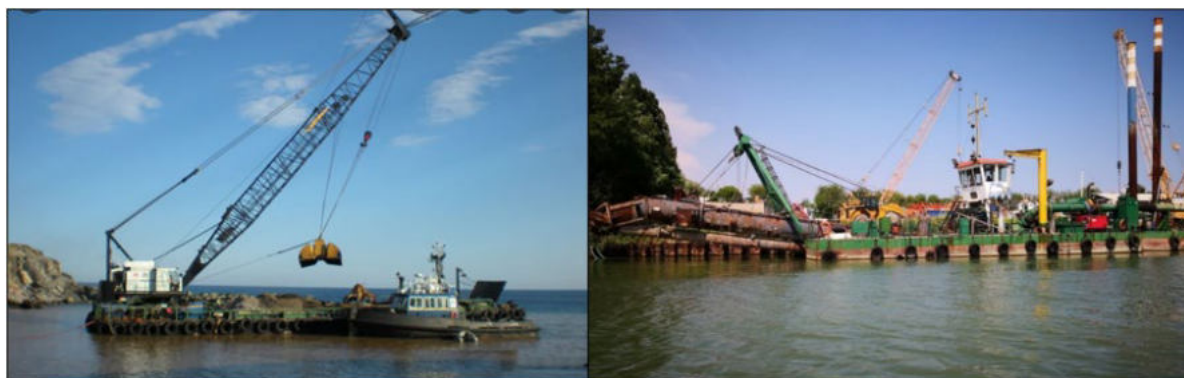
Nella successiva fase di sviluppo della progettazione saranno definite in dettaglio le superfici da sottoporre ad escavo e relative profondità e volumi di sedimento da movimentare, nonché le modalità tecniche e le misure operative e gestionali da adottare in fase di esecuzione degli interventi. Sulla base di tali elementi potranno essere definite, dove applicabile, le ulteriori indagini ambientali necessarie per la caratterizzazione dei sedimenti e delle aree di intervento, in linea con quanto previsto dalla vigente normativa di settore. La Figura seguente mostra una tipica sezione longitudinale della trincea a ridosso dell'uscita del microtunnel.



**Figura 9.2: Tipica trincea all'uscita del microtunnel**

La fase di scavo richiederà l'utilizzo di mezzi appositi. Nei lavori marini di scavo generalmente, oltre ad imbarcazioni a basso pescaggio per il trasporto di personale e materiale e per i rilievi ed il monitoraggio dei lavori, vengono utilizzati mezzi specifici, quali ad esempio (Figura 9.3):

- ✓ escavatore a benna, su pontone o a terra, per l'esecuzione dello scavo in corrispondenza delle acque poco profonde;
- ✓ escavatore e/o draga meccanica a tazze montata su chiatta e/o draga idraulica aspirante, per le sezioni dello scavo da compiere in corrispondenza di fondali aventi profondità maggiori.



**Figura 9.3: Tipici di Escavatori per Basso Fondale**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 80 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

#### 9.3.4.3 Recupero TBM

Una volta finita la fase di scavo, un pontone equipaggiato con gru, potrà ormeggiare nei pressi dell'uscita a mare del micro-tunnelling per procedere al recupero della TBM (Tunnel-Boring Machine).

In base alla sequenza di installazione è possibile anche fare uno scavo ridotto per il solo recupero della TBM. Successivamente, lo scavo può essere ripreso per completare l'area di transizione necessaria alla condotta per contenere lo stress nei limiti previsti.

#### 9.3.4.4 Costruzione e tiro della stringa all'interno del microtunnel

Per l'installazione della condotta all'interno del microtunnel si prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- ✓ posizionamento della nave posa-tubi a basso pescaggio ad una distanza di circa 500 m dal punto di uscita del microtunnel;
- ✓ ancoraggio della nave posa-tubi in posizione con la "rampa di varo" allineata sulla rotta di progetto della condotta da posare;
- ✓ installazione del sistema di tiro a terra della condotta (testa di tiro), costituito da verricello lineare e relativi blocchi di ancoraggio. Il sistema deve essere installato nei pressi della buca di spinta del micro-tunnelling per permettere il tiro della stringa di tubo all'interno di esso sulla spiaggia
- ✓ assemblaggio dei giunti di linea a bordo della nave posa-tubi (la stringa è munita alla sua estremità, lato costa, di idonea testa di tiro). Una volta terminata le attività di ancoraggio, la nave posa-tubi comincerà le operazioni di saldatura e preparazione della stringa di tubo per il varo; la testa della condotta sarà dotata di pad-eye per connessione con il cavo di tiro proveniente da terra (predisposto all'interno del microtunnel); via via che la stringa sarà costruita si procederà al tiro fino all'arrivo a terra della testa di tiro. In questa fase la nave posa-tubi sarà fissa in posizione e solo successivamente procederà con il varo normale verso il largo.
- ✓ tiro della tubazione all'interno del micro-tunnelling. La fase di tiro termina quando raggiunge il pozzetto di entrata a terra del microtunnel. Il tiro è effettuato manovrando un verricello lineare: ogni singola operazione comporterà l'avanzamento di una stringa di tubazione di lunghezza variabile in funzione della capacità di saldatura del mezzo di posa.

Nell'area di tiro (Stazione di Petra) saranno costruiti sistemi di ancoraggio e pareti per contrastare la forza di tiro, basi di appoggio, verricello lineare, nonché pulegge e relativi blocchi di ancoraggio.

La lunghezza di tiro necessaria è funzione della profondità del fondale raggiungibile con diverse tipologie di mezzi posa-tubi. Preliminarmente il mezzo di varo si posizionerà ad una profondità di circa 7m per eseguire un tiro di una stringa lunga 1.800-2.000m.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 81 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### 9.3.5 Post-Trenching

Una volta che la condotta sarà posata sul fondo, si provvederà al suo affossamento per garantirne la stabilità. La metodologia di scavo applicata sarà quella del post-trenching. Questa tecnica consiste nell'uso di un mezzo sottomarino che provvederà all'affossamento della tubazione asportandole materiale da sotto, dopo che è stata varata e posata nella posizione voluta. Il materiale di scavato sotto la condotta sarà depositato lateralmente alla trincea sempre muovendosi a cavallo del tubo.

La macchina di scavo PTM (Post Trenching Machine) sarà movimentata da un mezzo nave equipaggiato di gru e idoneo per il posizionamento in bassi fondali.



**Figura 9.4: Esempio di Mezzo Sottomarino Tradizionale per Operazione di Interramento della Condotta con Post Trenching**

### 9.3.6 Collegamenti

In prossimità della piattaforma offshore per l'ormeggio della FSRU saranno realizzati i collegamenti sottomarini tra la condotta posata sul fondo e il tubo di risalita. Tale tubo dovrà essere agganciato con un supporto ("hanger clamp") alla struttura della piattaforma. Altre clampe ("guide clamp") saranno installate lungo la verticale per limitarne la lunghezza libera di inflessione.

Tutti i tronchetti saranno realizzati mediante dotati di flange alle estremità per permettere l'accoppiamento sottomarino.

Questi giunti saranno di forma e dimensione in dipendenza del tratto che deve essere collegato. Inoltre, la dimensione di ogni singolo giunto dipenderà dalla capacità dei mezzi navali di manovrare e sollevare oggetti di grandi dimensioni e pesanti.

Le operazioni di installazione saranno effettuate previa metrologia mediante l'ausilio di sommozzatori.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 82 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Tutte le curve dei tronchetti e del tubo di risalita fino alla trappola sopra alla piattaforma saranno piggabili.

I lavori di adeguamento della piattaforma offshore di Petra prevedono la rimozione dei tronchetti di raccordo delle condotte PIR esistenti che interferiscono con le operazioni. Il tratto da rimuovere sarà valutato in funzione delle analisi di dettaglio che verranno sviluppate nelle fasi successive del Progetto.

#### 9.3.7 Realizzazione degli Attraversamenti

Le indagini preliminari effettuate lungo il tracciato hanno identificato la presenza di diverse condotte esistenti che approdano a terra in corrispondenza della stazione di ricezione Petra.

La condotta in progetto attraverserà in microtunnel le condotte esistenti del terminale n. 4 (48") e del cavo elettrico sottomarino del progetto "AGNES" in progetto [13].

La configurazione del profilo del micro-tunnelling sarà tale, dunque, da non interferire con le linee esistenti.

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 micro-tunnelling, si procederà ad attenuare qualsiasi danno potenziale ad altri servizi e mitigarne gli effetti. La procedura generale per la realizzazione degli attraversamenti prevede le seguenti attività:

- ✓ esecuzione di rilievi ed indagini prima della posa della condotta, in modo da determinare con precisione il punto di attraversamento del cavo;
- ✓ marcatura dei punti di attraversamento mediante transponder di tipo acustico (o strumenti analoghi);
- ✓ rimozione di ogni possibile ostacolo nell'area dell'attraversamento;
- ✓ installazione di materassi in cemento sul fondale, di supporto o di protezione, posizionati adiacenti e paralleli ai cavi nei punti di incrocio;
- ✓ installazione della condotta con sezione in attraversamento retta, ed angolo di incidenza del cavo preferibilmente maggiore di 30°;
- ✓ esecuzione di opere di stabilizzazione dell'attraversamento con materassi o berme di massi, se necessario
- ✓ rilievo post – posa finale.

#### 9.4 Installazione Cavo TLC per Controllo Valvola SDV

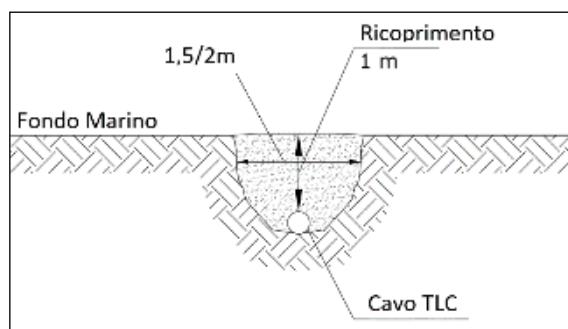
È prevista l'installazione di un cavo per il telecontrollo, da parte del dispacciamento Snam, di una delle due 26" valvole SDV posizionate sul nuovo pontile a mare

Tale cavo consentirà il controllo da remoto di una delle due valvole SDV, mentre l'altra sarà controllata direttamente dalla FSRU.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 83 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Nel tratto a mare, il cavo sarà installato in parallelo alla nuova condotta, ad una distanza non inferiore a 50m circa e sarà interrato per circa 1m.

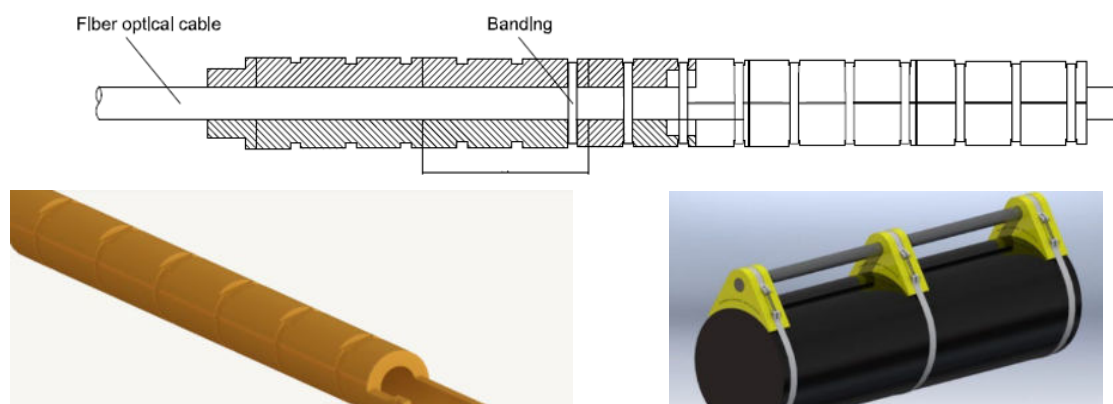


**Figura 9.5: Tipica Sezione Trasversale di Cavo Affossato**

Prima dell'entrata nel microtunnel il cavo si avvicinerà alla nuova condotta e proseguirà quindi all'interno del microtunnel, quindi arriverà fino all'impianto a terra.

#### 9.4.1 Metodologia e Sequenza di Installazione del Cavo

La prima fase di installazione per il tratto a mare del cavo TLC inizierà sul ponte della nave posa-tubi, al momento della costruzione della stringa, che sarà tirata all'interno del microtunnel. In questa fase la nave posa-tubi è ancorata a circa 500m dall'uscita a mare del microtunnel. Il cavo rotolato in una bobina (reel) dovrà essere alloggiata sulla nave posa-tubi per essere dispiegata posizionata all'interno di un tubo flessibile di protezione, il quale sarà fascettato con passo costante alla condotta DN650, per poi essere tirato all'interno del microtunnel in un'unica soluzione. Il tubo cavo può essere fascettato direttamente alla condotta oppure delle selle (saddle) possono essere considerate.

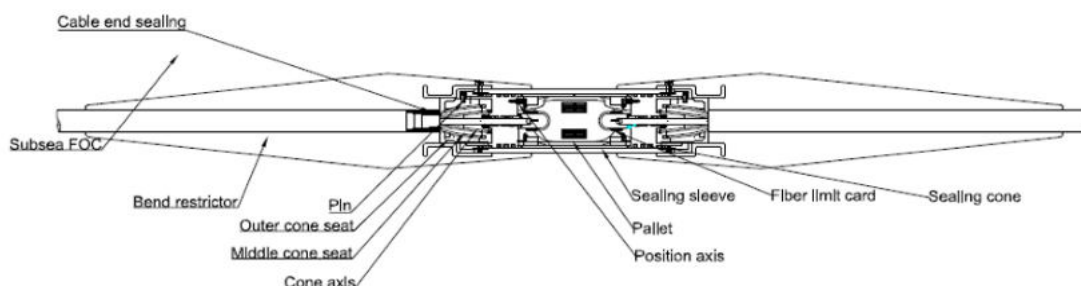


**Figura 9.6: Esempi di Tubi di Protezione e Sistemi di Fascettamento per Configurazioni in "Bundle"**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 84 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Terminata questa fase sarà possibile abbandonare l'estremità (con una lunghezza extra), che sarà recuperata sul mezzo navale predisposto a completare la posa del cavo sul quale si provvederà a fare il collegamento (splice connection) per congiungere i tratti di cavo.



**Figura 9.7: Tipico di una Connessione Sottomarina di un Cavo (Splice Connection)**

Se si vuole evitare la connessione, è possibile eseguire il trasbordo della bobina dalla nave posa-tubi sul mezzo predisposto alla continuazione della posa del cavo sottomarino.

Il mezzo navale per la posa del cavo sarà equipaggiato di reel e scivolo di idoneo raggio di curvatura per mantenere il cavo in sicurezza durante tutte le fasi di installazione; il mezzo inoltre potrebbe essere dotato di attrezzature per l'affossamento simultaneo del cavo stesso subito dopo la posa. In alternativa la macchina post-trenching trainata da un altro mezzo passerà subito dopo la posa.

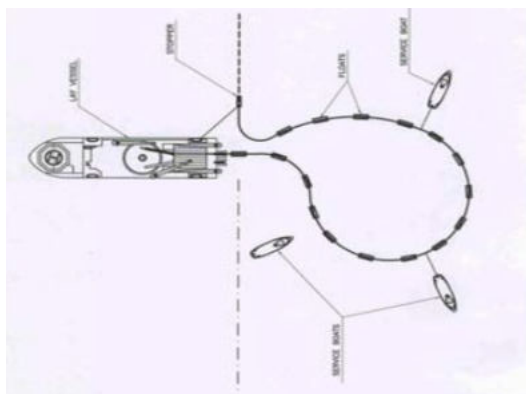
La sequenza di installazione proseguirà nel seguente modo:

- ✓ una volta eseguite tutte le operazioni precedenti, il mezzo navale con il reel a bordo si muoverà verso il largo posando il cavo parallelamente (lato sud) alla condotta sottomarina di 26" ad una distanza di circa 70m e comunque non inferiore a 50m. Tiro applicato durante la posa e curvature sul fondo saranno compatibili con le caratteristiche meccaniche del cavo;
- ✓ una volta raggiunta la struttura offshore, il tracciato del cavo proseguirà sempre parallelo alle condotte sottomarine, transitando sempre sul lato esterno ad est di esse, per essere abbandonato con configurazione a omega in prossimità del J-tube pre-installato sul pontile (circa 2 metri più a nord della risalita del riser da 26");
- ✓ la testa del cavo TLC sarà collegata tramite un cavo di tiro già predisposto all'interno del J-tube ad un verricello posto sul pontile che provvederà a eseguire il tiro dentro il j-tube e quindi al recupero del cavo TLC sul pontile;
- ✓ una volta sul pontile si provvederà a eseguire i dovuti collegamenti. La configurazione di abbandono a "W" sul fondo del mare deve essere di lunghezza tale da garantire una extra lunghezza sufficiente per il tiro all'interno del J-tube e per la connessione sul nuovo pontile.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 85 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7



**Figura 9.8: Esempio di Abbandono del Cavo Sottomarino per Eseguire il Tiro dentro il J-tube**

#### 9.4.2 Interramento del Cavo Sottomarino

Come accennato in precedenza, il cavo sottomarino sarà interrato di almeno 1.00m rispetto al fondo del mare.

La profondità di scavo e conseguente affossamento del cavo può essere raggiunto con diverse tecnologie. Alcune macchine adottano strumenti di taglio ("cutting wheel" o "digging chain") altre invece prevedono "dredging pumping" o "jetting". Esempi di questi macchine sono riportati nella figura seguente.



**Figura 9.9: Esempio di Mezzi Sottomarini per Interramento di Cavi**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 86 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 10 FASI DI AVVIAMENTO

### 10.1 Terminale

Si premette che tutte le attività di precommissioning della FSRU avverranno in cantiere, nel Sito di Ravenna verranno realizzate tutte le attività di commissioning degli impianti collocati presso la Piattaforma Petra.

#### 10.1.1 Pre-commissioning

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

Il pre-commissioning consiste nelle seguenti attività principali:

- ✓ Controllo delle strutture e dei sistemi fondazionali;
- ✓ 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.

#### 10.1.2 Ormeaggio della FSRU e collegamento alla Piattaforma Petra

Una volta terminate le operazioni di realizzazione delle opere nell'impianto di ricezione, sarà possibile ormeaggiare la FSRU presso la Piattaforma Petra e procedere con il collegamento della stessa alle strutture ivi installate.

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



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 87 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### 10.1.3 Commissioning

L'attività di commissioning si effettua ad impianto meccanicamente completato e precommissionato per essere pronti per introdurre il GNL.

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:

- ✓ 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 banchina;
- ✓ 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.

### 10.1.4 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, il 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.

## 10.2 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;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 88 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

- ✓ Riser e Expansion Loop 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 (mediante l'utilizzo di teste di tiro e di abbandono per smobilizzare la nave di varo il prima possibile);
- ✓ 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 (oppure in navi cisterna), caratterizzazione 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 (es. attuazione remota della valvola ESD).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 89 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 11 SISTEMI DI SICUREZZA FSRU

La FSRU è dotata di un sistema di sicurezza con l'obiettivo di proteggere il personale, gli impianti di produzione e l'ambiente: il sistema è adibito alla gestione delle emergenze ed è costituito da due sezioni (ESD, F&G) indipendenti dal sistema di controllo del processo e dei servizi (DCS) che non potrà eseguire nessuna azione di arresto di emergenza [1].

Il sistema di controllo e sicurezza dovrà garantire i seguenti requisiti minimi:

- ✓ Dovrà essere completamente indipendente dal sistema di controllo del processo e progettato specificamente per rilevare situazioni di pericolo e ridurne le conseguenze;
- ✓ Dovrà garantire come minimo le seguenti funzioni:
  - Attivazione del sistema ESD da un sistema di controllo centrale e/o da stazione ESD locale,
  - Monitoraggio, attivazione e controllo dei dispositivi di sicurezza,
  - Monitoraggio e controllo dei parametri di processo per mantenere gli impianti in condizioni di sicurezza,
  - Rilevazione incendi (fiamma e/o fumo),
  - Rilevazione di gas naturale.

In particolare, il sistema di sicurezza dovrà:

- ✓ Avviare automaticamente le azioni ESD appropriate secondo la filosofia ed i livelli ESD definiti qui preliminarmente ed approvati in fase di progettazione di dettaglio;
- ✓ Se necessario, attivare automaticamente i dispositivi di protezione necessari (ad es. Protezione antincendio attiva);
- ✓ Informare il Sistema di Controllo di Processo (DCS) dell'attivazione ESD;
- ✓ Controllare i dispositivi di comunicazione di emergenza visiva e acustica e gli allarmi;
- ✓ Aprire cancelli / porte di emergenza al fine di consentire l'accesso alle squadre di emergenza e l'evacuazione del personale secondo i piani di emergenza che verranno definiti dal costruttore durante la fase di progettazione di dettaglio;
- ✓ Attivare le sequenze di depressurizzazione automatica.

Il livello SIL dovrà essere assegnato a ciascuna funzione di sicurezza in base a quanto sarà stabilito durante la sessione di valutazione SIL: i logic solvers ed i dispositivi del sistema di sicurezza dovranno essere conseguentemente selezionati per verificare il SIL richiesto e certificati in accordo alle norme IEC 61508, IEC 61511 e ISO 20257-1: per questo tipo di applicazioni tipicamente risultano certificati SIL 3 capable.

Il sistema ESD dovrà essere considerato per le operazioni di scarico tra FSRU e l'impianto di ricezione presso la piattaforma offshore.

Il sistema di controllo della sicurezza prevedrà una sezione per l'arresto di emergenza (ESD) ed una sezione di Fire&Gas Detection System (F&G).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 90 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Il sistema F&G avrà il compito di rilevare le situazioni pericolose mentre le azioni di messa in sicurezza saranno attuate dalla sezione di ESD.

Il sistema di controllo della sicurezza avrà il compito di rilevare le situazioni di pericolo e di ridurre le conseguenze.

Esso garantirà almeno le seguenti funzioni:

- ✓ rilevamento fughe gas naturale;
- ✓ rilevazione incendi;
- ✓ attivazione funzione di arresto di emergenza ESD;
- ✓ supervisione, attivazione e controllo dei dispositivi di sicurezza;
- ✓ supervisione e controllo dei parametri essenziali per mantenere l'installazione in condizioni sicure.

### 11.1 Sezione ESD

Il sistema di arresto di emergenza (ESD) sarà composto da [Rif. 02]:

- ✓ quadri elettrici di automazione contenenti le interfacce con le apparecchiature di campo e le apparecchiature di elaborazione dei segnali di campo;
- ✓ un sistema di distribuzione delle alimentazioni elettriche;
- ✓ una serie di pulsantiere, sia in sala controllo che in campo, per l'attivazione del sistema di arresto di emergenza;
- ✓ un sistema di trasmissione dati ridondante, ad alta velocità, alta disponibilità e bassa latenza.

Il sistema avrà un'interfaccia diretta con tutti i sistemi di sicurezza che riguardano il sistema ERS, i sistemi di rilevazione gas e incendio, il sistema di attracco e ormeggio delle navi, le pulsantiere manuali, etc.

La funzione di arresto di emergenza ESD comporterà l'attivazione delle valvole di ESD al fine di limitare i volumi coinvolti nell'incidente.

Le funzioni ESD saranno attivate in modo automatico a seguito della rilevazione da parte della sezione relativa al F&G per scenari confermati di incendio o perdita gas.

Le funzioni ESD potranno essere attivate su richiesta dai pannelli ESD locali o da quello centrale. L'attivazione delle funzioni ESD non dovrà comportare nuove situazioni di pericolo.

La richiesta di attivazione ESD dovrà essere trasmessa al sistema di controllo di processo DCS per il coordinamento delle azioni.

La progettazione del sistema di controllo sicurezza sarà conseguente e coerente con le conclusioni del processo di valutazione dei rischi.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 91 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

Le funzioni di arresto di emergenza ESD daranno origine ad una risposta strutturata in relazione all'evento pericoloso. Il blocco dell'impianto da esse generato potrà essere totale, nel caso in cui i malfunzionamenti rilevati lo richiedano, ma anche parziale nel caso in cui si possa porre in sicurezza l'unità coinvolta nell'evento pericoloso, pur mantenendo in marcia il resto dell'impianto.

La fermata totale o parziale dell'impianto potrà essere iniziata sia da sequenze automatiche, attivate dal superamento delle condizioni operative dell'impianto stabilite in fase di progetto, sia da attivazione manuale tramite pulsanti di blocco disponibili agli operatori, posizionati in campo e/o in sala controllo, a seconda della necessità.

Il sistema ESD sarà articolato in una struttura a più livelli di protezione, di seguito descritti:

- ✓ 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 dalla 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 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 FSRU alla bettolina, ad esempio a seguito di evento di emergenza a bordo della FSRU stessa o nell'area impianto di ricezione e trasferimento prodotto, oppure di impedire il danneggiamento delle manichette flessibili e/o dei raccordi con conseguente rilascio di GNL.

All'interno delle aree pericolose saranno installati pulsanti per l'attivazione del sistema di emergenza.

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 92 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 11.2 Sezione F&G

La sezione F&G del sistema di sicurezza sarà responsabile della rilevazione di fughe gas, presenza fiamme e presenza fumo e della attivazione del relativo stato di allarme che, abbinato ai sistemi attivi antincendio ad acqua, acqua e schiuma, polvere e a gas inerti permetterà di minimizzare i rischi e i danni derivanti da perdite di gas e incendi [1].

Per la rilevazione degli eventi accidentali indicati, saranno utilizzati, in via di massima, i seguenti sistemi:

- ✓ sensori all'infrarosso puntuali (IR point detector) e a percorso aperto (IR open path detector) per rilevare fughe gas;
- ✓ sensori multi-IR (Multi -spectrum IR detector) per rilevare fiamme;
- ✓ sensori a doppia camera di ionizzazione per rilevare fumo.

Il sistema di rivelazione gas, incendi e perdite avvierà le seguenti azioni attraverso il sistema di controllo F&G collegato al sistema ESD:

- ✓ attivazione degli impianti fissi antincendio previsti su rivelazione confermata di incendio, logica 2 su n;
- ✓ attivazione dei segnali necessari ad attivare ESD;
- ✓ allarme visivo e sonoro di: incendio, rilascio gas in Sala Controllo;
- ✓ in caso di rivelazione incendi o gas in aspirazione ai sistemi di ventilazione dei locali presidiati: fermata dell'impianto di ventilazione e condizionamento, chiusura delle serrande di intercettazione allo scopo di prevenire la propagazione fumi all'interno di locali o la dispersione di gas in aree presidiate da personale di impianto.

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 93 di 93	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## 12 RIFERIMENTI

- [1] SNAM, 2022, FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti, Basi di progetto, Doc. No. REL-BAS-E-09007, Rev. 00, 6 Luglio 2022.
- [2] DM 17/04/2008 Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0.8
- [3] DNV-ST-F101 Submarine Pipeline Systems
- [4] DNV-RP-F109 On-bottom stability design of submarine pipelines
- [5] UNI EN ISO 3183 Petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipeline transportation system
- [6] Guardia Costiera Ravenna <https://www.guardiacostiera.gov.it/ravenna>
- [7] Aree Rete Natura 2000 <https://www.mite.gov.it/pagina/schede-e-cartografie>
- [8] Regione Emilia Romagna <http://www.regione.emilia-romagna.it>
- [9] Decreto 14.10.2009: Zona di tutela biologica denominata “Area fuori Ravenna” - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
- [10] Ordinanza 49/2022: Esercitazioni di Tiro Poligono Foce Fiume Reno (Poligono Echo 346) - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna Prot. N. 0000049 del 27.04.2022
- [11] Ordinanza n. 32/2022 Istituzione di uno schema di separazione del traffico navale e di aree regolamentate di ancoraggio nella zona di mare antistante l'imboccatura del porto di Ravenna - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna prot. N. 0000032 del 31.02.2022
- [12] Ordinanza n° 34/2020 Piattaforme/impianti offshore antistanti il circondario marittimo di Ravenna Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, Capitaneria di porto di Ravenna prot. N. 0020963 del 13.08.2020
- [13] Progetto preliminare dell'hub energetico innovativo Offshore “AGNES” – Realizzazione di un impianto fotovoltaico galleggiante e di due impianti eolici nel tratto di mare antistante la costa della Provincia di Ravenna (Emilia-Romagna) – Settembre 2021
- [14] Sistema integrato trasporto olio combustibile da Ravenna a C.T.E. ENEL Porto Tolle – Condotte sottomarine - Snamprogetti 1985
- [15] PIANC Report n°121 - 2014, Harbour Approach Channels



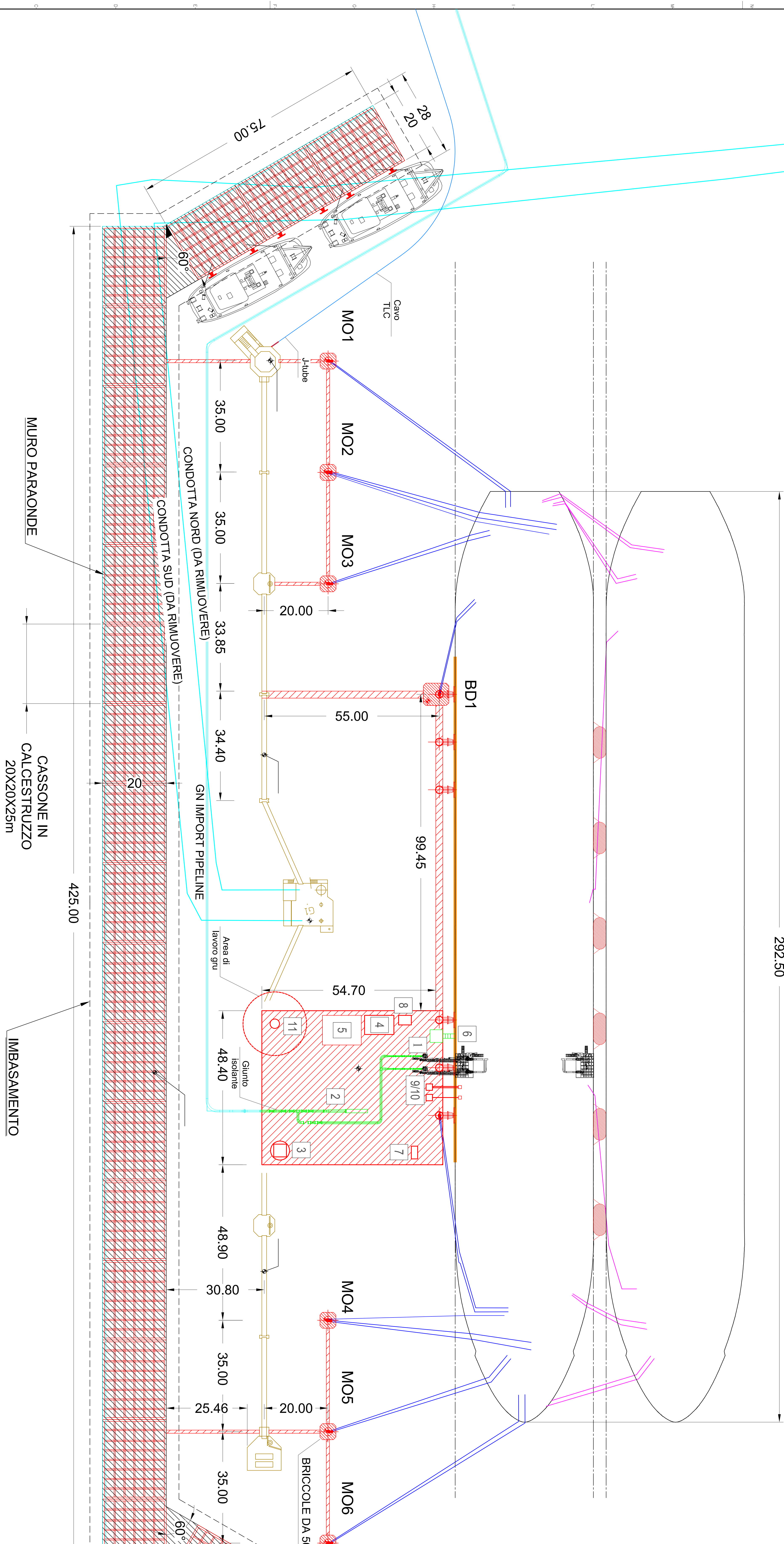
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 1

**Piattaforma di Ormeggio Petra**  
**ALTERNATIVA A - Soluzione con Cassoni (Planimetria, Sezione e Layout)**  
**a cura Tecnoconsult**  
**(DIS-MEC-B-17000)**

- 
- Technical drawing of a mechanical part, likely a cross-section of a shaft or pipe. The drawing shows a curved profile with a vertical dimension line indicating a length of 292.50. The drawing is oriented vertically, with the dimension line on the right side. The part has a curved outer surface and a straight inner section. There are some small, faint markings on the left side, possibly indicating a break or a specific material property.

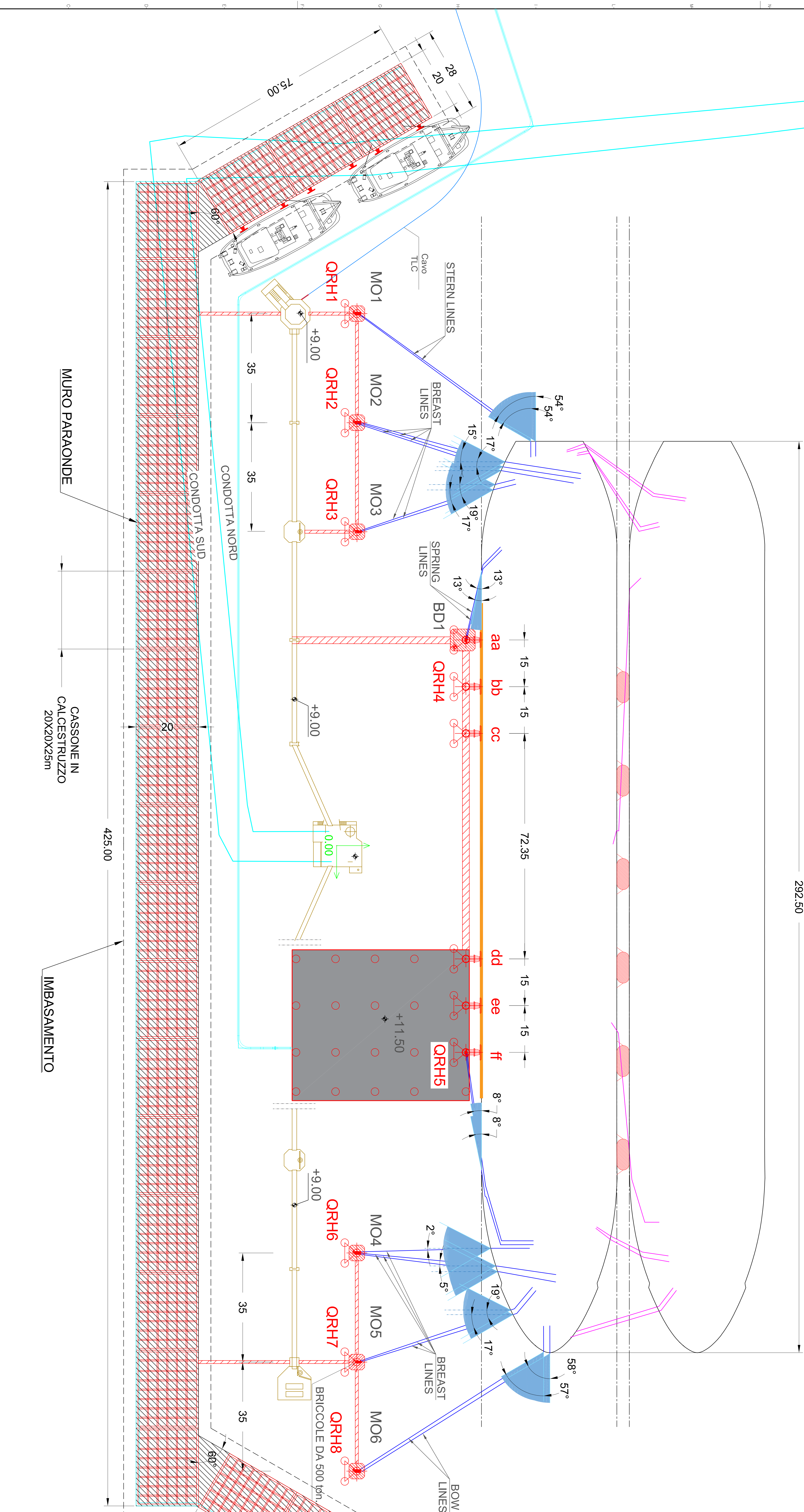








Technical drawing of a mechanical part, showing a side view. The part has a curved top surface and a flat bottom surface. A dimension line indicates a length of 292.50 units.



Technical drawing of a pier (Muro paraonde) showing a cross-section. The drawing includes the following elements:

- MURO PARAONDE**: Label for the pier wall.
- CASSONE IN CALCESTRUZZO 20X20X25m**: Label for the concrete box structure.
- IMBASAMENTO**: Label for the foundation.
- 425.00**: Dimension indicating the height of the pier wall.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 2

**Piattaforma di Ormeggio Petra**  
**ALTERNATIVA B - Soluzione con Palancolato (Planimetria, Sezione e Layout)**  
**a cura Tecnoconsult**  
**(DIS-MEC-B-17007)**






NOTE GENERAL:

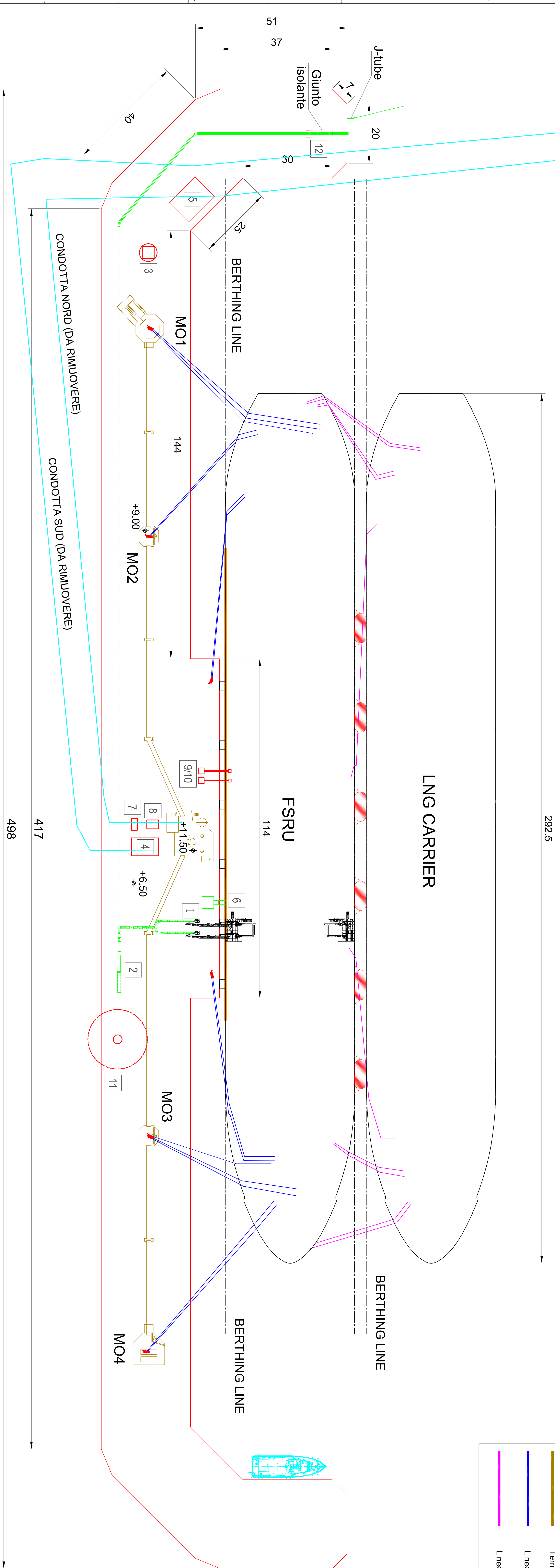
- A. Quote e misure sono in metri.
- B. L'illuminazione e la segnaletica esistenti non sono riportati in questa tavola.
- C. Il dimensionamento strutturale sarà finalizzato durante la fase di ingegneria di dettaglio

## ELENCO APPARECCHIATURE

- 1) Bracci di carcio
- 2) Trappola
- 3) Sistema di sflio (vent)
- 4) Generatore di emergenza e serbatoio diesel
- 5) Locale pompe antincendio
- 6) Scalandrone
- 7) Skid bombole azoto
- 8) Cabanetto di controllo
- 9) ESP link e cavo alimentazione elettrica
- 10) Manichetta scarico azoto
- 11) Gru di sollevamento
- 12) Valvole di sezionamento

LEGENDA:

- |   |                            |
|---|----------------------------|
|  | Tubazione di progetto      |
|  | Nuova installazione        |
|  | Terminale marino esistente |
|  | Linee di omologgio FSRU    |
|  | Linee di Omologgio STS     |

[illegible]











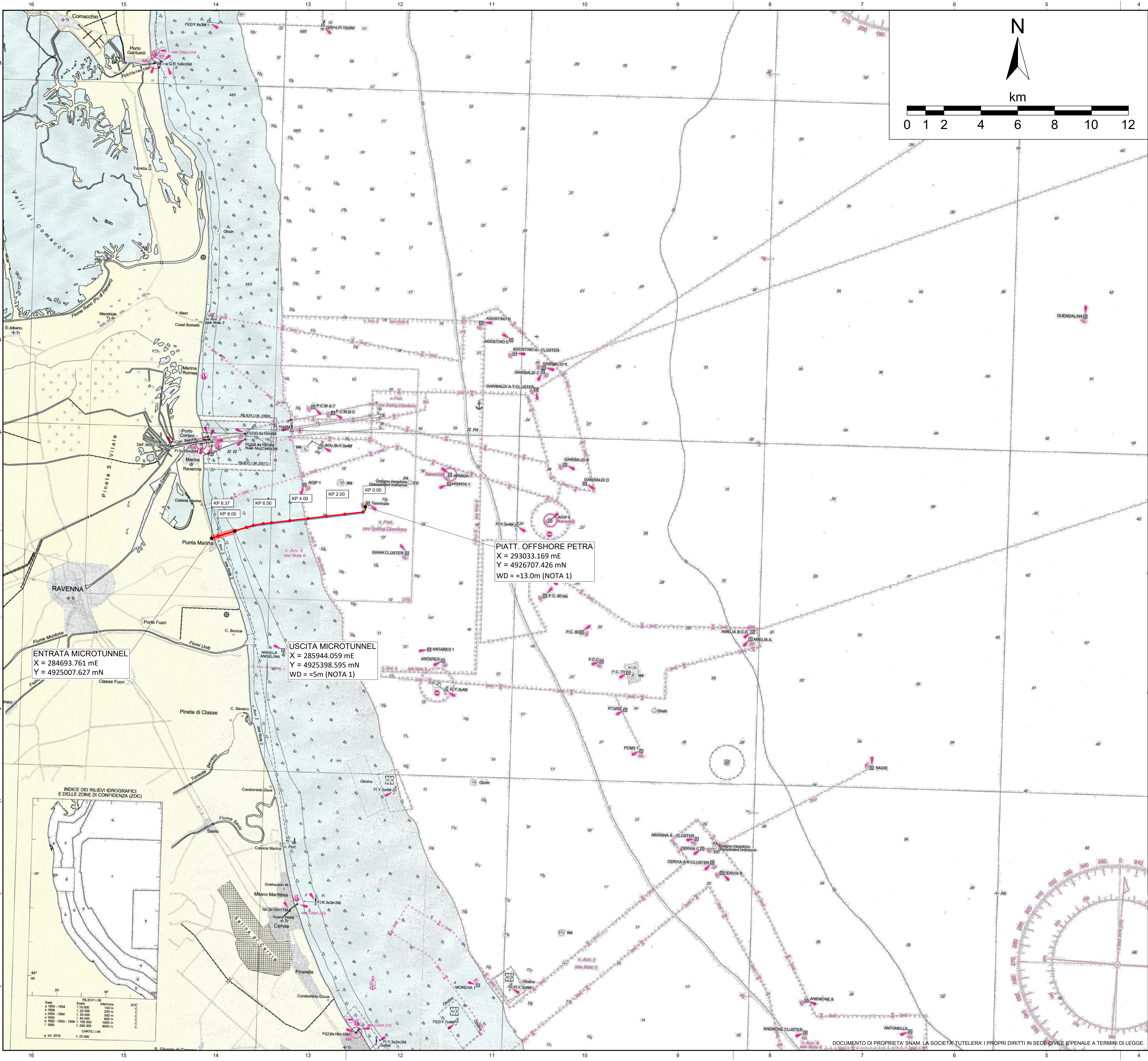
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

### ALLEGATO 3

#### **Planimetria Nautica** **(DIS-COR-B-09003)**

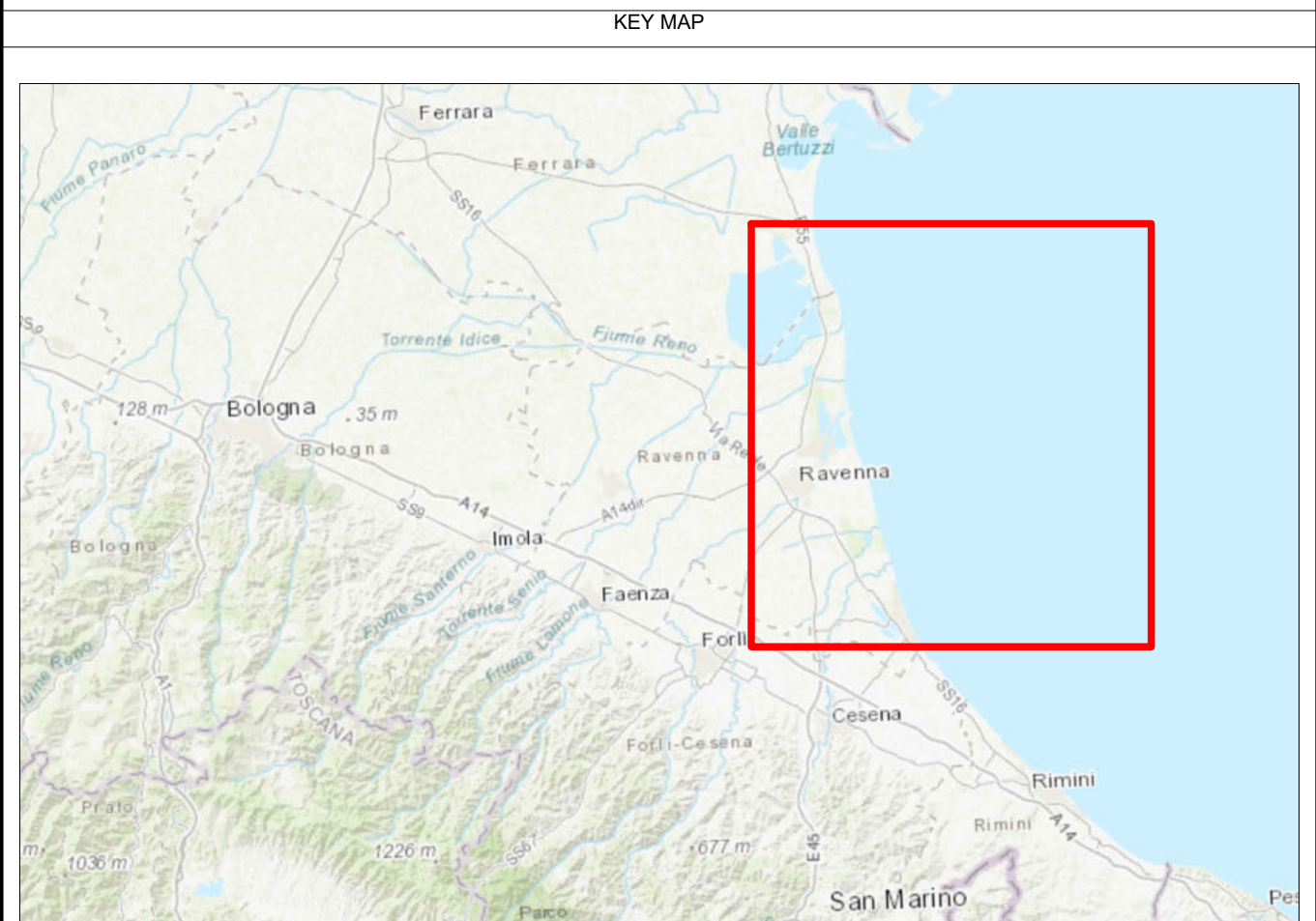




DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		N.
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - DA PESARO A PO DI GORO		TAVOLA N.37
XSIGHT/INTX - ADRIATIC GREEN NETWORK OF ENERGY SOURCES - INQUADRAMENTO SU ATTIVITA' DI RICERCA E COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI		IT_OM_CRI_01_a

- NOTE
1. LE PROFONDITA' SONO STATE RICAVATE DA CARTA NAUTICA. IN ATTESA DEI DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI.
  2. PER I DIVIETI DI NAVIGAZIONE IN PROSSIMITA' DELLE PIATTAFORME E DEI TERMINALE SI RIMANDA ALL'ART. 2 DELL'ORDINANZA N.34/2020 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CAPITANERIA DI PORTO DI RAVENNA.
  3. IL TRACCIATO DEL CAVO TLC CORRERA' IN PARALLELO ALLA CONDOTTA DN650 FINO ALL'IMBOCCO DEL MICROTUNNEL DOVE SARA' FASCETTATO SULLA CONDOTTA DN650.

- LEGENDA
- TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - INFOSSAMENTO CON POST-TRENCHING 0.0m @ TOP
  - TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - TRATTO IN MICROTUNNEL (CON CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA)
  - TRACCIATO CAVO TLC - INTERRAMENTO CON POST-TRENCHING (1.0m @ TOP)



KP (km)	Longitudine (mE)	Latitudine (mE)	WD @ LAT (m) (NOTA 1)	Raggio Curva (m)
0.00	292912.6693	4926424.5419	-13.0	
1.00	291919.4200	4926308.5422	-12.3	
2.00	290926.1708	4926192.5424	-10.6	
3.00	289932.9215	4926076.5427	-10.4	
4.00	288939.6723	4925960.5429	-9.2	
5.00	287946.4231	4925844.5431	-7.9	
5.46	287491.8798	4925791.4579	-7.1	
6.00	286957.6386	4925699.4777	-6.6	5000
6.39	286579.6341	4925597.3397	-6.0	
7.00	285999.0193	4925415.7815	-5.4	
8.00	285044.5937	4925117.3326	-2.2	
8.37	284693.7613	4925007.6273	1.0	
COORDINATE: WGS84 / UTM ZONE 33N (EPSG: 32633)				

00 06/07/2022

EMISSIONE PER PERMESSI

F. FRATONI A. SOLA C. MORDINI

REV DATA

DESCRIZIONE

ELABORATO VERIFICATO APPROVATO

Proprietario

snam

Progettista

RIR

Disegno

DIS-COR-B-09003

EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITA' DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022 , n. 50)

FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (TRATTO A MARE) DN 650 (26") DP 100 bar

Revisione

00

Comm.

NQ/R22178

Cod. tec.

-

Scala

1:100000



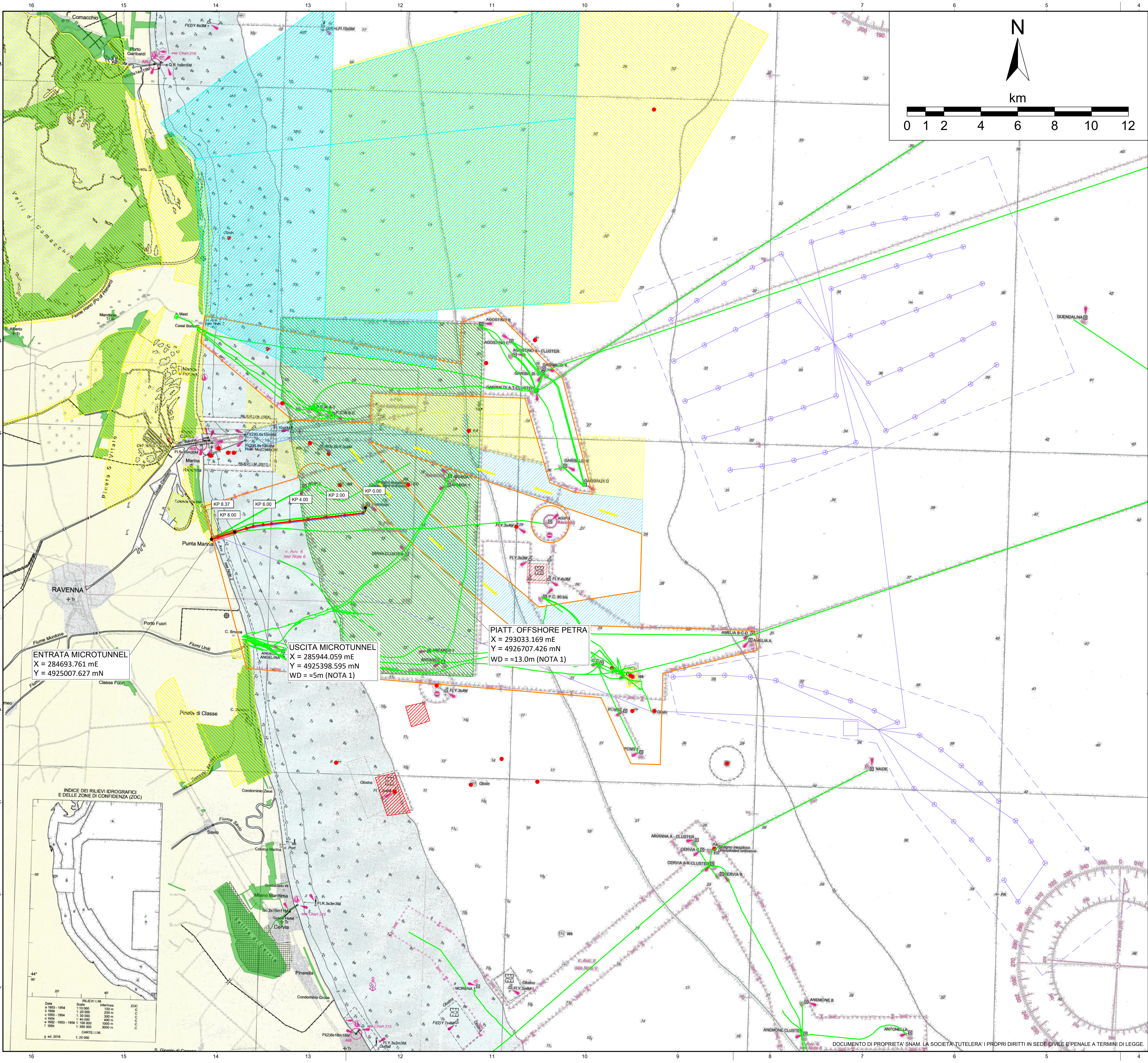
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 4

### Planimetria Nautica con Vincoli (DIS-COR-B-09004)

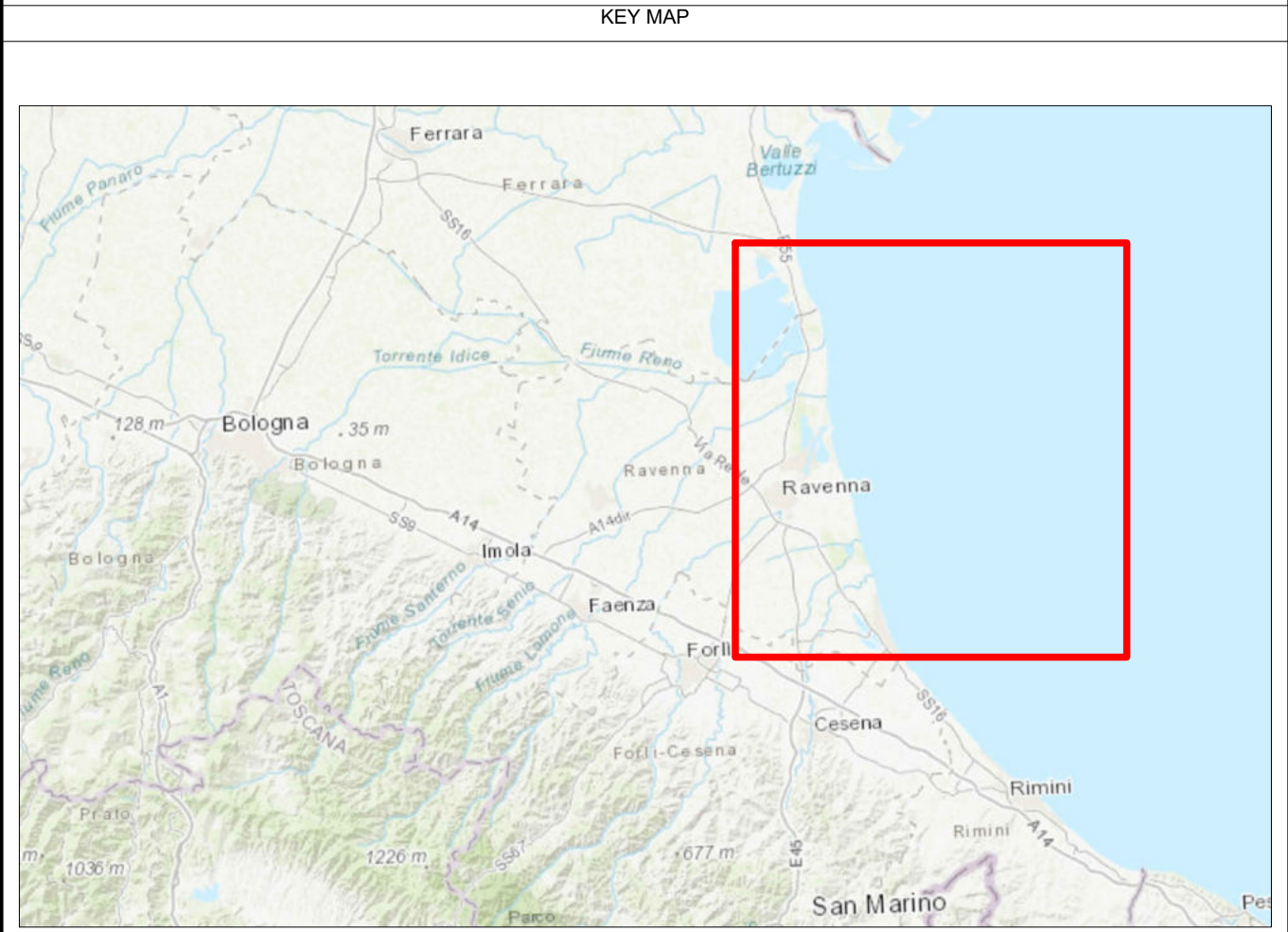




DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		N.
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - DA PESARO A PO DI GORO		TAVOLA N.37
XSIGHT/INTX - ADRIATIC GREEN NETWORK OF ENERGY SOURCES - INQUADRAMENTO SU ATTIVITA' DI RICERCA E COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI		IT_OM_CRI_01_a

- NOTE
1. LE PROFONDITA' SONO STATE RICAVATE DA CARTA NAUTICA. IN ATTESA DEI DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI.
  2. PER I DIVIETI DI NAVIGAZIONE IN PROSSIMITA' DELLE PIATTAFORME E DEI TERMINALE SI RIMANDA ALL'ART. 2 DELL'ORDINANZA N.34/2020 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CAPITANERIA DI PORTO DI RAVENNA.
  3. IL TRACCIATO DEL CAVO TLC CORRERA' IN PARALLELO ALLA CONDOTTA DN650 FINO ALL'IMBOCCO DEL MICROTUNNEL DOVE SARÀ FASCETTATO SULLA CONDOTTA DN650.

- LEGENDA
- TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - INFOSSAMENTO CON POST-TRENCHING 0.0m @ TOP
  - TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - TRATTO IN MICROTUNNEL (CON CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA)
  - TRACCIATO CAVO TLC - INTERRAMENTO CON POST-TRENCHING (1.0m @ TOP)
  - RELITTO
  - CORRIDOIO PORTUALE - ORD. 32/22 DEL M.I.T. - CAPITANERIA RAVENNA
  - AREE DI ANCORAGGIO - ORD. 32/22 DEL M.I.T. - CAPITANERIA RAVENNA
  - SITI RETE NATURA 2000 - DIRETTIVE 92/43/CEE E 147/2009/CEE
  - AREA MILITARE "ECHO 346" - ORD. 49/22 DEL M.I.T. - CAPITANERIA RAVENNA
  - ELENCO UFFICIALE DELLE AREE NATURALI PROTETTE (EUAP) - L. 394/91 (R.E.R.)
  - PARCHI E RISERVE
  - AREA DI TUTELA BIOLOGICA "AREA FUORI RAVENNA" - D.M. 14/10/2009 DEL M.P.A.A.F.
  - AREA DI ALLEVAMENTO ITTICO - ORD. 30/10, 02/20, 147/21 DEL M.I.T. - CAPITANERIA RAVENNA
  - AREA DI RISPETTO DELLE LINEE ESISTENTI OFFSHORE E TERMINALI - ORD. 34/20 DEL M.I.T. - CAPITANERIA RAVENNA
  - PIPELINE ED ELETTRODOTTI ESISTENTI
  - ELETTRODOTTI IN FASE DI PROGETTO - PROGETTO AGNES
  - PALA EOLICA IN FASE DI PROGETTO - PROGETTO AGNES



KP (km)	Longitude (mE)	Latitude (mE)	WD @ LAT (m) (NOTA 1)	Raggio Curva (m)
0.00	292912.6693	4926424.5419	-13.0	5000
1.00	291919.4200	4926308.5422	-12.3	
2.00	290926.1708	4926192.5424	-10.6	
3.00	289932.9215	4926076.5427	-10.4	
4.00	288939.6723	4925960.5429	-9.2	
5.00	287946.4231	4925844.5431	-7.9	
5.46	287491.8798	4925791.4579	-7.1	
6.00	286957.6386	4925699.4777	-6.6	
6.39	286579.6341	4925597.3397	-6.0	
7.00	285999.0193	4925415.7815	-5.4	
8.00	285044.5937	4925117.3326	-2.2	
8.37	284693.7613	4925007.6273	1.0	
COORDINATE: WGS84 / UTM ZONE 33N (EPSG: 32633)				

00	06/07/2022	EMISSIONE PER PERMESSI	F. FRATONI	A. SOLA	C. MORDINI
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
Proprietario		Progettista	Disegno		
snam			RIR		
EMERGENZA GAS			Revisione		
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)			00		
FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI			Comm.		
ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (TRATTO A MARE) DN 650 (26") DP 100 bar			NQ/R22178		
DOCUMENTO DI PROPRIETÀ: SNAM, LA SOCIETÀ TUTELERA I PROPRI DIRITTI IN SEDE CIVILE E PENALE A TERMINI DI LEGGE.			Cod. tec.		
PLANIMETRIA NAUTICA CON VINCOLI			Scala		
			1:100000		



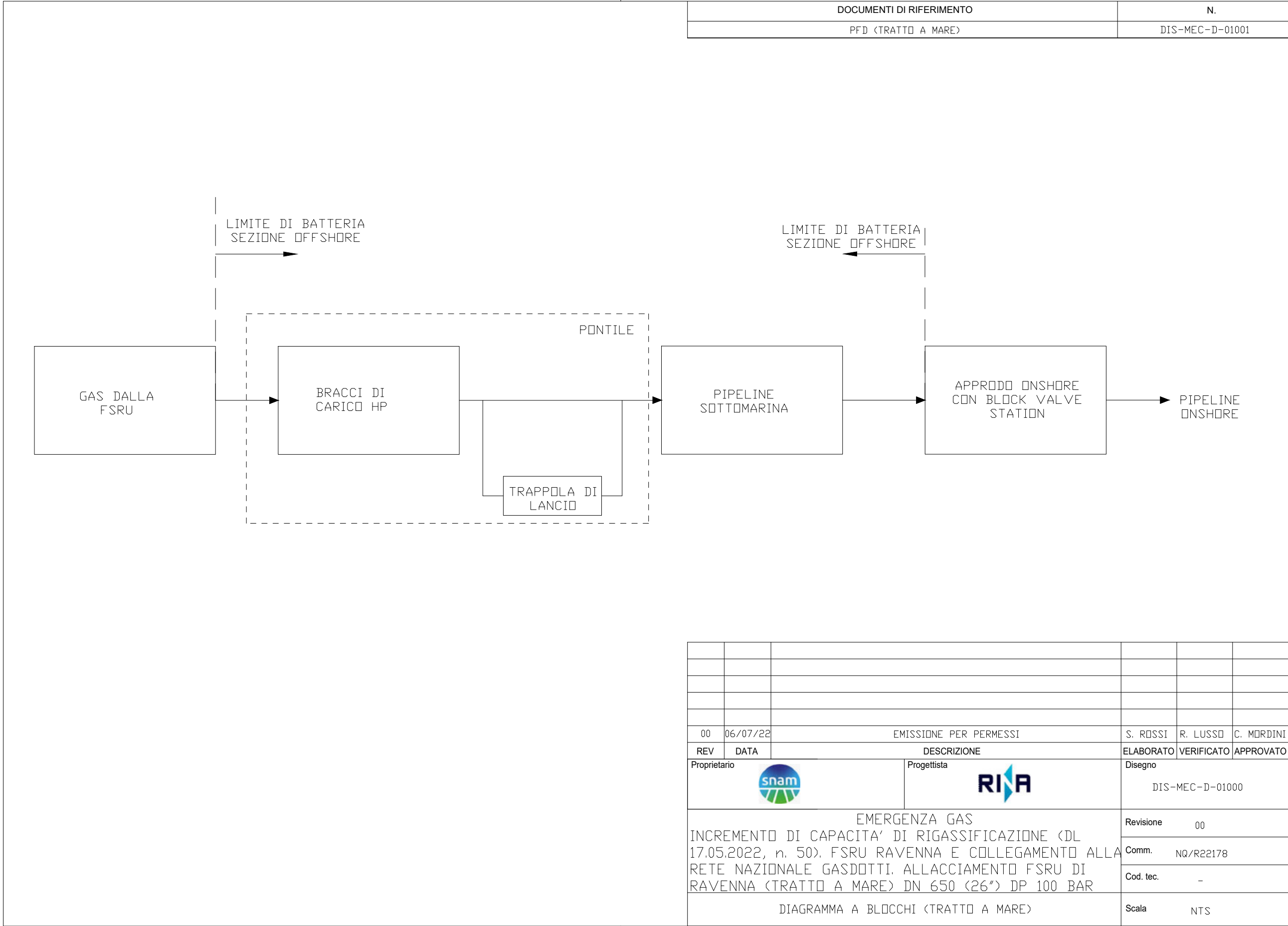
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 5

### **Diagramma a Blocchi** **(Tratto a Mare)** **(DIS-MEC-D-01000)**



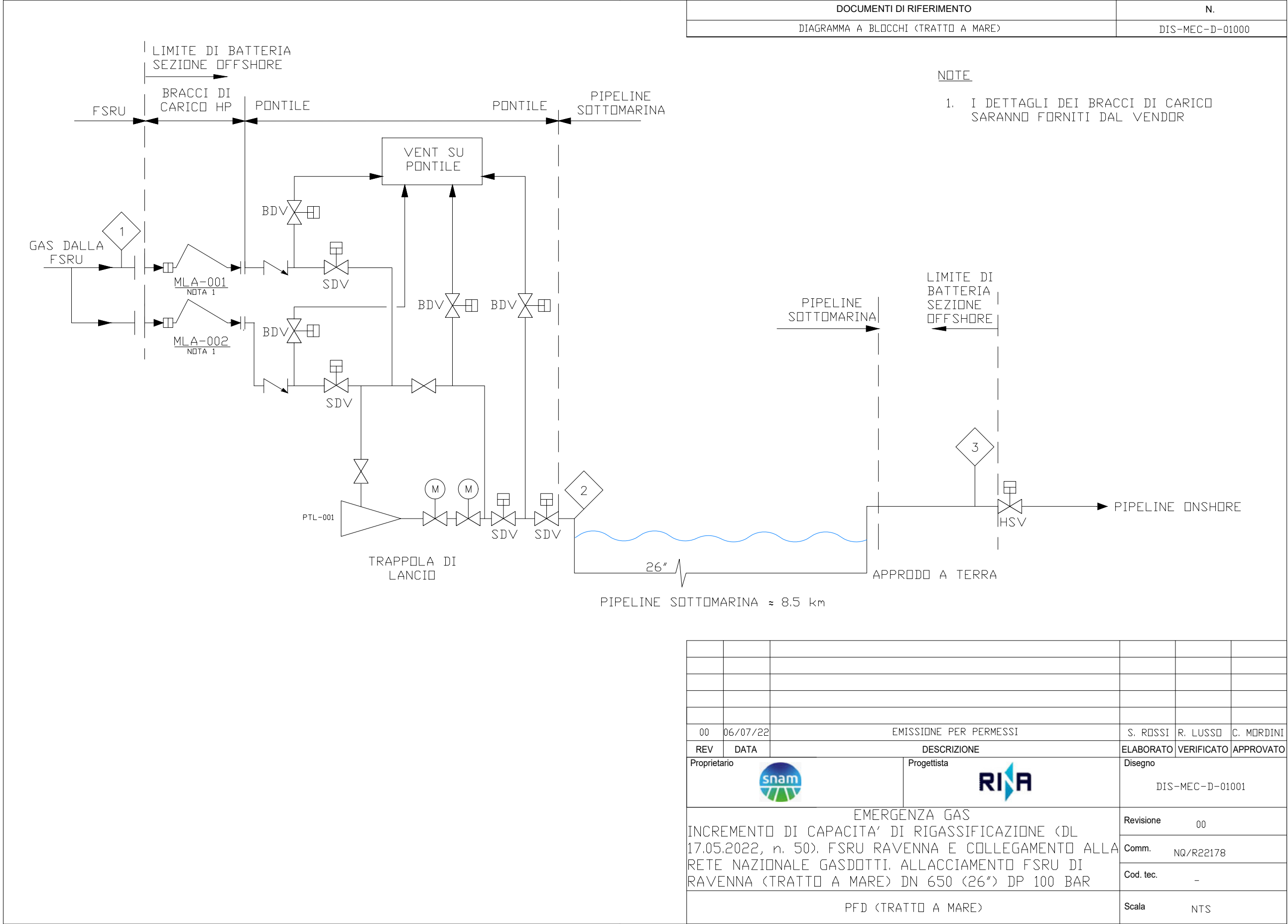


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 6

**PFD**  
**(Tratto a Mare)**  
**(DIS-MEC-D-01001)**



DOCUMENTO DI PROPRIETA' SNAM. LA SOCIETA' TUTELERA' I PROPRI DIRITTI IN SEDE CIVILE E PENALE A TERMINI DI LEGGE.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 7

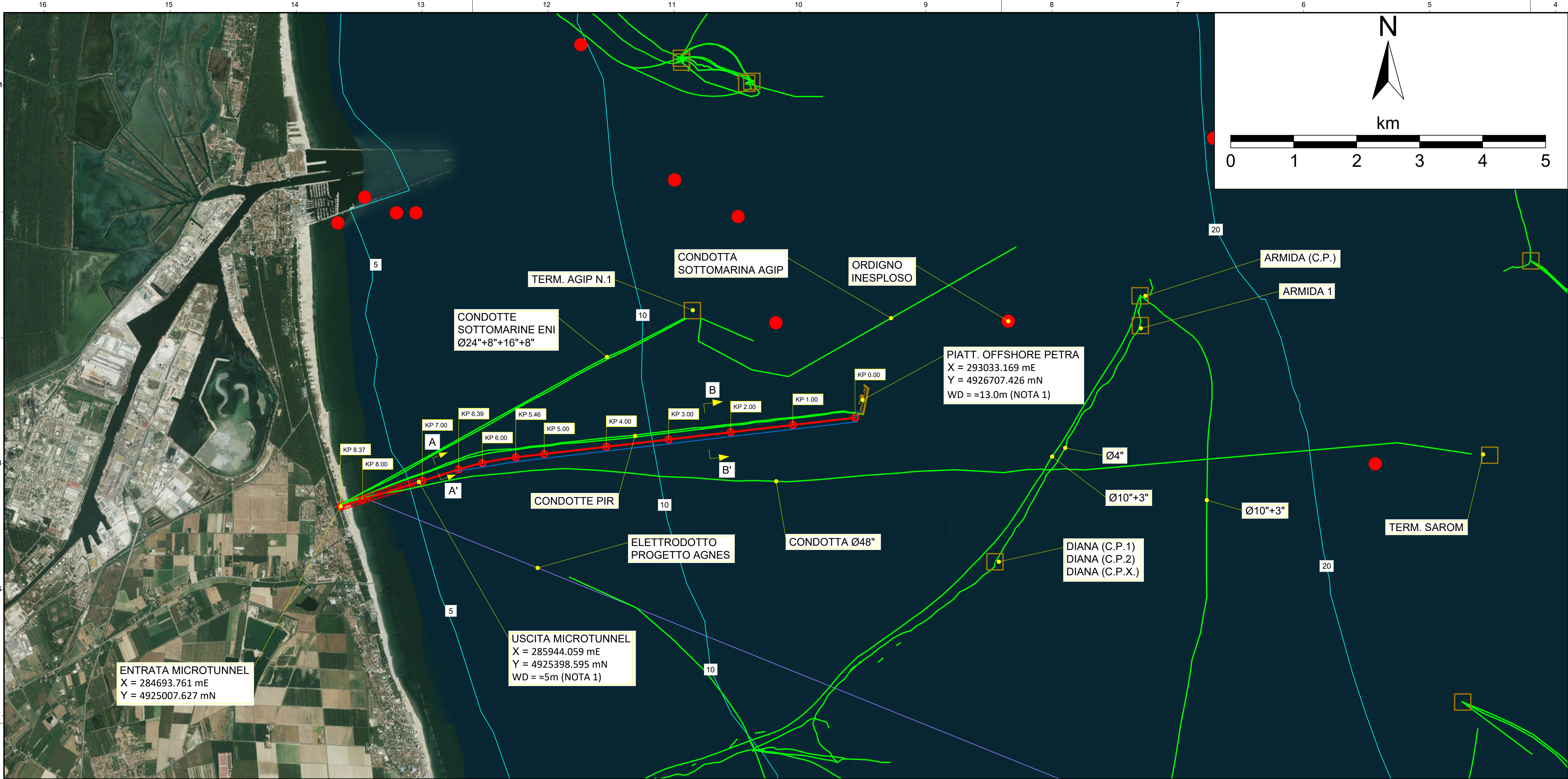
### Corografia

**Alternativa A (DIS-COR—B-09005-1)**

**e**

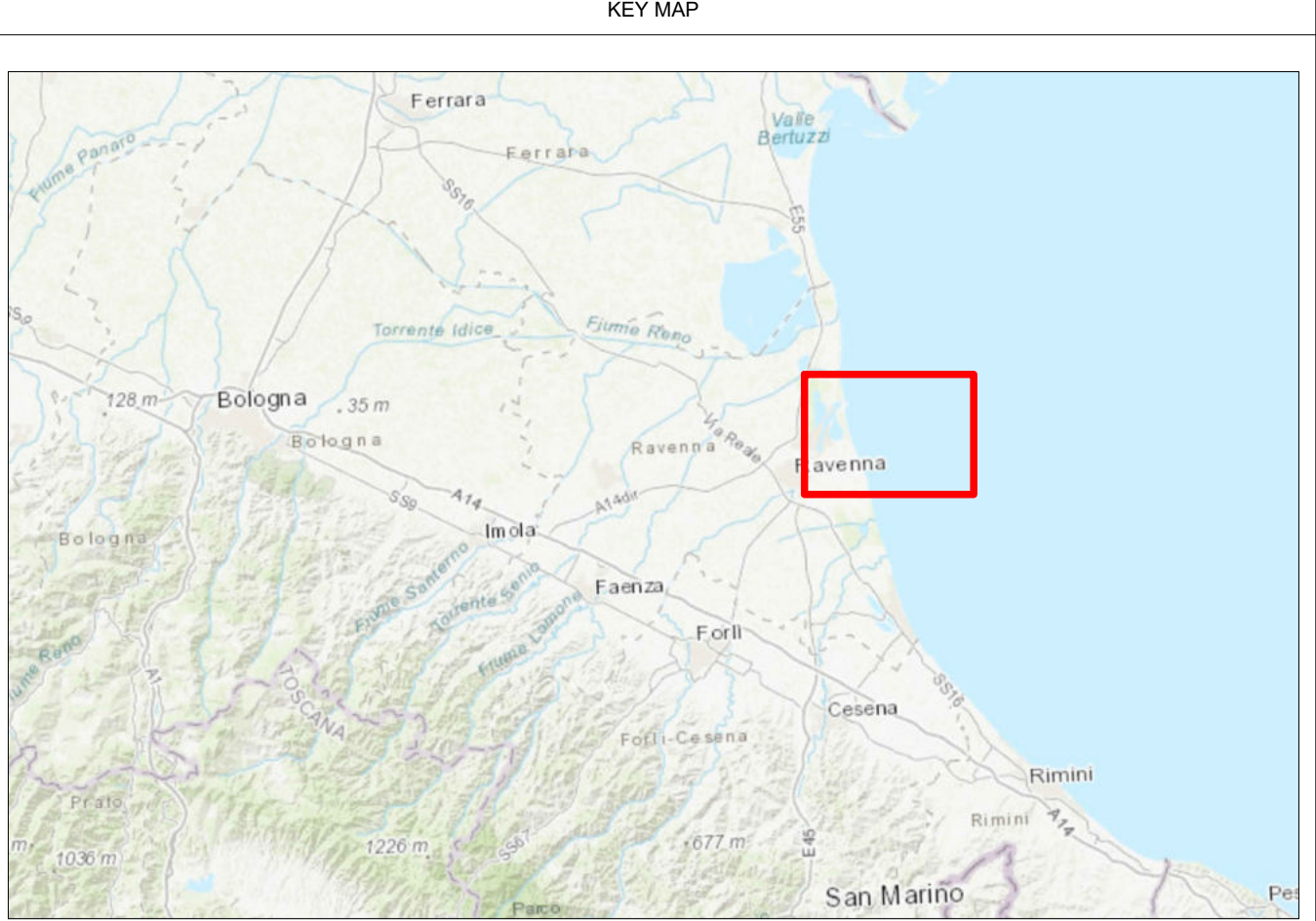
**Alternativa B (DIS-COR—B-09005-2)**



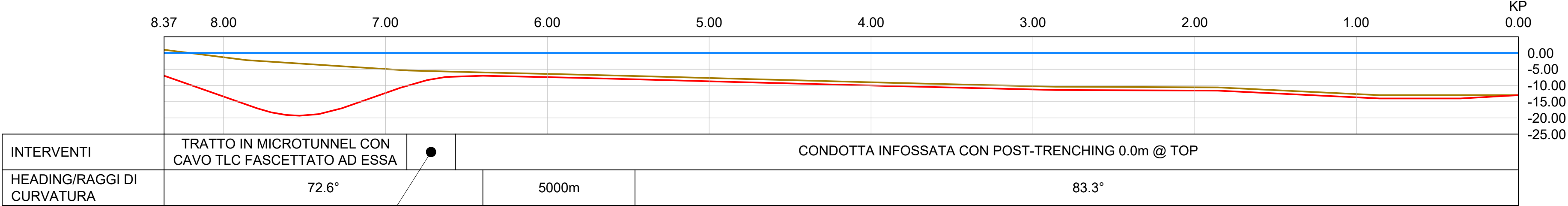


DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		N.
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - DA PESARO A PO DI GORO		TAVOLA N.37
XSIGHT/INTX - ADRIATIC GREEN NETWORK OF ENERGY SOURCES - INQUADRAMENTO SU ATTIVITA' DI RICERCA E COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI		IT_OM_CRI_01_a
NOTE		
1. LE PROFONDITA' SONO STATE RICAVATE DA CARTA NAUTICA. IN ATTESA DEI DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI. 2. L'AVVICINAMENTO A TERRA VERRA' EFFETTUATO MEDIANTE MICROTUNNEL. 3. LA LUNGHEZZA DEL MICROTUNNEL PER L'AVVICINAMENTO A TERRA E' PRELIMINARE. E' STATA STIMATA CONSIDERANDO UNA PROFONDITA' DEL FONDALE PARI A CIRCA 5M NEL PUNTO DI USCITA A MARE. 4. PER I DIVIETI DI NAVIGAZIONE IN PROSSIMITA' DELLE PIATTAFORME E DEI TERMINALE SI RIMANDA ALL'ART.2 DELL'ORDINANZA N.34/2020 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CAPITANERIA DI PORTO DI RAVENNA. 5. IL TRACCIATO DEL CAVO TLC CORRERA' IN PARALLELO ALLA CONDOTTA DN650 FINO ALL'IMBOCCO DEL MICROTUNNEL DOVE SARA' FASCETTATO SULLA CONDOTTA DN650.		

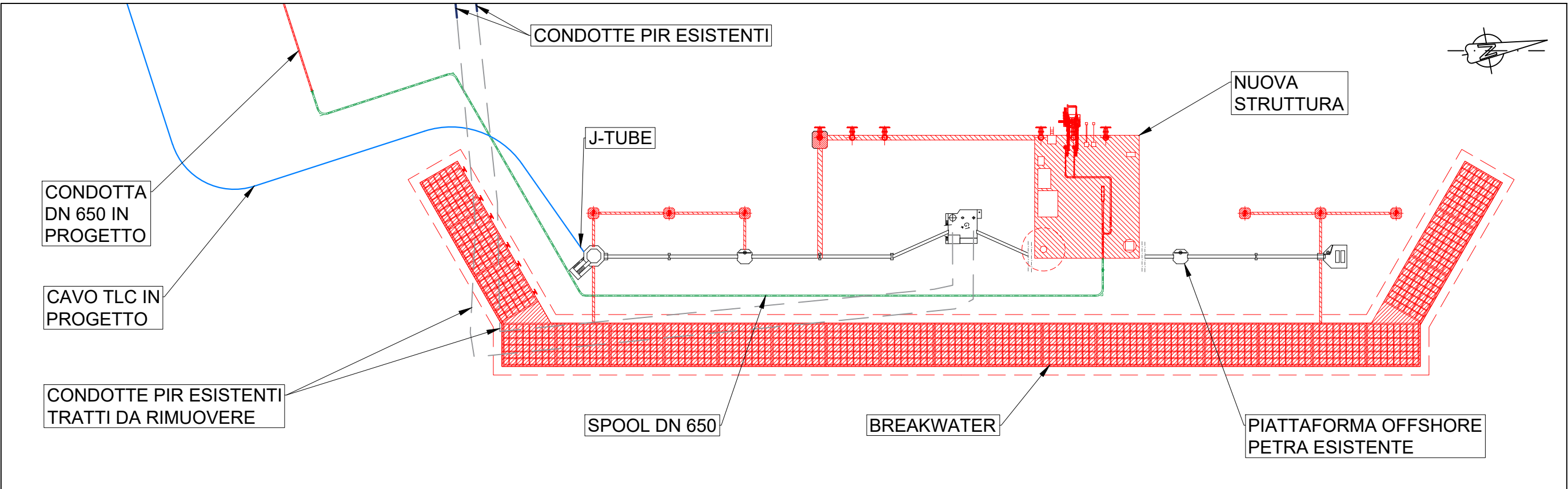
LEGENDA	
	TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - INFOSSAMENTO CON POST-TRENCHING 0.0m @ TOP
	TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - TRATTO IN MICROTUNNEL (CON CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA)
	TRACCIATO CAVO TLC - INTERRAMENTO CON POST-TRENCHING (1.0m @ TOP)
	BATIMETRIA
	RELITTO
	PIPELINE ED ELETTRODOTTI ESISTENTI
	ELETTRODOTTI IN FASE DI PROGETTO - PROGETTO AGNES
	PIATTAFORME ESISTENTI
	PIATTAFORMA OFFSHORE PETRA CON BREAKWATER (ALTERNATIVA A)



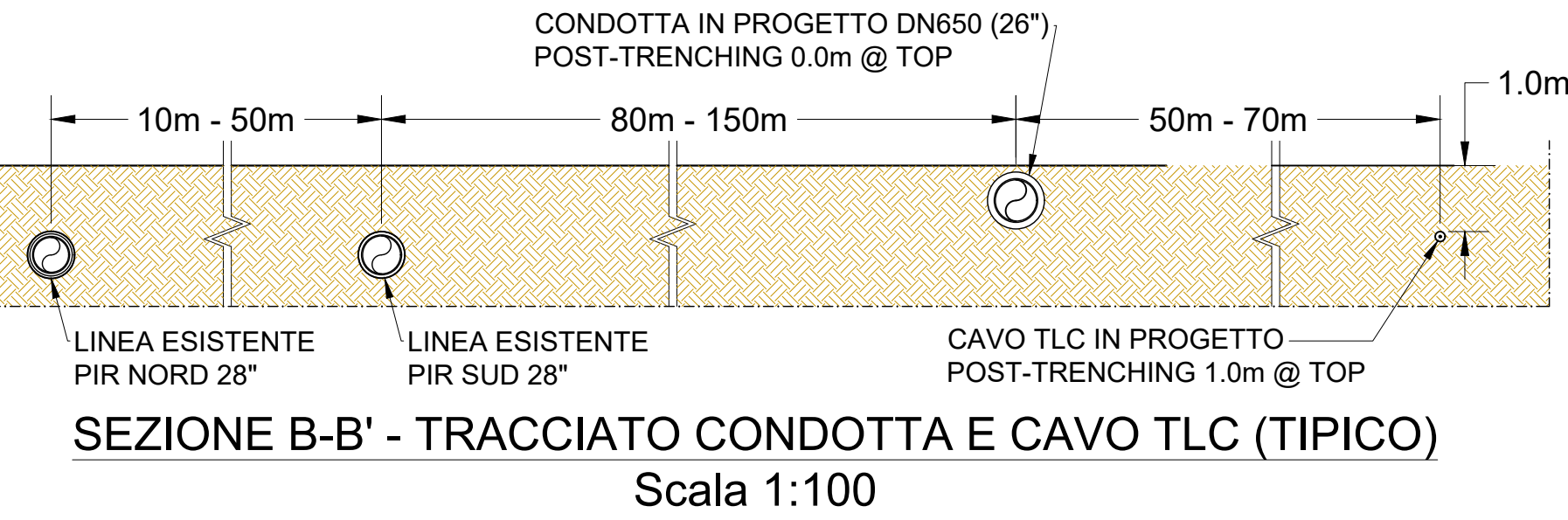
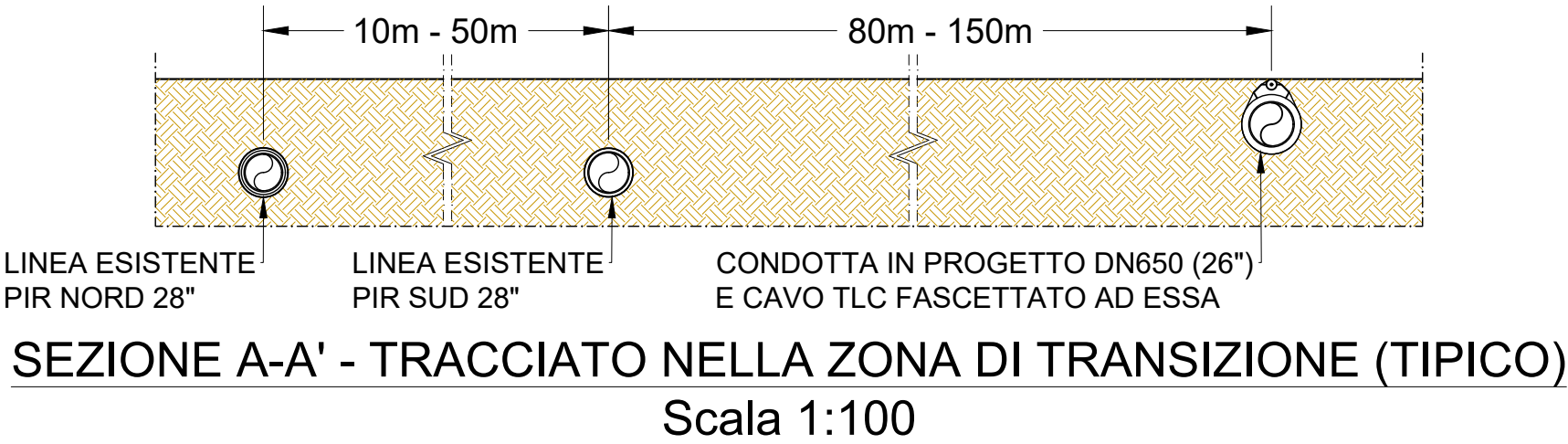
PLANIMETRIA GENERALE  
Scala 1:40000



CONDOTTA E CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA INTERRATI (NATURAL BACKFILLING) ZONA DI TRANSIZIONE (DETTAGLIO 1)  
PROFILO ALTIMETRICO  
Scala 1:20000



APPROCCIO ALLA PIATTAFORMA OFFSHORE PETRA - ALTERNATIVA A  
Scala 1:2000



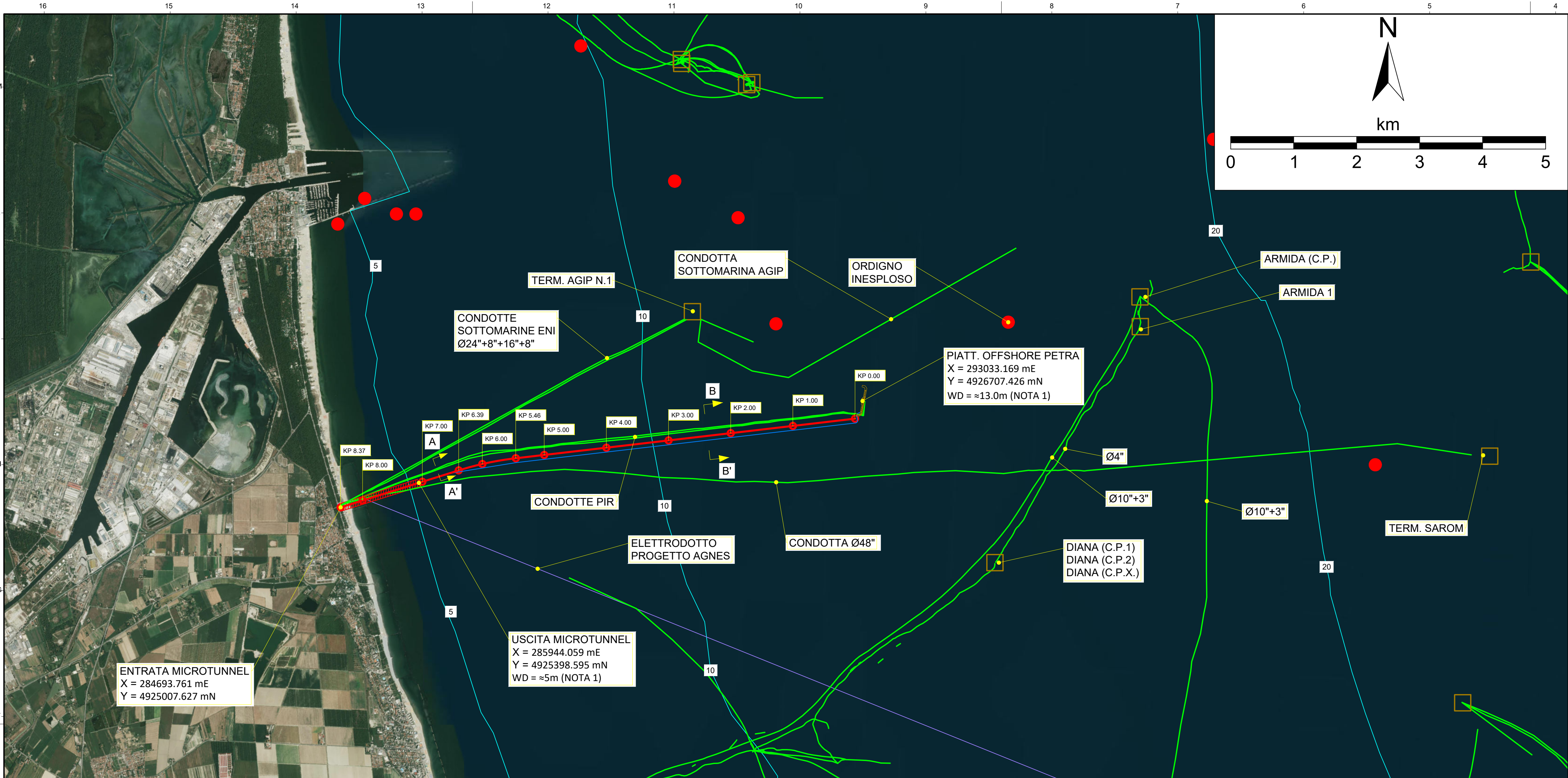
SEZIONE B-B' - TRACCIATO CONDOTTA E CAVO TLC (TIPOICO)  
Scala 1:100

KP (km)	Longitudine (mE)	Latitudine (mE)	WD @ LAT (m) (NOTA 1)	Raggio Curva (m)
0.00	292912.6693	4926424.5419	-13.0	
1.00	291919.4200	4926308.5422	-12.3	
2.00	290926.1708	4926192.5424	-10.6	
3.00	289932.9215	4926076.5427	-10.4	
4.00	288939.6723	4925960.5429	-9.2	
5.00	287946.4231	4925844.5431	-7.9	
5.46	287491.8798	4925791.4579	-7.1	
6.00	286957.6386	4925699.4777	-6.6	5000
6.39	286579.6341	4925597.3397	-6.0	
7.00	285999.0193	4925415.7815	-5.4	
8.00	285044.5937	4925117.3326	-2.2	
8.37	284693.7613	4925007.6273	1.0	

COORDINATE: WGS84 / UTM ZONE 33N (EPSG: 32633)

00	06/07/2022	EMISSIONE PER PERMESSI	F. FRATONI	A. SOLA	C. MORDINI
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
Proprietario		Progettista	Disegno		
			DIS-COR-B-09005 fig. 1 di 2		
EMERGENZA GAS			Revisione	00	
INCREMENTO DI CAPACITA' DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)			Comm.	NQ/R22178	
FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI			Cod. tec.	-	
ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (TRATTO A MARE) DN 650 (26") DP 100 bar			Scala	1:40000	
COROGRAFIA - ALTERNATIVA A					





DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		N.
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - DA PESARO A PO DI GORO		TAVOLA N.37
XSIGHT/INTX - ADRIATIC GREEN NETWORK OF ENERGY SOURCES - INQUADRAMENTO SU ATTIVITA' DI RICERCA E COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI		IT_OM_CRI_01_a

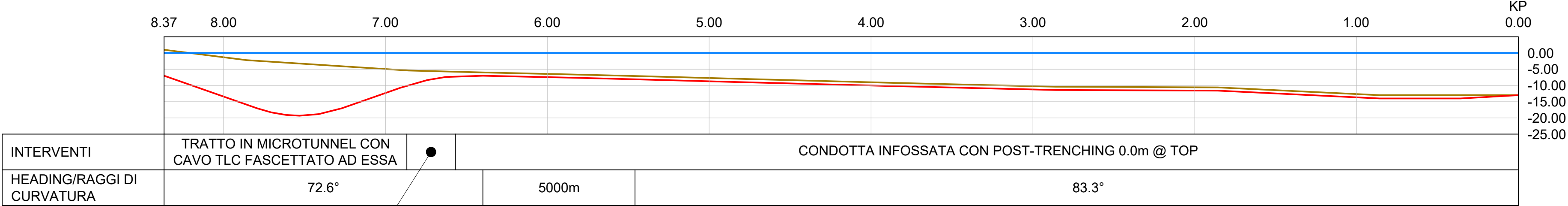
- NOTE
- LE PROFONDITA' SONO STATE RICAVATE DA CARTA NAUTICA. IN ATTESA DEI DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI.
  - L'AVVICINAMENTO A TERRA VERRA' EFFETTUATO MEDIANTE MICROTUNNEL.
  - LA LUNGHEZZA DEL MICROTUNNEL PER L'AVVICINAMENTO A TERRA E' PRELIMINARE. E' STATA STIMATA CONSIDERANDO UNA PROFONDITA' DEL FONDALE PARI A CIRCA 5M NEL PUNTO DI USCITA A MARE.
  - PER I DIVIETI DI NAVIGAZIONE IN PROSSIMITA' DELLE PIATTAFORME E DEI TERMINALE SI RIMANDA ALL'ART.2 DELL'ORDINANZA N.34/2020 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CAPITANERIA DI PORTO DI RAVENNA.
  - IL TRACCIATO DEL CAVO TLC CORRERA' IN PARALLELO ALLA CONDOTTA DN650 FINO ALL'IMBOCCO DEL MICROTUNNEL DOVE SARA' FASCETTATO SULLA CONDOTTA DN650.

- LEGENDA
- TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - INFOSSAMENTO CON POST-TRENCHING 0.0m @ TOP
  - TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - TRATTO IN MICROTUNNEL (CON CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA)
  - TRACCIATO CAVO TLC - INTERRAMENTO CON POST-TRENCHING (1.0m @ TOP)
  - BATIMETRIA
  - RELITTO
  - PIPELINE ED ELETTRODOTTI ESISTENTI
  - ELETTRODOTTI IN FASE DI PROGETTO - PROGETTO AGNES
  - PIATTAFORME ESISTENTI
  - PIATTAFORMA OFFSHORE PETRA (ALTERNATIVA B)

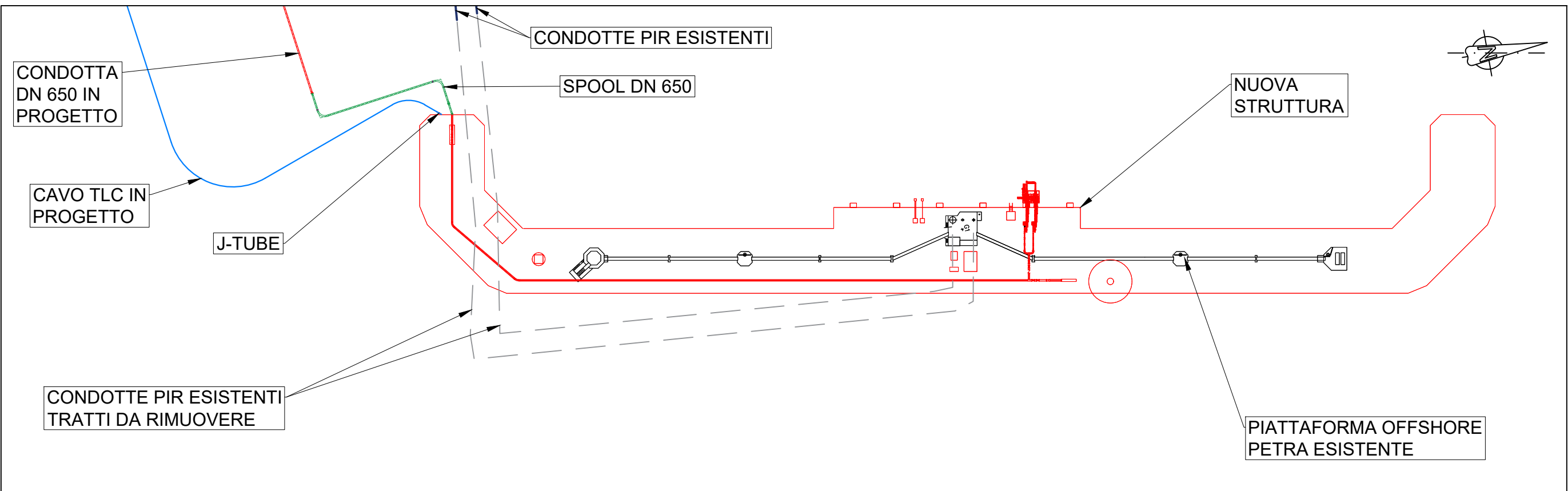
KEY MAP



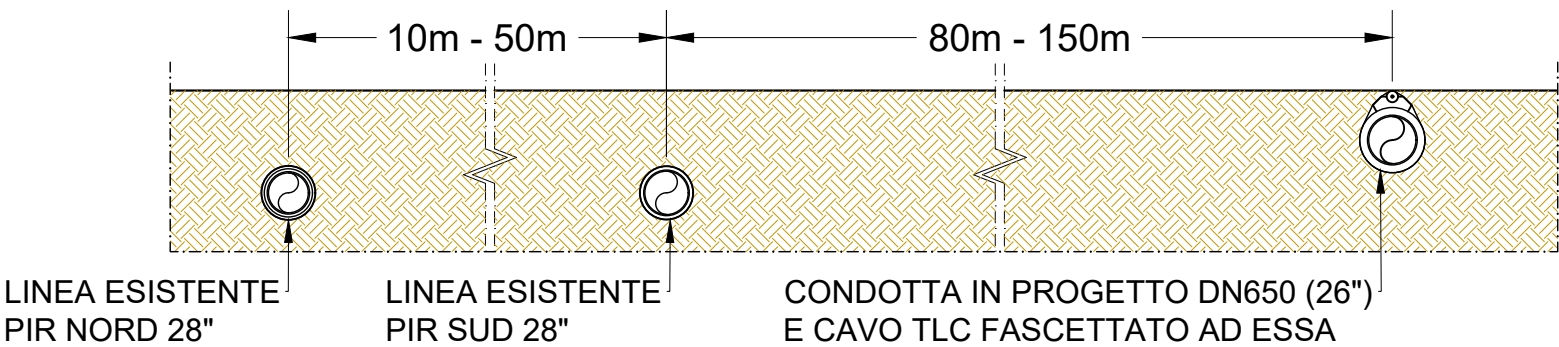
PLANIMETRIA GENERALE  
Scala 1:40000



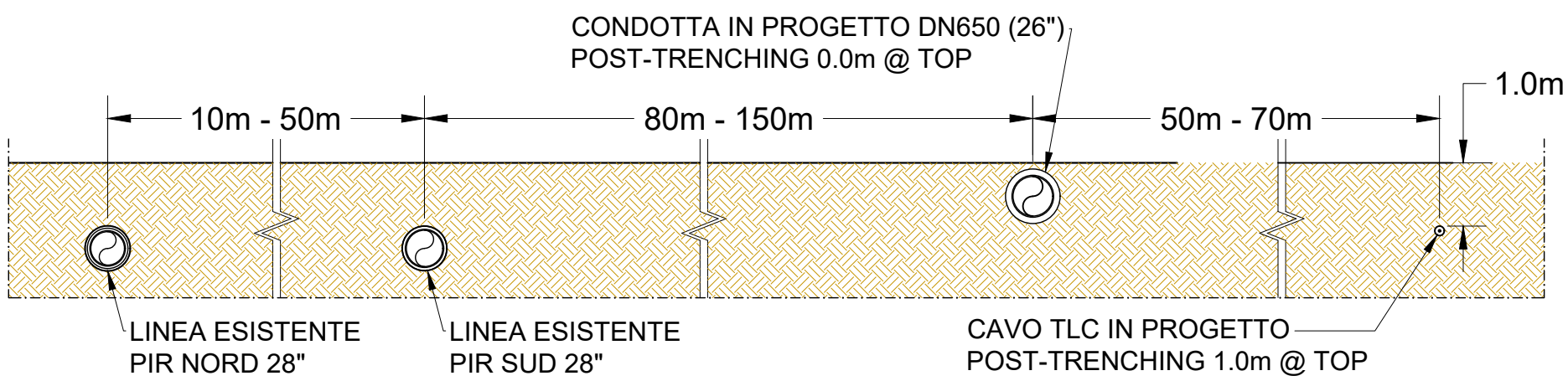
PROFILO ALTIMETRICO  
Scala 1:20000



APPROCCIO ALLA PIATTAFORMA OFFSHORE PETRA - ALTERNATIVA B  
Scala 1:2000



SEZIONE A-A' - TRACCIATO NELLA ZONA DI TRANSIZIONE (TIPOICO)  
Scala 1:100



SEZIONE B-B' - TRACCIATO CONDOTTA E CAVO TLC (TIPOICO)  
Scala 1:100

KP (km)	Longitudine (mE)	Latitudine (mE)	WD @ LAT (m) (NOTA 1)	Raggio Curva (m)
0.00	292912.6693	4926424.5419	-13.0	
1.00	291919.4200	4926308.5422	-12.3	
2.00	290926.1708	4926192.5424	-10.6	
3.00	289932.9215	4926076.5427	-10.4	
4.00	288939.6723	4925960.5429	-9.2	
5.00	287946.4231	4925844.5431	-7.9	
5.46	287491.8798	4925791.4579	-7.1	
6.00	286957.6386	4925699.4777	-6.6	5000
6.39	286579.6341	4925597.3397	-6.0	
7.00	285999.0193	4925415.7815	-5.4	
8.00	285044.5937	4925117.3326	-2.2	
8.37	284693.7613	4925007.6273	1.0	

COORDINATE: WGS84 / UTM ZONE 33N (EPSG: 32633)

00	06/07/2022	EMISSIONE PER PERMESSI	F. FRATONI	A. SOLA	C. MORDINI
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
Proprietario		Progettista	Disegno		
			DIS-COR-B-09005 fg. 2 di 2		
		EMERGENZA GAS	Revisione	00	
		INCREMENTO DI CAPACITA' DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)	Comm.	NQ/R22178	
		FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Cod. tec.	-	
		ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (TRATTO A MARE) DN 650 (26") DP 100 bar	Scala	1:40000	
		COROGRAFIA - ALTERNATIVA B			



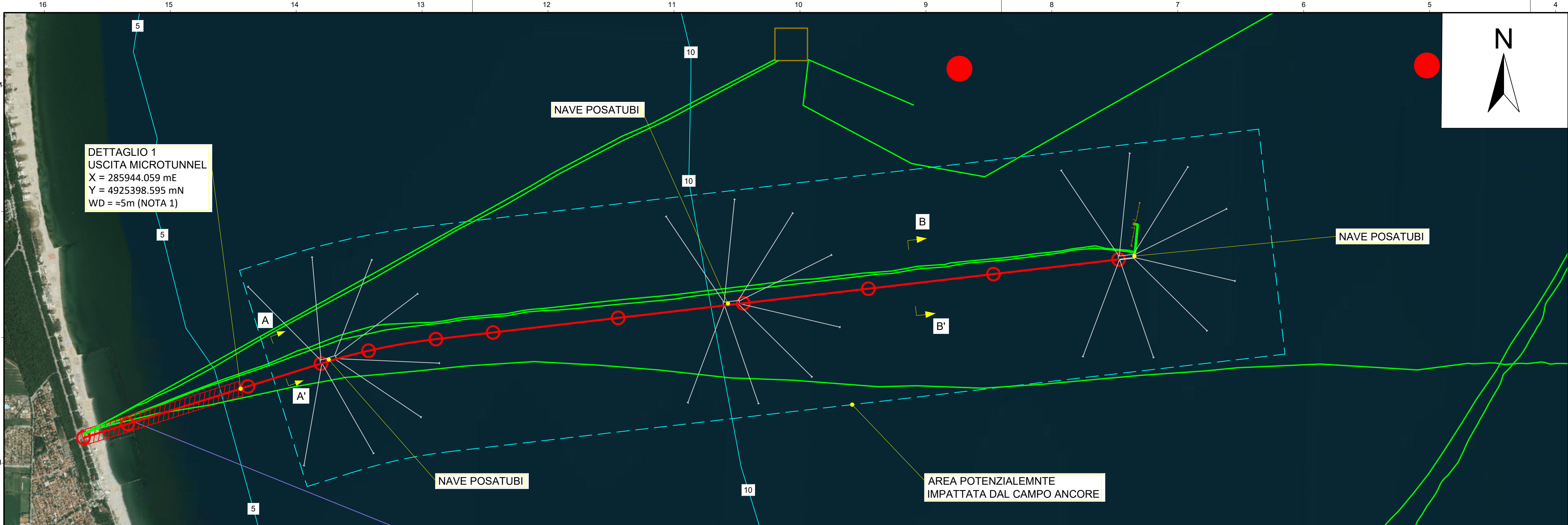
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ALLEGATO 8

### Planimetria Generale Aree Cantiere – Condotta Offshore (DIS-CIV—B-09030)

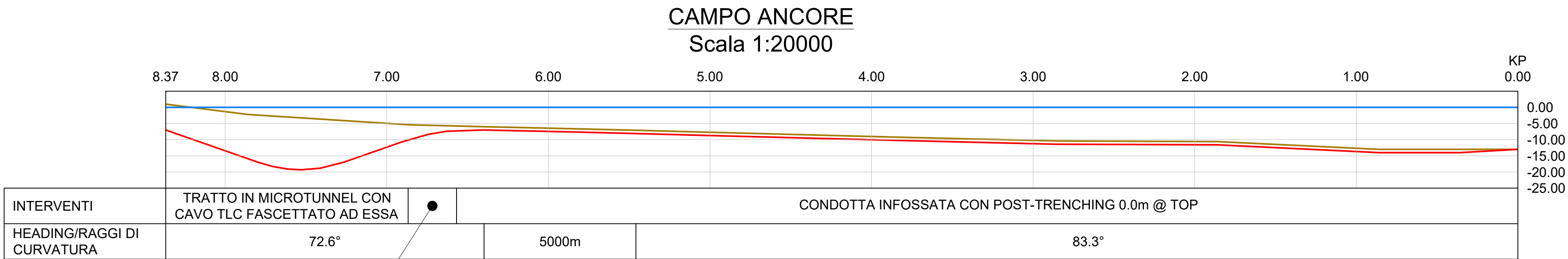




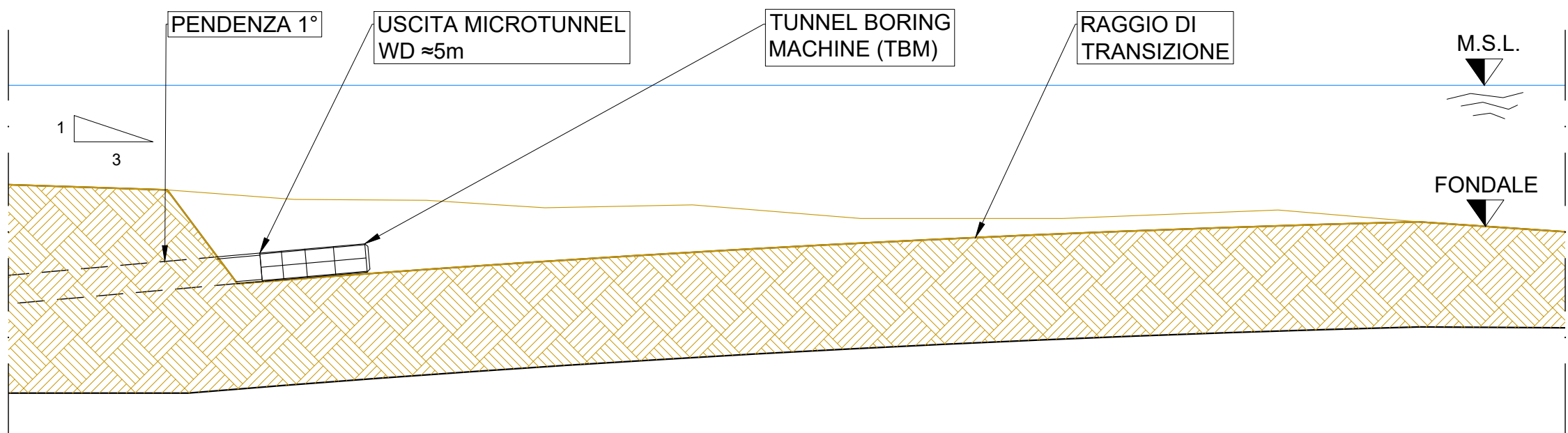
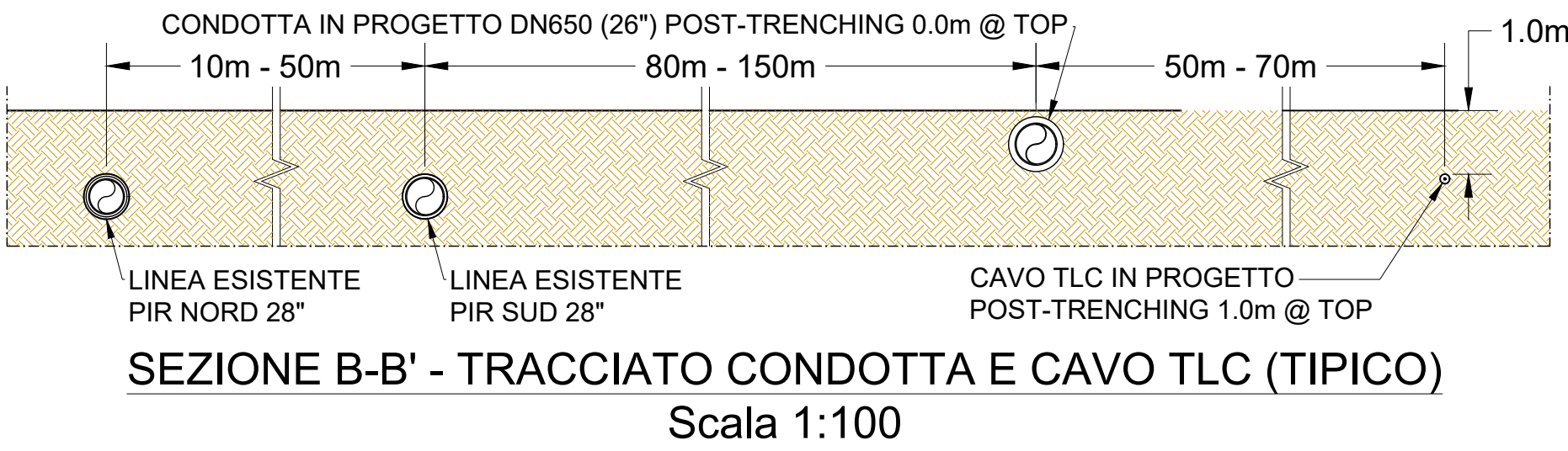
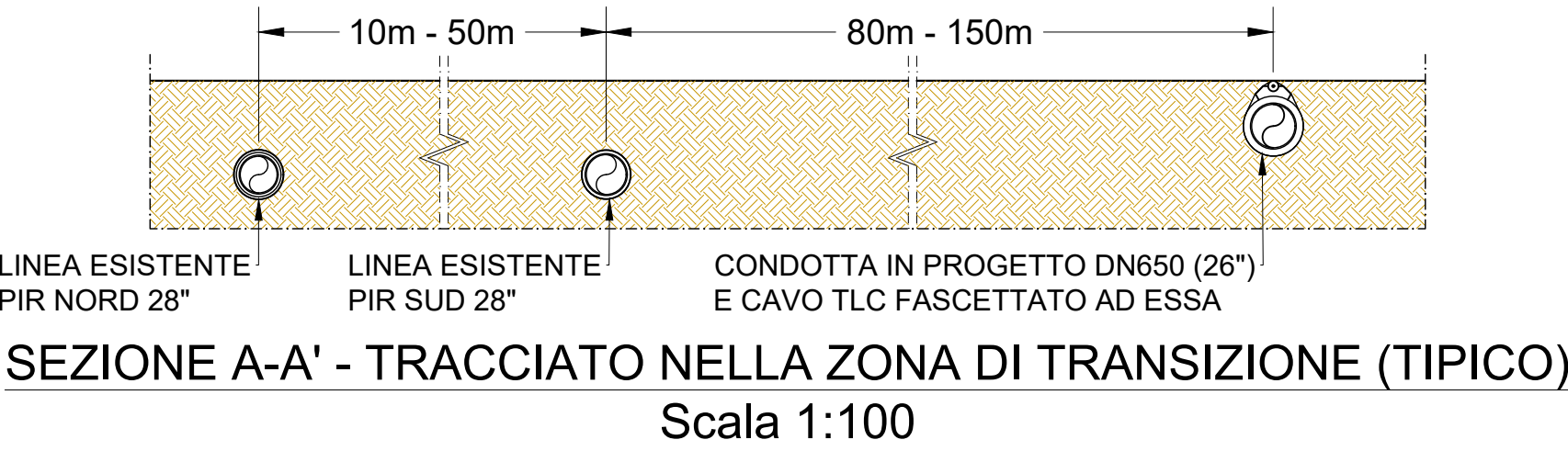
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		N.
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - DA PESARO A PO DI GORO		TAVOLA N.37
XSIGHT/INTX - ADRIATIC GREEN NETWORK OF ENERGY SOURCES - INQUADRAMENTO SU ATTIVITA' DI RICERCA E COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI		IT_OM_CRI_01_a
NOTE		

1. LE PROFONDITA' SONO STATE RICAVATE DA CARTA NAUTICA. IN ATTESA DEI DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI.
2. L'AVVICINAMENTO A TERRA VERRA' EFFETTUATO MEDIANTE MICROTUNNEL.
3. LA LUNGHEZZA DEL MICROTUNNEL PER L'AVVICINAMENTO A TERRA E' PRELIMINARE. E' STATA STIMATA CONSIDERANDO UNA PROFONDITA' DEL FONDALE PARI A CIRCA 5M NEL PUNTO DI USCITA A MARE.
4. PER I DIVIETI DI NAVIGAZIONE IN PROSSIMITA' DELLE PIATTAFORME E DEI TERMINALE SI RIMANDA ALL'ART.2 DELL'ORDINANZA N.34/2020 DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CAPITANERIA DI PORTO DI RAVENNA.

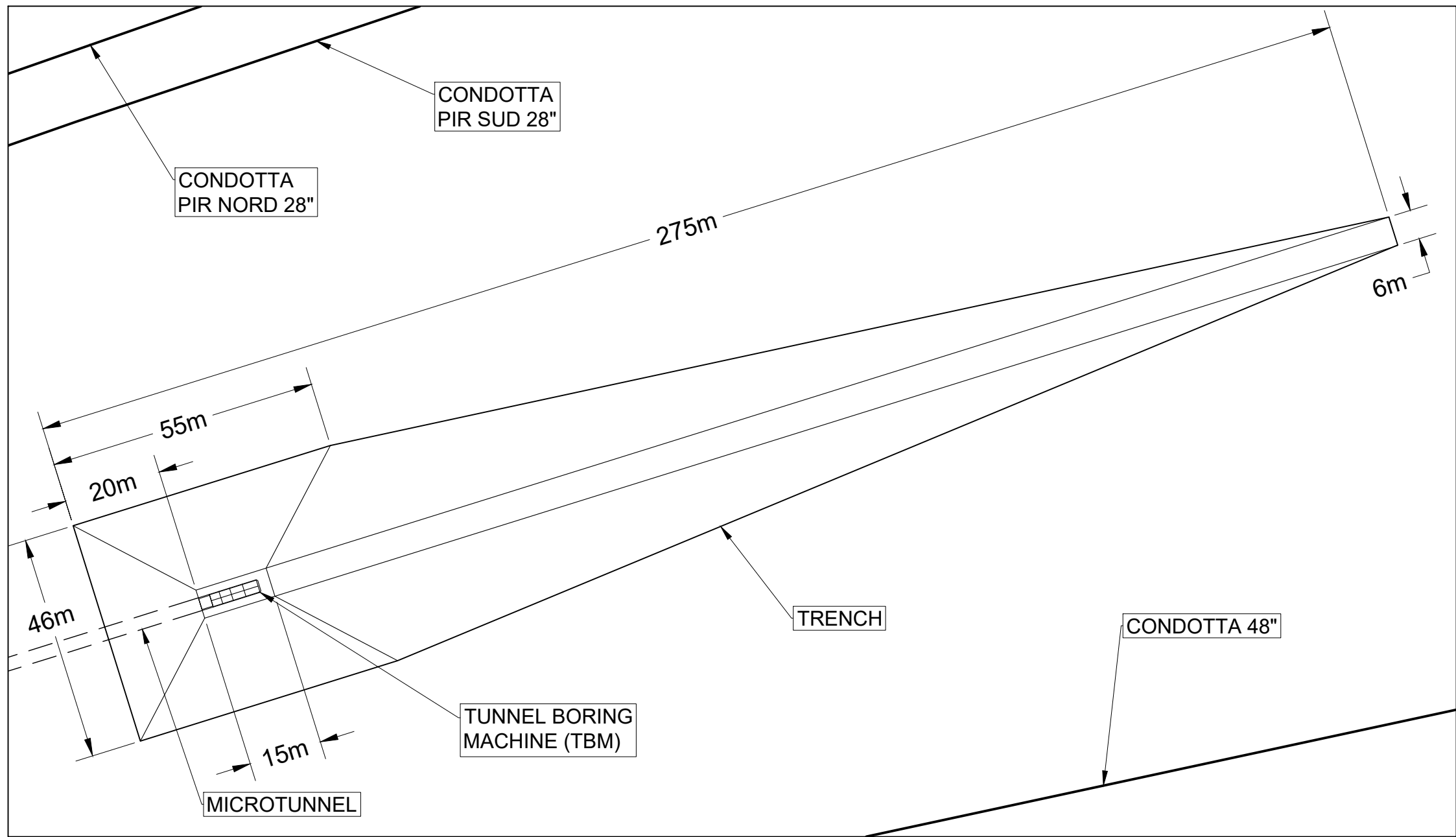
LEGENDA	
<span style="color: red;">—</span>	TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - INFOSSAMENTO CON POST-TRENCHING 0.0m @ TOP
<span style="color: red;">---</span>	TRACCIATO CONDOTTA DN 650 - TRATTO IN MICROTUNNEL (CON CAVO TLC FASCETTATO AD ESSA)
<span style="color: cyan;">—</span>	BATIMETRIA
<span style="color: red;">●</span>	RELITTO
<span style="color: green;">—</span>	PIPELINE ED ELETTRODOTTI ESISTENTI
<span style="color: purple;">—</span>	PIPELINE ED ELETTRODOTTI IN FASE DI PROGETTO
<span style="color: orange;">□</span>	PIATTAFORME ESISTENTI



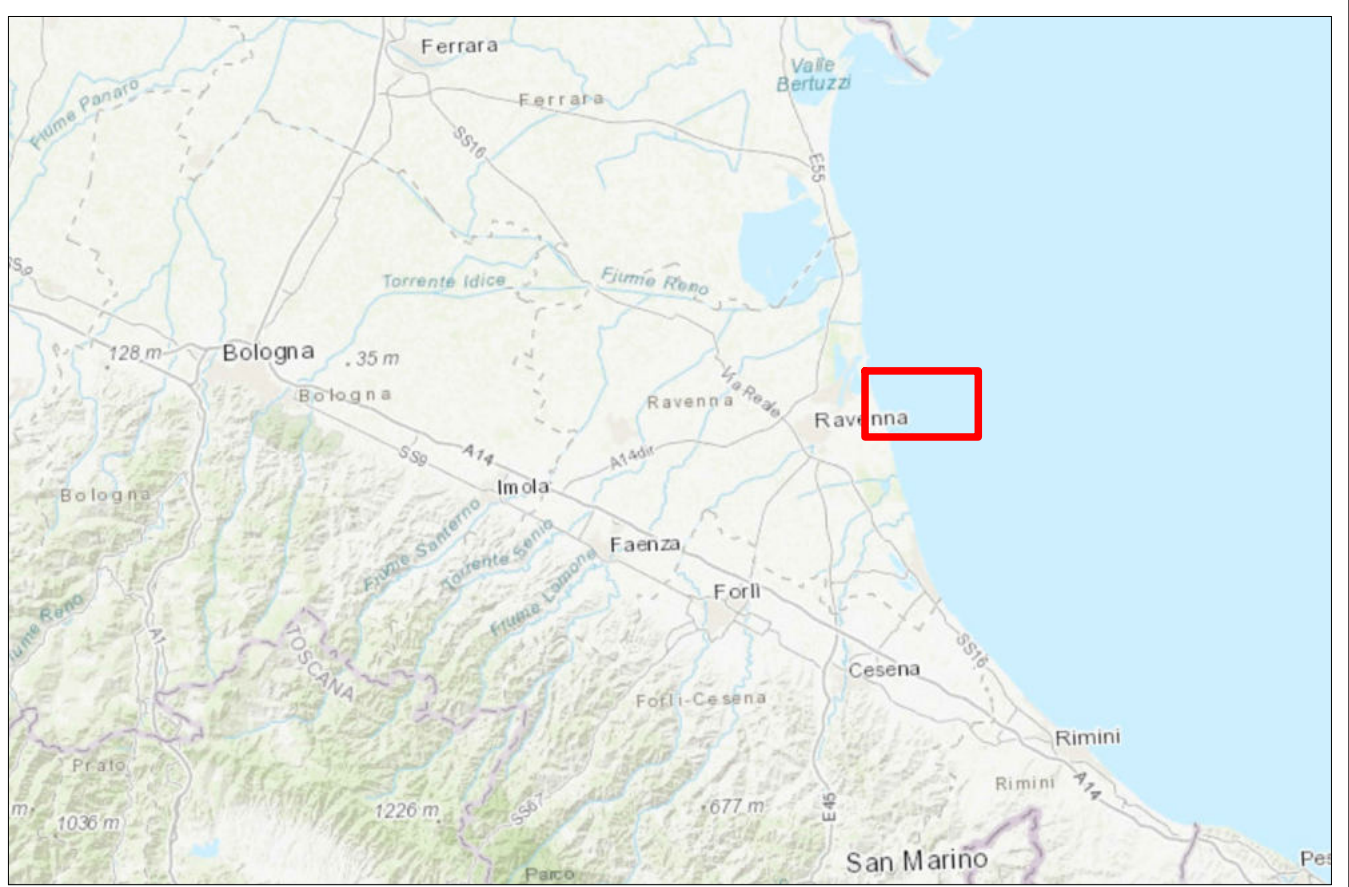
**PROFILO ALTIMETRICO**  
Scala 1:20000



**PROFILO ALTIMETRICO USCITA MICROTUNNEL (TIPO)**  
Scala N.T.S.



**DETAGLIO 1 - PIANTA USCITA MICROTUNNEL**  
Scala 1:1000



00	06/07/2022	EMISSIONE PER PERMESSI	F. FRATONI	A. SOLA	C. MORDINI
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
Proprietario		Progettista	snam	RIR	
EMERGENZA GAS			Revisione	00	
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)			Comm.	NQ/R22178	
FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI			Cod. tec.	-	
ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (TRATTO A MARE) DN 650 (26") DP 100 bar			Scala	1:20000	
PLANIMETRIA GENERALE AREE CANTIERE - CONDOTTA OFFSHORE					



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ANNESSO 1

### Valutazione del Traffico Navale nell'Area di Progetto (REL-BAS-09006)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

**EMERGENZA GAS**  
**INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)**  
**FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti**  
**ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (Tratto a Mare) DN 650 (26") DP 100 bar**

**VALUTAZIONE DEL TRAFFICO NAVALE NELL'AREA DI PROGETTO**

00	Emissione per Permessi	M. Galmozzi	A. Sola	C. Mordini	06/07/22
Rev.	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## INDICE

<b>LISTA DELLE TABELLE.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE.....</b>	<b>3</b>
<b>ACRONIMI .....</b>	<b>4</b>
<b>1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
2.1 IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI INTERAZIONE .....	9
2.2 CALCOLO DELLE FREQUENZE DI INTERAZIONE .....	9
2.2.1 <i>Analisi del traffico marittimo</i> .....	9
2.2.2 <i>Interazione con l'installazione galleggiante</i> .....	12
2.2.3 <i>Interazione con le condotte sottomarine</i> .....	15
<b>3 ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI .....</b>	<b>20</b>
3.1 FSRU.....	20
3.2 CONDOTTA SOTTOMARINA.....	21
<b>4 RISULTATI .....</b>	<b>22</b>
4.1 TRAFFICO MARINO .....	22
4.1.1 <i>Distribuzione rotte in assenza dell'FSRU</i> .....	22
4.1.2 <i>Distribuzione rotte in seguito all'installazione dell'FSRU</i> .....	29
4.2 FREQUENZE DI INTERAZIONE .....	31
4.2.1 <i>FSRU</i> .....	31
4.2.2 <i>Condotte sottomarine</i> .....	32
4.3 MISURE MITIGATIVE.....	34
<b>5 RIFERIMENTI.....</b>	<b>35</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

### LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Informazioni relative ad ancora tipiche sulla base della stazza della nave	18
Tabella 4-1: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata	23
Tabella 4-2: Colori identificativi usati per tracciare le rotte appartenenti alle diverse classi GRT	23
Tabella 4-3: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo	33

### LISTA DELLE FIGURE

Figura 1-1: Posizione FSRU	8
Figura 2-1: Passi della routine automatica per l'elaborazione dei dati AIS	11
Figura 2-2: Distribuzione normale della posizione delle rotte all'interno del corridoio	13
Figura 2-3: Probabilità di entrare in rotta di collisione (area in rosso sottesa dalla distribuzione di probabilità)	14
Figura 4-1: Identificazione dell'area di interesse	22
Figura 4-2: Traffico marittimo 2021 - GRT 1	24
Figura 4-3: Traffico marittimo 2021 - GRT 2	25
Figura 4-4: Traffico marittimo 2021 - GRT 3	26
Figura 4-5: Traffico marittimo 2021 - GRT 4	27
Figura 4-6: Traffico marittimo 2021 - GRT 5	28
Figura 4-7: Traffico marittimo 2021 - GRT 6	29
Figura 4-8: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classe GRT 1	30
Figura 4-9: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classi GRT 2, 3, 4, 5, 6	30
Figura 4-10: Schema di separazione del traffico	31
Figura 4-11: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo	33

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

### ACRONIMI

AIS	Automatic Identification System
CSV	Comma Separated Value
FSRU	Floating Storage Regassification Unit
GIS	Geographic Information System
GRT	Gross Register Tonnage
KP	Chilometro Progressivo
LDC	Linea di Controllo
ODG	Ordine di Grandezza
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
VTs	Vessel Traffic Service

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

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

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

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

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

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

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

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento della struttura esistente per tener conto che l'ormeggio della FSRU presso la piattaforma sarà permanente, che i mezzi navali coinvolti hanno degli ingombri maggiori e che quindi occorreranno maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche. In particolare, sono state valutate e presentate due diverse alternative di ormeggio come segue:

- ✓ **ALTERNATIVA A**, che prevede l'ampliamento della piattaforma Petra con una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangi flutti verso est da realizzarsi con cassoni autoaffondanti;
- ✓ **ALTERNATIVA B**, che prevede l'inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura "ad isola" da realizzarsi con un doppio palancolato metallico rinforzato da



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

tiranti orizzontali, che consentirà sia l'ormeggio lato ovest della FSRU sia la protezione della stessa dal moto ondoso prevalente.

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

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

Il Progetto FSRU Ravenna include le seguenti opere:

#### Terminale FSRU Ravenna.

Costituito da:

- ✓ n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) 43,5 m (larghezza);
- ✓ gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, che sono:
  - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg),
  - la sostituzione e l'adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma,
  - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/ricevimento pig,
  - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale,
  - gli impianti di sistema antincendio,
  - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare;
- ✓ l'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna)

#### Opere Connesse

Costituite da:

- ✓ la condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti, che include quanto segue:
  - tratto di metanodotto a mare (sealine), e relativo cavo telecomandato, denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km,

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 1,9 km,
- impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ la condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 32 km, che prevede:
  - N.6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008,
  - N.1 Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Metanodotto Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar).

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare le possibili interazioni di imbarcazioni di passaggio, navi mercantili e navi da pesca, con le opere galleggianti, valutando la frequenza di impatto prevista e, quindi, la possibilità di danno delle strutture interessate.

In particolare, l'analisi ha interessato:

- ✓ Le condotte sottomarine che collegano l'FSRU a terra;
- ✓ La FSRU.

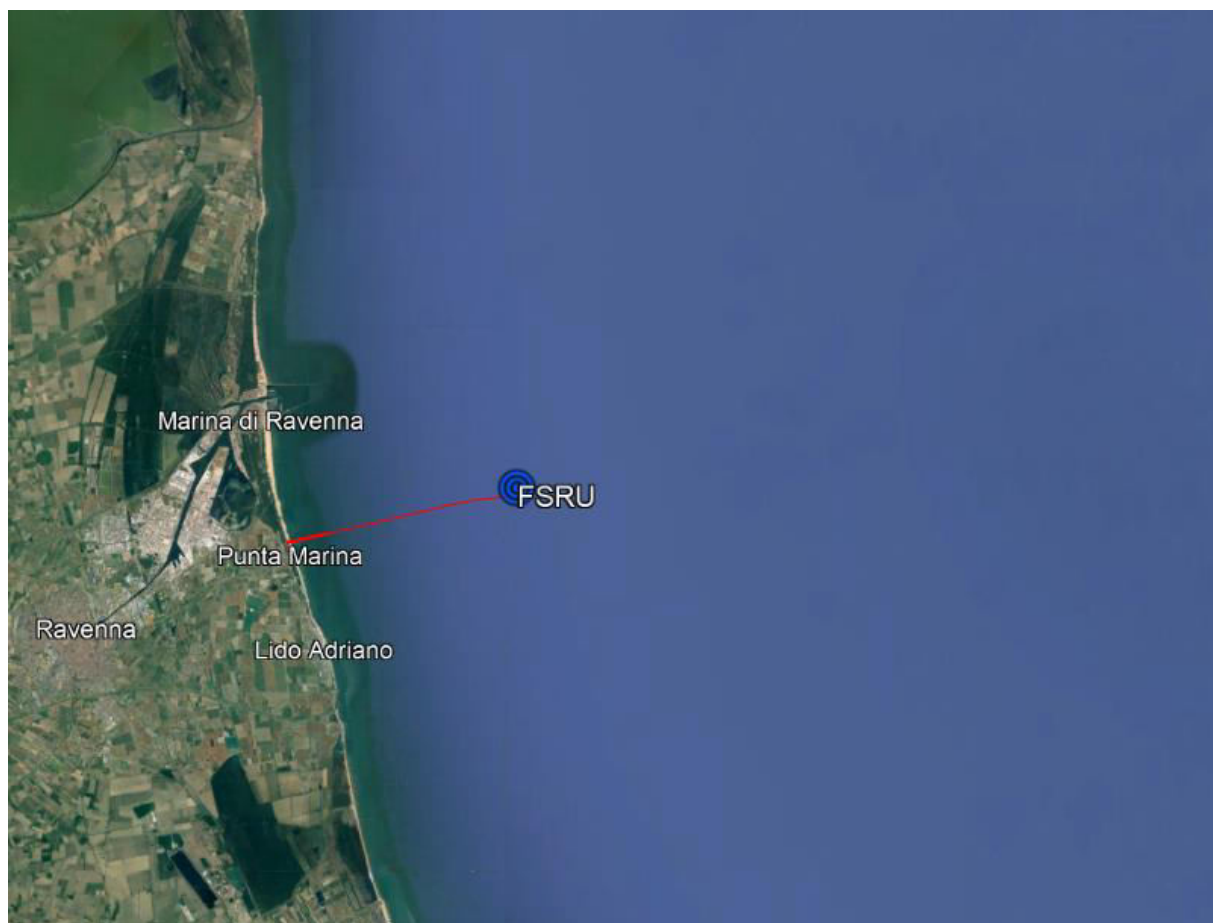
Nello svolgimento dello studio sono state considerate le seguenti cause di potenziale danno alle strutture:

- ✓ Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- ✓ Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- ✓ Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- ✓ Interazione con attrezzature da pesca.

Sono infine indicate all'interno dello studio possibili misure mitigative che, qualora adottate, consentirebbero una ulteriore riduzione della frequenza di interazione.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 1-1: Posizione FSRU**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Identificazione degli scenari di interazione

Nella presente analisi sono stati analizzati tipici scenari incidentali dovuti all'interazione che il traffico marittimo può avere sia con le condotte sottomarine e sia con la FSRU.

In particolare, gli eventi incidentali che possono comportare un danno per FSRU e pontile sono rappresentati da urti di vario tipo con le navi in transito, mentre per le strutture sottomarine tali eventi possono essere legati a:

- ✓ Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- ✓ Impatto causato da caduta di oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- ✓ Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- ✓ Interazione con attrezzature da pesca.

### 2.2 Calcolo delle frequenze di interazione

#### 2.2.1 Analisi del traffico marittimo

Il traffico marittimo nella zona è stato definito sulla base di dati AIS (Automatic Identification System). L'AIS è un sistema automatico di tracciamento utilizzato dalle navi e dai servizi VTS (Vessel Tracking Services) per l'identificazione e la rilevazione della posizione delle navi basato sul continuo scambio di informazioni tra navi vicine e tra navi e basi AIS (sia terrestri che satellitari). Le informazioni scambiate dai sistemi AIS comprendono l'identificazione univoca della nave, la sua posizione, rotta, velocità, direzione e tipo di imbarcazione.

Per l'analisi in oggetto sono stati acquisiti i dati AIS relativi all'intero anno 2021.

I dati sono forniti in tabelle in formato CSV (Comma Separated Value); ciascuna riga del database AIS fornisce i dati di una nave al momento della registrazione e trasmissione ad altri sistemi AIS.

Il database AIS fornisce una descrizione puntuale delle posizioni successive occupate da ciascuna nave all'interno dell'area di interesse e per il periodo di tempo selezionato; lo scopo dell'elaborazione dei dati è l'identificazione delle rotte delle navi registrate dal sistema AIS sulla base delle posizioni successive fornite dal database.

Il campione di dati per l'area di interesse per l'anno solare 2021 contiene circa 2.200.000 registrazioni, rendendo quindi necessario l'utilizzo di routine automatica per l'elaborazione della mole di informazioni disponibili. Tale routine svolge, in maniera automatica e continua, i seguenti passaggi (riportati nel diagramma di flusso in Figura 2-1):

1. lettura e interpretazione del database in formato CSV (Comma Separated Value); i dati vengono letti e filtrati per rimuovere navi all'ancora o in secca. Questo filtro permette di

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

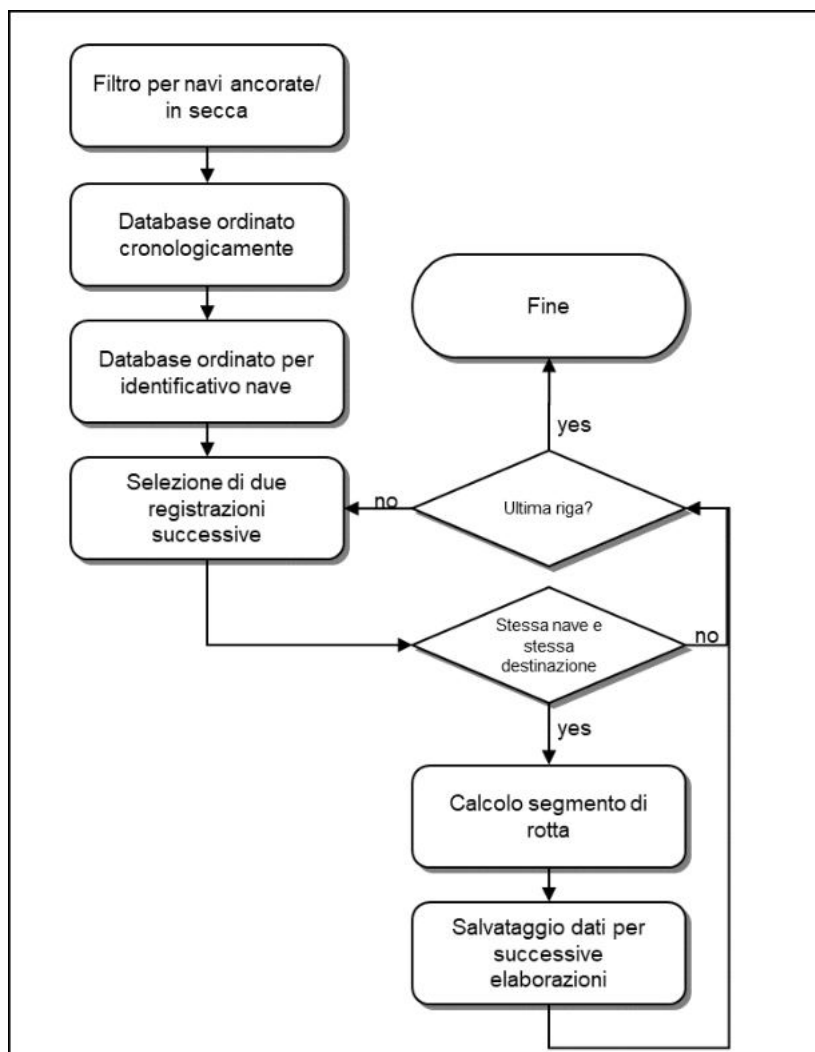
Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- ridurre il numero di registrazioni da analizzare, alleggerendo i tempi di calcolo, senza impattare sulla risoluzione ottenuta nella definizione delle rotte di traffico marittimo;
2. riordino del database in ordine cronologico crescente (dalla registrazione più vecchia alla registrazione più nuova);
  3. riordino del database per identificazione univoca della nave;
  4. selezione delle prime due registrazioni nel database: se le due registrazioni descrivono posizioni successive della stessa nave e la distanza temporale tra le due registrazioni è sufficientemente piccola, viene calcolata e memorizzata la rotta come segmento di retta che congiunge le due posizioni successive. La distanza temporale massima è definita pari a 10 ore; oltre a tale intervallo, le registrazioni vengono interpretate come appartenenti a due rotte separate della stessa nave;
  5. il segmento di rotta viene memorizzato per elaborazioni successive e per la rappresentazione grafica delle rotte marittime;
  6. la routine seleziona la registrazione successiva e procede con l'applicazione degli step 4, 5 e 6 fino alla fine del database.

La Figura 2-1 riporta il diagramma di flusso completo che descrive la procedura di elaborazione dei dati AIS.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 2-1: Passi della routine automatica per l'elaborazione dei dati AIS**

Con la procedura sopra descritta si ottengono il numero di passaggi di imbarcazioni nell'area di interesse, divise per tipo e stazza di imbarcazione, e le loro rotte.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

### 2.2.2 Interazione con l'installazione galleggiante

La frequenza di impatto con l'installazione galleggiante si calcola come [01]:

$$f_{\text{impatto}} = \sum_i N_i \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

Dove:

- ✓ i: indice identificativo di una specifica classe di navi;
- ✓  $N_i$ : frequenza annuale di passaggi nave della i-esima classe nelle vicinanze dell'installazione considerata (espressa in numero passaggi/anno)
- ✓  $P_1$ : probabilità di perdita di controllo della nave; valore indipendente dalla classe della nave che si considera aver perso il controllo;
- ✓  $P_2$ : probabilità geometrica di impatto con l'installazione;
- ✓  $P_3$ : probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative.

Come riportato in [01], danni all'FSRU dovuti ad impatti con navi possono essere dovuti a diverse cause. Di quelle descritte in [01], nella presente analisi si considera la collisione con imbarcazioni che transitano nelle vicinanze (siano essi mercantili, supply vessel o navi per il trasporto di persone).

Di seguito è riportata la stima dei vari termini per il computo della frequenza di impatto per l'installazione.

#### 2.2.2.1 Frequenza annuale di passaggi nave ( $N_i$ )

Al fine di poter calcolare una frequenza di evento incidentale associata al transito delle navi nell'area, è necessario conoscere il numero di rotte passanti in un anno.

Questo numero è possibile ricavarlo dai dati AIS utilizzando la routine descritta al paragrafo 2.2.1.

Una volta che le registrazioni sono state elaborate e le rotte calcolate, queste ultime possono essere rappresentate graficamente grazie all'ausilio di un software GIS (Geographic Information System); il risultato dell'elaborazione grafica è presentata nei capitoli successivi. Con lo stesso software è possibile quindi tracciare un segmento che funge da linea di controllo; fornendo come input le rotte calcolate e la linea di controllo tracciata, la routine è in grado di calcolare il numero di rotte che la intersecano.

Definendo in maniera opportuna la linea di controllo (in termini di posizione ed estensione), è possibile quindi contare il numero di passaggi elaborati per quel tratto di mare. Dato l'arco temporale coperto dalle registrazioni dei dati AIS, si ottiene la frequenza annuale di passaggi nave.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

#### 2.2.2.2 Probabilità di perdita di controllo della nave ( $P_1$ )

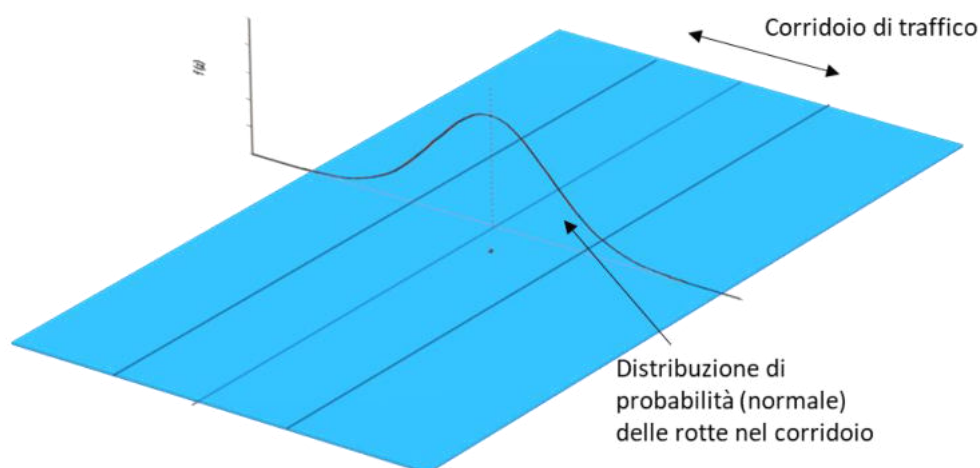
La perdita di controllo può avere diverse cause, ciascuna delle quali caratterizzata da una probabilità di accadimento. Pertanto, la probabilità di avere perdita di controllo può essere calcolata dalla combinazione di questi fattori che dipendono dallo scenario in analisi.

In generale, in letteratura è stato osservato che tale combinazione porta ad una probabilità  $P_1$  stimata in  $2 \cdot 10^{-4}$  [01].

#### 2.2.2.3 Probabilità geometrica di impatto con l'installazione galleggiante ( $P_2$ )

Nel caso in cui l'impatto è associato alla perdita di controllo di una nave in transito è necessario fare delle considerazioni per stabilire se lo scenario di collisione con il target sia credibile.

$P_2$  viene definita "probabilità geometrica di collisione". Come osservato in precedenza, il traffico marittimo di mercantili o navi passeggeri generalmente si colloca lungo specifici corridoi. Si può assumere che la posizione delle navi all'interno di questi "corridoi" è descrivibile attraverso una distribuzione normale (centrata nel corridoio), come illustrato nella seguente figura [01].



**Figura 2-2: Distribuzione normale della posizione delle rotte all'interno del corridoio**

Sulla base di questa assunzione, la probabilità che una nave possa trovarsi in rotta di collisione con il target considerato si può calcolare secondo la seguente formula [01]:

$$P_2 = D \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{\delta}\right)^2}$$

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

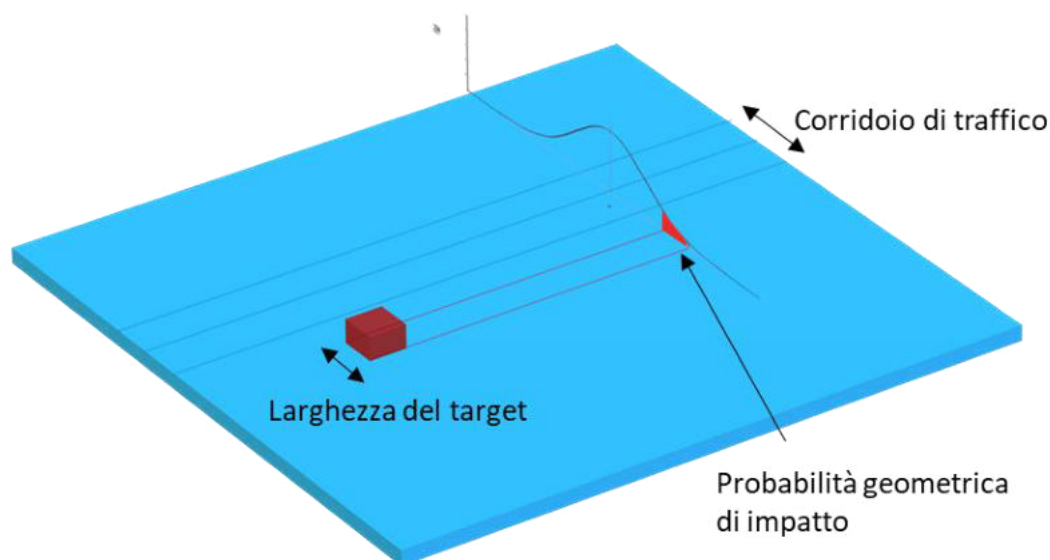
Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

Dove:

- ✓  $D$  è il diametro di collisione (definito come somma di estensione del target in direzione perpendicolare alla rotta e larghezza della nave);
- ✓  $\delta$  è la deviazione standard;
- ✓  $x$  è la distanza tra il centro del corridoio e il target.

La Figura 2-3 mostra graficamente come viene calcolata la probabilità geometrica di impatto. Rispetto alla probabilità  $P_1$  ci sono almeno sei differenti ragioni per cui una nave continui lungo la sua rotta, in direzione del target:

- ✓ assenza di equipaggio sul ponte;
- ✓ equipaggio impegnato in altre attività;
- ✓ equipaggio non in attività (in riposo);
- ✓ incidente a bordo;
- ✓ abuso di alcool o droghe;
- ✓ guasto al radar di bordo o scarsa visibilità.



**Figura 2-3: Probabilità di entrare in rotta di collisione (area in rosso sottesa dalla distribuzione di probabilità)**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

#### 2.2.2.4 Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative

A seconda del caso specifico possono essere presenti dei sistemi (barriere) che contribuiscono ad evitare l'impatto tra nave e target (aereogeneratori). In linea di principio, il termine  $P_3$  sarà dato dalla combinazione delle probabilità di fallimento di tutte le barriere individuate.

Esempi di barriere potrebbero essere:

- ✓ L'adozione di un limite di velocità delle navi che transitano in prossimità dell'installazione;
- ✓ L'utilizzo di sistemi di segnalamento marittimo;
- ✓ Zona di interdizione alla navigazione attorno all'installazione.

$P_3$  è pari ad uno se non sono presenti barriere [01].

### 2.2.3 Interazione con le condotte sottomarine

#### 2.2.3.1 Dati di input

È opportuno ricordare che gli eventi che possono comportare un danno alla condotta possono essere:

- ✓ Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- ✓ Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container)
- ✓ Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- ✓ Interazione con attrezzature da pesca.

Al fine di definire una frequenza di interazione dai dati disponibili, legata sia al passaggio navi che ai container, si è fatto riferimento al report COST 301, dove sono forniti i ratei medi di collisione, impatto e affondamento [02].

In particolare, la frequenza di affondamento, espressa in ev/nave/km, è stata calcolata come la media complessiva dei ratei di affondamento, risultando essere pari a  $5,67 \cdot 10^{-8}$  ev/nave/km.

Tale valore è stato calcolato come segue: il rateo di affondamento medio fornito dal COST 301 ( $0,105 \cdot 10^{-6}$  ev/nave/nm) è stato diviso per 1,852 (km/nm), così da ottenere il valore in ev/nave/km.

Per quanto riguarda la frequenza di container che possono cadere dalle navi sui quali sono trasportati, si è calcolata la frequenza di caduta come segue: la percentuale di container persi all'anno (0,005 %: dato fornito da Transport Club, compagnia assicurativa [03]) è stata divisa per il numero medio di giorni di navigazione di una nave porta container (298 giorni [03]). La

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

frequenza di perdita / caduta di container ottenuta risultata quindi essere pari a  $7 \cdot 10^{-9}$  ev/cont/h.

Per quanto riguarda la frequenza di ancoraggio di emergenza, lo standard DNVGL-RP-F107 [01] associa la necessità di ancoraggio di emergenza ad eventi di ogni tipo che riguardano un guasto al sistema propulsivo. Tale valore è pari a  $1,4 \cdot 10^{-5}$  ev/nave/h. Tuttavia, perché tale valore sia effettivamente rappresentativo di una situazione quale l'ancoraggio di emergenza, questo deve essere corretto per tenere conto della presenza di aree in cui l'ancoraggio non è consentito, in prossimità della condotta sottomarina.

In caso di necessità di ancoraggio di emergenza, l'operazione dovrà essere effettuata al di fuori di tali aree. Quindi, per la stima della frequenza di ancoraggio all'interno di tali zone deve essere considerato un fattore relativo all'errore umano che calcolato come di seguito, mediante il metodo descritto in [04] per la valutazione della probabilità di errore di un operatore in una sala controllo.

Lo standard DNV definisce come errore umano l'esecuzione dell'ancoraggio di emergenza senza aver superato l'area interdetta a tale operazione, la cui probabilità (probabilità di fallimento) viene calcolata come di seguito:

$$HE = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

Dove:

- ✓  $K_1$ : fattore legato alla tipologia di attività;
- ✓  $K_2$ : fattore temporale di stress;
- ✓  $K_3$ : fattore tipologico legato all'operatore;
- ✓  $K_4$ : fattore legato all'ansia per l'operazione in oggetto;
- ✓  $K_5$ : fattore legato all'ergonomia dell'operazione.

Considerando lo scenario analizzato, ai vari fattori sono stati assegnati i seguenti valori:

- ✓  $K_1$ : 0.1, attività non di routine;
- ✓  $K_2$ : 0.1, considerando l'intervallo temporale a disposizione per effettuare l'operazione di ancoraggio;
- ✓  $K_3$ : 0.5, considerando la preparazione dell'operatore;
- ✓  $K_4$ : 2, situazione che è di potenziale emergenza;
- ✓  $K_5$ : 3, discrete condizioni microclimatiche e di interfaccia con il resto dell'equipaggio/nave.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

L'equazione sopradescritta con i valori assegnati ai vari fattori conduce ad un valore di probabilità di errore umano pari a  $3 \cdot 10^{-2}$ . Quindi, la frequenza che un ancoraggio di emergenza possa avvenire all'interno dell'area interdetta a tale operazione risulta essere pari a  $4,20 \cdot 10^{-7}$  ev/nave/h.

### 2.2.3.2 Frequenza di affondamento

La frequenza di impatto tra una eventuale nave in affondamento e la condotta sottomarina si ottiene applicando la relazione seguente [01]:

$$F_{affondamento} = \sum_{k=1}^{N_{navi}} \mu_{affondamento} \cdot L_{nave,k}$$

Dove  $\mu$  è la frequenza di affondamento di una nave (il cui valore è stato definito al paragrafo 2.2.3.1) e  $L_{nave,k}$  è la lunghezza di interazione (pari alla lunghezza della nave  $k$  considerata). Tale conto viene effettuato per ciascuna nave la cui rotta interseca la condotta sottomarina. La frequenza totale di interazione tra condotta sottomarina e navi in affondamento è quindi pari alla somma dei contributi delle singole navi la cui rotta interseca la condotta sottomarina.

### 2.2.3.3 Frequenza di impatto con container caduti

Come oggetti che possono cadere da una nave si considerano generalmente container e / o parti del carico alloggiate sul ponte (deck cargo). La tipologia deck cargo si riferisce, generalmente, a bidoni e a piccoli oggetti in genere, per i quali è ragionevole non prevedere alcuna conseguenza significativa per la condotta sottomarina in caso di impatto. L'oggetto di riferimento è pertanto il container, perso da una nave porta container.

Visto la variabilità delle dimensioni, massa e modalità di trasporto, per la caduta dei container si fa riferimento ad uno scenario rappresentativo in modo da permettere l'elaborazione matematica delle informazioni disponibili. Il container a cui si fa riferimento per la valutazione della frequenza di caduta è il Twenty-foot Equivalent Unit (TEU).

La frequenza di impatto tra un container che cade e la condotta sul fondale marino si calcola con l'equazione seguente:

$$F_{container} = \sum_{k=1}^{N_{cargho}} n_{TEU,k} \cdot \mu_{oggetto} \cdot \frac{L_{TEU}}{v_k}$$



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

#### 2.2.3.4 Frequenza di interazione con ancore

Come sottolineato al paragrafo 2.2.3.1, l'interazione tra ancora e condotta sottomarina è strettamente legato a situazioni di emergenza a bordo nave.

L'interazione con ancore in caduta può essere di due tipi: impatto diretto (l'ancora in caduta libera urta direttamente la condotta) o per agganciamento (nella fase di trascinamento, l'ancora una volta sul fondale urta e aggancia la condotta).

La frequenza di interazione tra un'ancora e la condotta sul fondale marino si calcola con l'equazione seguente:

$$F_{ancora} = \sum_{k=1}^{N_{navi}} \mu_{ancora} \cdot \frac{L_{trascinamento}}{v_k}$$

Dove  $\mu_{ancora}$  è la frequenza di ancoraggio di emergenza,  $L_{trascinamento}$  è la lunghezza di trascinamento dell'ancora sul fondale marino,  $v_k$  la velocità della nave. Il rapporto  $L_{trascinamento}/v_k$  definisce la probabilità di interazione geometrica tra ancora e condotta sottomarina. La lunghezza di trascinamento dell'ancora è legata alla stazza (GRT) della nave come riportato nella Tabella seguente.

**Tabella 2-1: Informazioni relative ad ancora tipiche sulla base della stazza della nave**

Range GRT (tonn)	Massa dell'ancora (kg)	Lunghezza dell'ancora (m)	Lunghezza di trascinamento dell'ancora (m)
100÷500	900	1,1	25
500÷1.600	1.440	1,2	50
1.600÷10.000	3.060	1,7	100
10.000÷60.000	8.700	2,4	500
60.000÷100.000	17.800	3,1	1.000
>100.000	26.000	3,4	1.000

#### 2.2.3.5 Frequenza di interazione con navi da pesca

Danni alle condotte possono essere causati dall'impatto con attrezzature per la pesca a strascico. Tra le navi da pesca vanno quindi considerate le sole imbarcazioni adibite alla pesca a strascico.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

La frequenza di interazione tra reti a strascico la condotta è stata valutata sulla base dei risultati dell'analisi del traffico marittimo nelle zone di interesse. Conservativamente ogni evento di crossing con la condotta sottomarina da parte di navi da pesca equipaggiate con reti a strascico (trawler) è stata considerata come un evento di interazione.

In Italia, secondo il Reg. (CE) 1967/2006 art. 13, è vietata la pesca a strascico a profondità inferiori ai 50 m. Pertanto, eventuali passaggi di navi adibite alla pesca a strascico in parti di mare con profondità inferiore ai 50 m non si verranno considerati come possibili interazioni tra reti a strascico e la condotta sottomarina.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

### 3 ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI

#### 3.1 FSRU

Sono state considerate le seguenti assunzioni/ipotesi:

- ✓ Nel calcolo della frequenza di interazione tra navi e installazione non è stato tenuto in conto il contributo dato da quelle navi il cui dato AIS è risultato corrotto, ossia quelle navi per cui la classe GRT, la lunghezza e altre caratteristiche dimensionali non sono risultate disponibili. I risultati corrotti sono molto pochi rispetto al totale dei dati disponibili e quindi trascurarli non influenza il risultato finale dell'analisi. Comunque, lo scopo della loro esclusione è quello di avere risultati in termini di frequenza di interazione che siano poi utilizzabili per eventuali future valutazioni circa la frequenza di danno dell'installazione ed evitare di attribuire a tutti i dati mancanti la classe GRT maggiore (GRT 6) rischiando di sovrastimare eccessivamente le conseguenze dovute all'eventuale impatto tra nave e target;
- ✓ Per poter calcolare la frequenza annuale di passaggi nave ( $N_i$ ), si è reso necessario aggiornare il traffico registrato nell'arco dell'anno 2021 alla situazione ipotetica di presenza dell'installazione; nella pratica, l'aggiornamento è stato effettuato contando il numero di rotte intersecanti la posizione prevista per l'installazione e redistribuendo questi passaggi nave nei tratti dove in futuro sarà effettivamente possibile (e ragionevolmente ipotizzabile) la navigazione;
- ✓ Per la valutazione della frequenza di interazione tra installazione e il traffico marittimo passante esternamente, è stato considerato che le rotte calcolate e ridistribuite lungo i corridoi di traffico definiti nel seguito della relazione sono distribuite normalmente all'interno dell'estensione del corridoio; questa ipotesi si è resa necessaria per poter redistribuire il traffico marittimo in maniera ragionevole e quindi poter applicare la metodologia descritta;
- ✓ Essendo necessaria una rielaborazione dei corridoi del traffico marittimo, non è possibile valutare sulla base dei dati AIS la caratterizzazione della dispersione dei passaggi all'interno dei corridoi di traffico. Pertanto, è necessario stimare un parametro di dispersione sulla base di valutazioni ingegneristiche. A tal fine è stato considerato che il 99,7 % delle rotte calcolate passeranno effettivamente all'interno dei corridoi di traffico identificati; la scelta di questo valore è motivata dal fatto che, in presenza dell'installazione il traffico marittimo sarà regolamentato riducendo così la possibilità che le navi si trovino fuori dai corridoi individuati e quindi in potenziale rotta di collisione con l'installazione;
- ✓ È stato considerato che attorno all'installazione sia presente una zona interdetta alla navigazione; intorno al perimetro dell'installazione è stata assunta una zona di interdizione alla navigazione di raggio pari a 1 km;
- ✓ Come ingombro per l'FSRU è stata considerata la dimensione massima del pontile di accosto sul pelo dell'acqua, ossia 350 m;
- ✓ I termini che concorrono alla definizione della frequenza di interazione definiti al paragrafo 2.2.2 sono stati assunti come di seguito:



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- a. Probabilità di perdita di controllo della nave ( $P_1$ ) =  $2 \cdot 10^{-4}$  [01];
- b. Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative ( $P_3$ ) = 1.

### 3.2 Condotta sottomarina

Sono state considerate le seguenti assunzioni/ipotesi:

- ✓ Per quanto riguarda l'interazione con strumenti da pesca (reti a strascico), per ogni rotta intersecante la condotta sottomarina, relativa ad imbarcazioni di questa tipologia, è stata assunta per certa l'interazione;
- ✓ Sulla base dell'ipotesi al punto precedente, è quindi possibile stimare in maniera diretta la frequenza di fallimento di ciascuna condotta per ogni Chilometro Progressivo (KP) di percorso; tale valore sarà pari alla somma delle frequenze di interazione calcolate per ciascuna modalità ad ogni KP di percorso;
- ✓ È stato ricavato il numero di passaggi nave, nonché la relativa distribuzione lungo i corridoi di traffico, che intersecherebbero la condotta nella configurazione di progetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

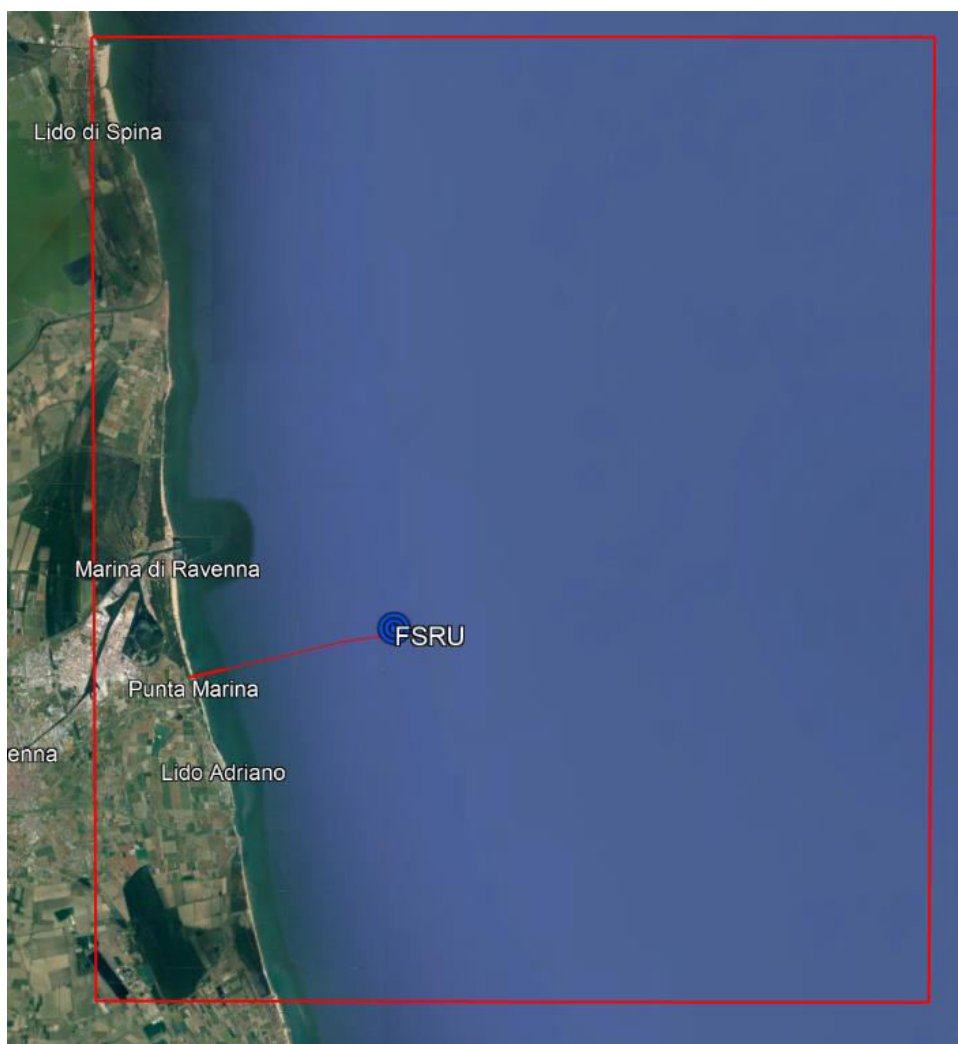
Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## 4 RISULTATI

### 4.1 Traffico marino

#### 4.1.1 Distribuzione rotte in assenza dell'FSRU

L'analisi del traffico marittimo nell'area prevista per l'installazione è stata effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati di traffico navale rilevato dai tracciati AIS e condotta su un'area di circa 1.300 km<sup>2</sup> intorno alla posizione dell'FSRU.



**Figura 4-1: Identificazione dell'area di interesse**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>







Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

In Tabella 4-1 sono dettagliate le classi di stazza utilizzate per suddividere il traffico marittimo, mentre in Tabella 4-2 sono riportati i colori usati per tracciare le rotte appartenenti alle differenti classi GRT.

**Tabella 4-1: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata**

GRT (tonn)	Classe GRT
< 1500	1
1.500-5.000	2
5.000-10.000	3
10.000-30.000	4
30.000-60.000	5
> 60.000	6
NULL	NULL

**Tabella 4-2: Colori identificativi usati per tracciare le rotte appartenenti alle diverse classi GRT**

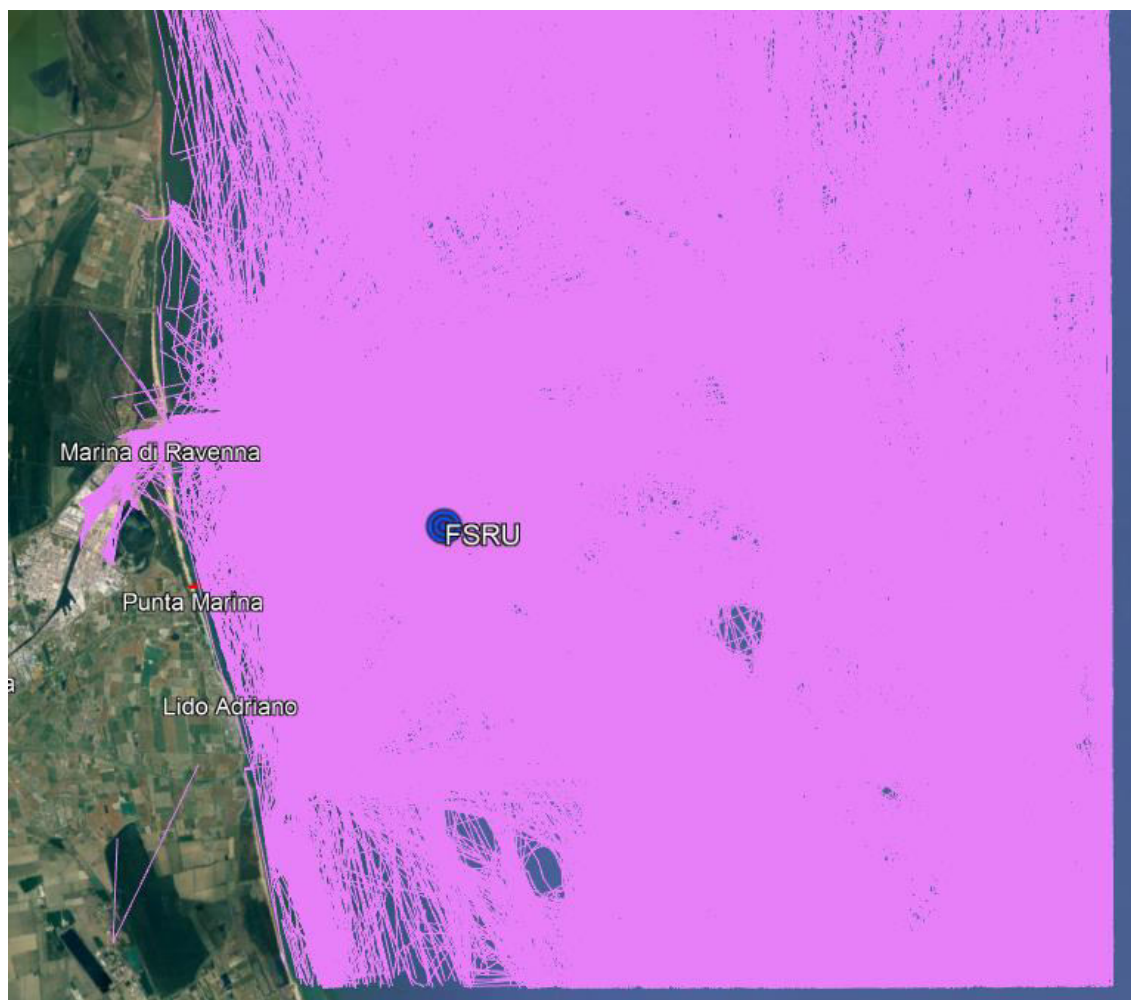
Classe GRT	Colore
GRT 1	
GRT 2	
GRT 3	
GRT 4	
GRT 5	
GRT 6	

La dicitura NULL rappresenta tutte quelle navi per cui non si dispone di informazioni inerenti alla stazza e non è quindi possibile stabilire la relativa classe GRT.

Le rotte calcolate per ogni classe GRT per l'anno 2021 sono riportate nelle seguenti figure (Figura 4-2, Figura 4-3, Figura 4-4, Figura 4-5, Figura 4-6, Figura 4-7).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

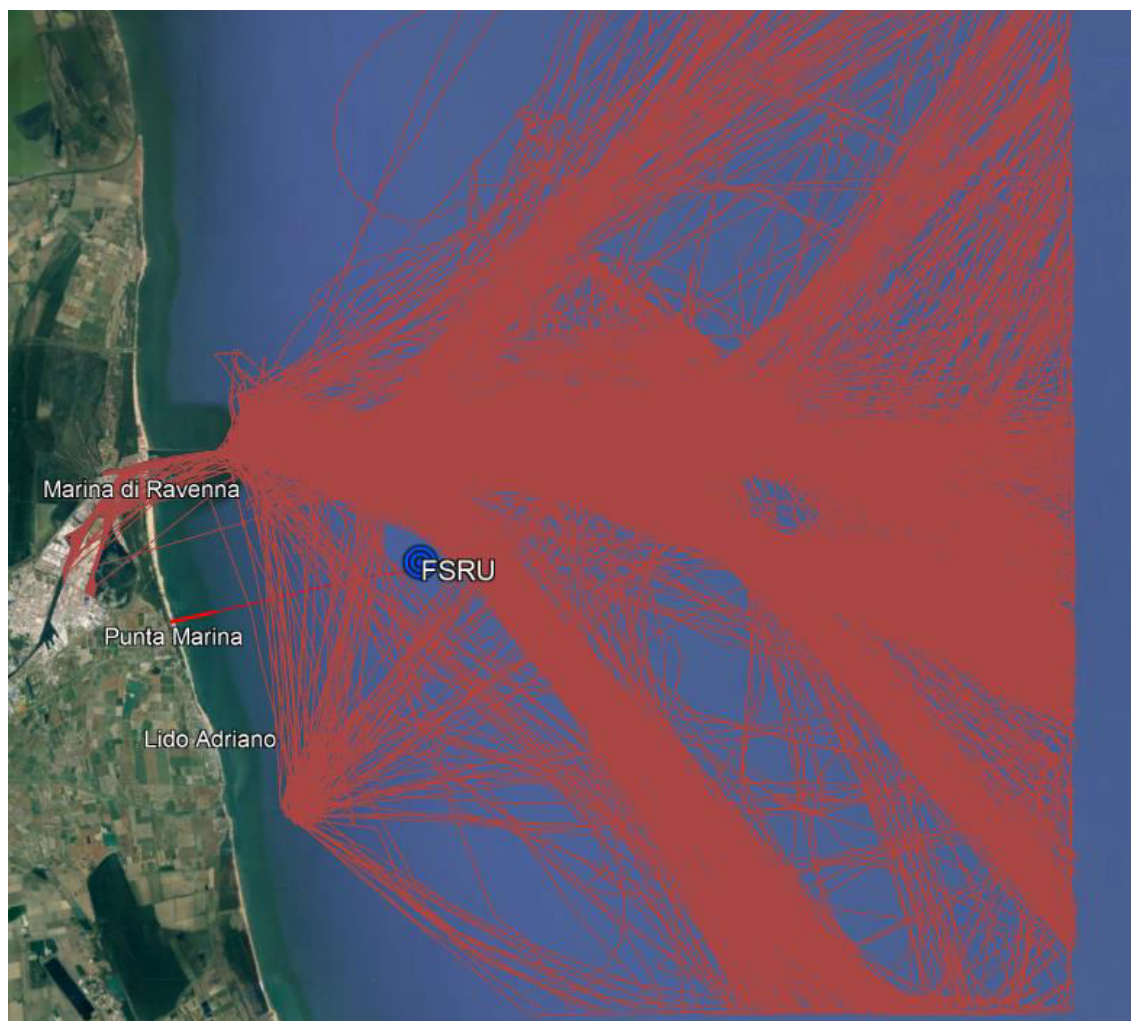


**Figura 4-2: Traffico marittimo 2021 - GRT 1**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

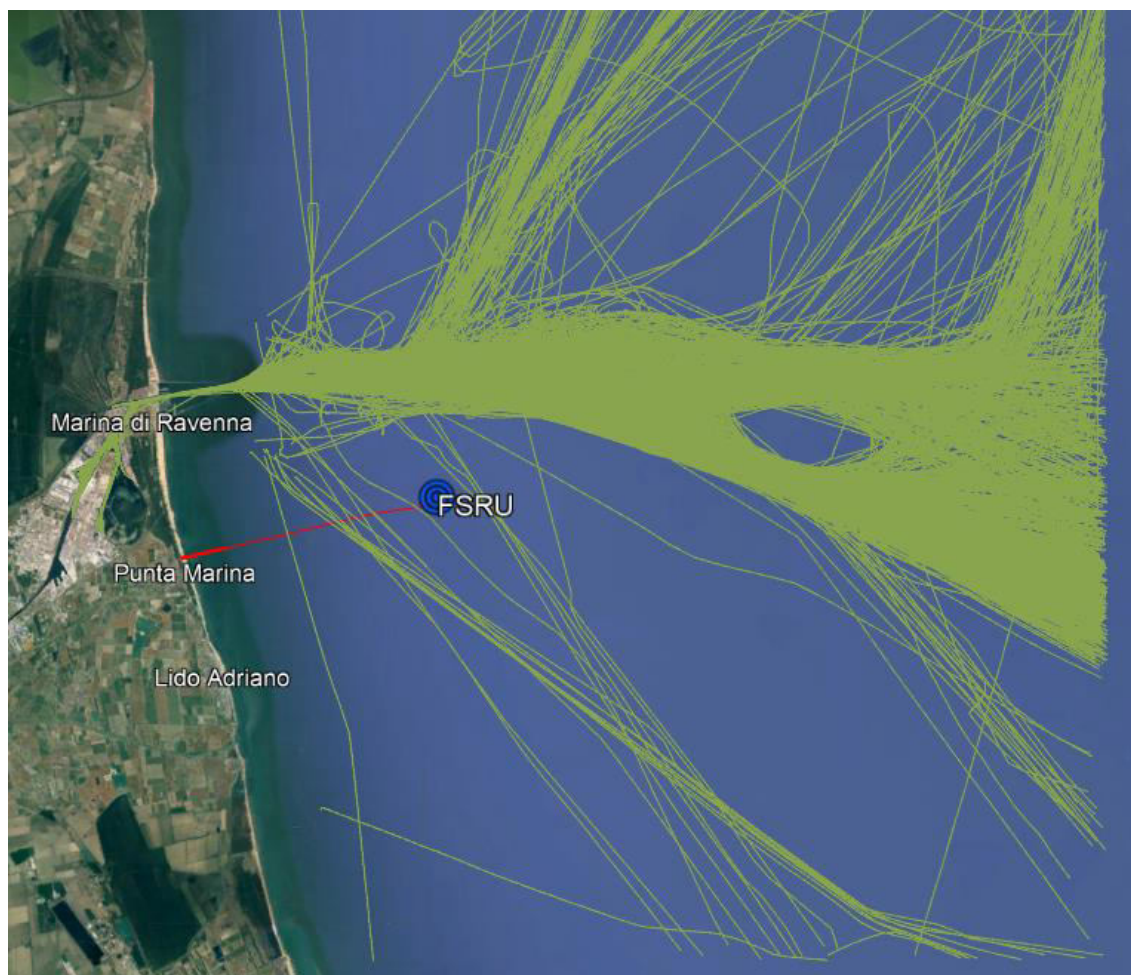
Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 4-3: Traffico marittimo 2021 - GRT 2**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

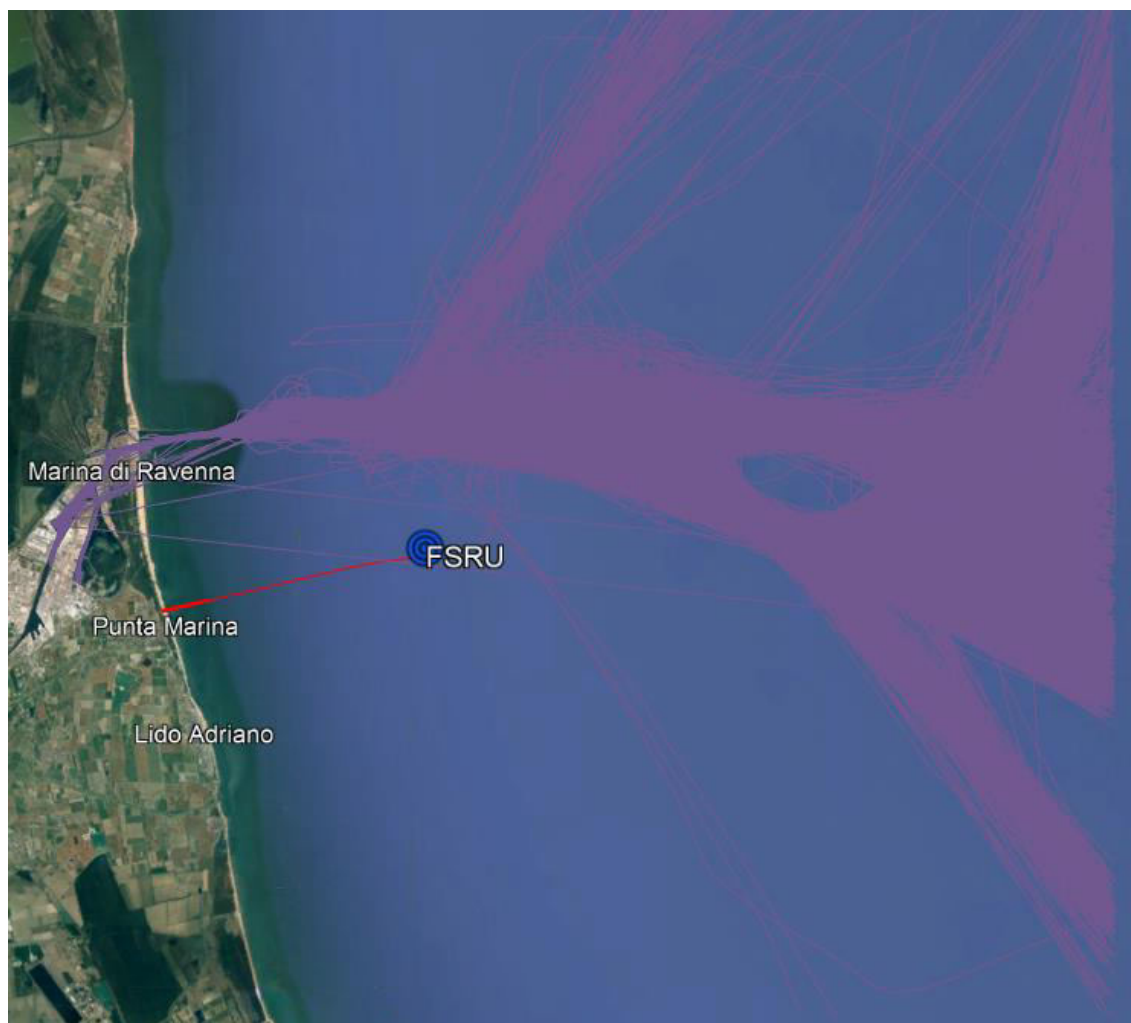
Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 4-4: Traffico marittimo 2021 - GRT 3**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

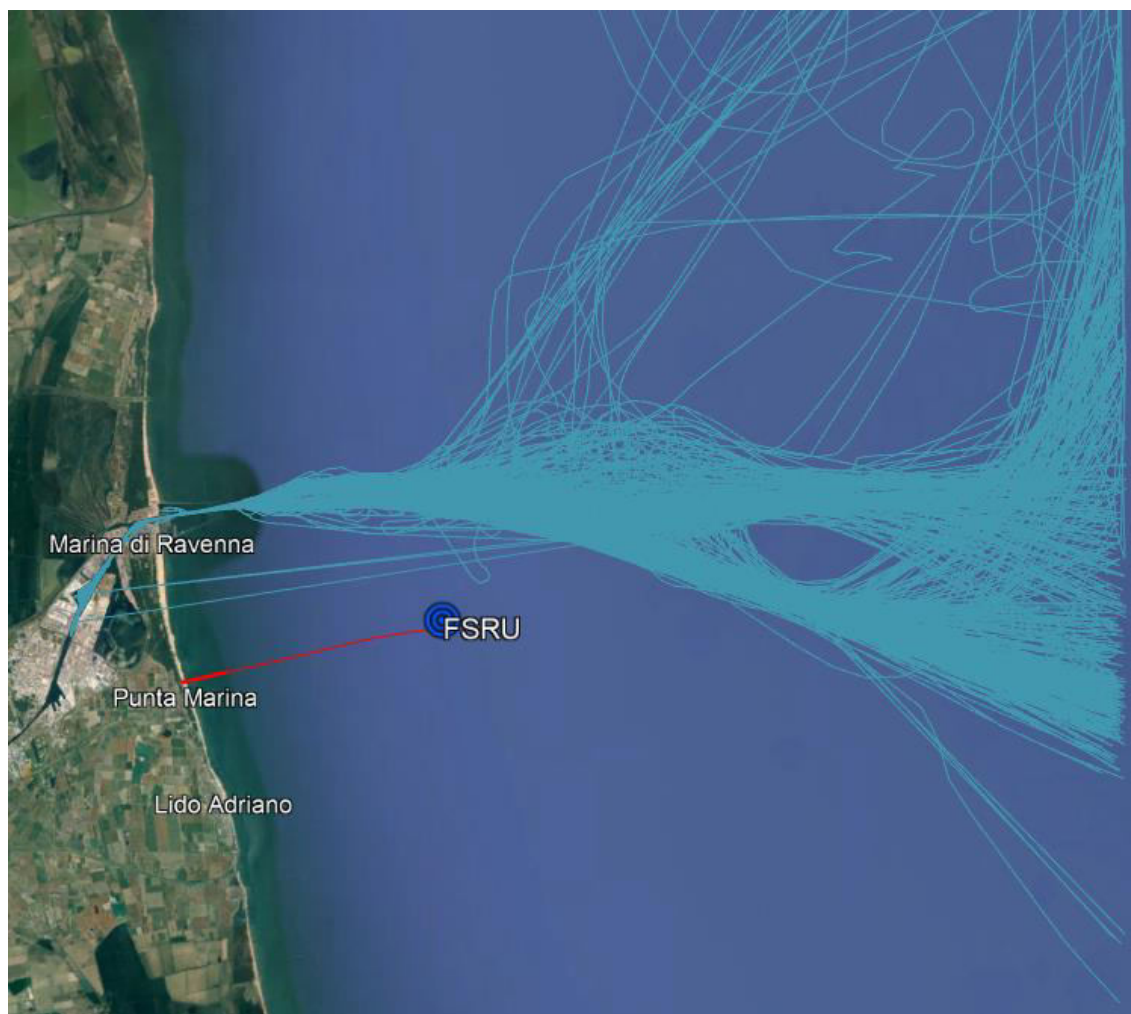


**Figura 4-5: Traffico marittimo 2021 - GRT 4**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

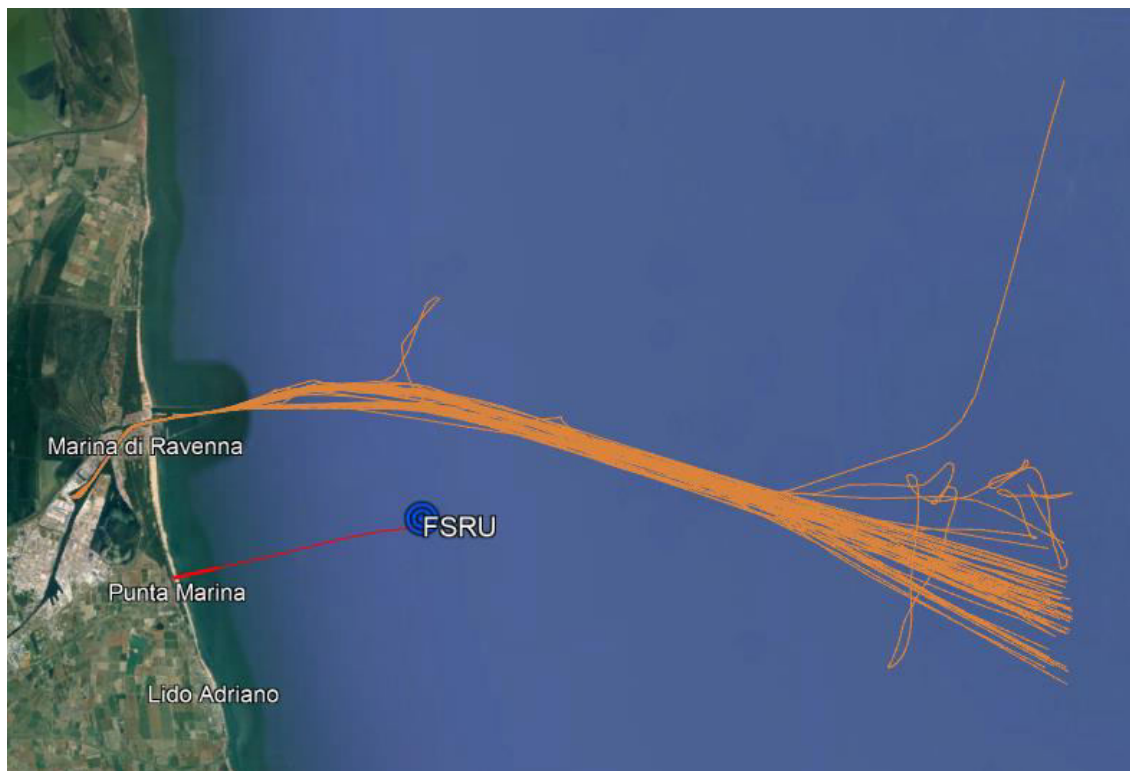


**Figura 4-6: Traffico marittimo 2021 - GRT 5**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 4-7: Traffico marittimo 2021 - GRT 6**

Osservando le figure riportate sopra si può notare che per quanto riguarda la classe GRT 1 è difficile identificare dei corridoi principali, ma le rotte sono distribuite in tutta l'area considerata senza apparenti corridoi o direzioni principali.

Per quanto riguarda invece le altre classi GRT, il corridoio principale più trafficato è la direttrice di ingresso e uscita dal porto di Ravenna che passa a Nord della posizione dell'FSRU, attualmente in vigore nell'area a mare antistante il Porto di Ravenna.

#### 4.1.2 Distribuzione rotte in seguito all'installazione dell'FSRU

In seguito all'installazione dell'FSRU sono stati ipotizzati 9 corridoi di traffico (Figura 4-8, Figura 4-9):

- ✓ Corridoi 1, 2, 3, 4: Corridoi a Nord, Est, Sud e Ovest dell'FSRU per la sola classe GRT 1;
- ✓ Corridoi 5, 6, 7, 8: Corridoi a Nord, Est, Sud e Ovest dell'FSRU per la sola classe GRT 2;
- ✓ Corridoio 9: ingresso e uscita dal porto di Ravenna (classi GRT 2, 3, 4, 5, 6).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



**Figura 4-8: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classe GRT**  
1



**Figura 4-9: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classi GRT**  
2, 3, 4, 5, 6

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## 4.2 Frequenze di interazione

### 4.2.1 FSRU

#### 4.2.1.1 Volumi di Traffico al 2021

Sulla base delle ipotesi fatte al paragrafo precedente, la frequenza di interazione del traffico marittimo con l'FSRU è stata calcolata rispetto ai principali corridoi di traffico lungo cui le rotte sono state assunte disporsi una volta che l'FSRU sarà installata.

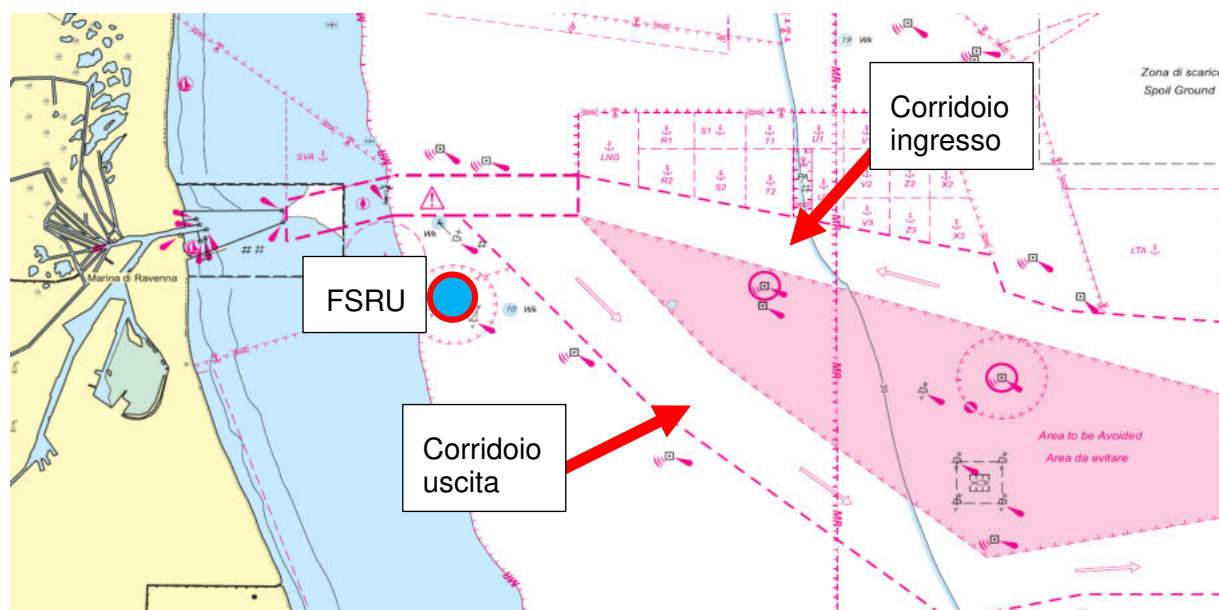
Infine, le rotte sono state assunte essere distribuite secondo una distribuzione gaussiana (con valore medio centrato nel corridoio) nell'ampiezza del corridoio.

La frequenza totale di interazione con l'FSRU è pari a  $1,9E-04$  eventi/anno.

Questo contributo di frequenza è dato per il 99% dalle navi di piccola stazza (GRT 1) in quanto, il corridoio di entrata e uscita dal porto di Ravenna non interferisce con la posizione dell'FSRU.

#### 4.2.1.2 Entrata in vigore Ordinanza n. 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna

Si evidenzia che è stata recentemente approvata l'Ordinanza n. 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna, la quale prevedrà un nuovo schema di regolamentazione del traffico da/verso il Porto di Ravenna a partire dalla seconda metà del 2022; in particolare l'Ordinanza prevede la definizione di corridoi di ingresso e di uscita dal porto per tutte le navi con stazza lorda superiore a 300 GT come definito nel seguente schema di separazione del traffico.



**Figura 4-10: Schema di separazione del traffico**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

Con l'entrata in vigore dell'Ordinanza il traffico marittimo si disporrebbe in maniera leggermente diversa da quanto avviene attualmente (e riportato nella presente relazione). In particolare:

- ✓ Classe GRT 1: il traffico rimane invariato in quanto è talmente diffuso che non si è in grado di identificare dei corridoi principali;
- ✓ Classe GRT 2: il traffico rimane invariato in quanto le rotte sono già disposte in questa configurazione;
- ✓ Classi GRT 3, 4, 5, 6: il traffico che inizialmente è stato disposto nel corridoio n. 9 è stato ricollocato suddividendo le navi in ingresso da quelle in uscita dal porto di Ravenna. In dettaglio, le navi in ingresso al porto di Ravenna sono state lasciate nel corridoio n. 9, mentre le navi in uscita sono state ricollocate nel corridoio n. 6 (inizialmente adibito solo alle navi di classe GRT 2)

Considerando il ricollocamento del traffico appena descritto la frequenza di interazione dell'FSRU rimane pari a  $1,9E-04$ .

Nonostante alcune rotte siano state avvicinate alla posizione dell'FSRU, non si ottiene un innalzamento della frequenza di impatto in quanto, come specificato nel capitolo precedente, il contributo totale della frequenza di impatto era dato per il 99% dalle navi di classe GRT 1 che non vengono ricollocate in seguito alla possibile entrata in vigore dell'ordinanza 32/2022.

#### 4.2.2 Condotta sottomarina

Sulla base dell'elaborazione dei dati AIS, per la condotta sottomarina oggetto del presente studio è stata calcolata la frequenza di interazione con attività esterne legate al traffico marittimo nelle zone interessate.

Si ricorda che le rotte intersecanti la condotta appartenenti a navi per cui non sono disponibili le caratteristiche dimensionali non sono state considerate contribuire alla frequenza di interazione.

I principali risultati sono forniti in forma grafica e tabellare. In particolare, di seguito sono riportati:

- ✓ Frequenza di interazione, per KP di condotta, con navi in affondamento, caduta di ancore o caduta di container (Tabella 4-3, Figura 4-11);

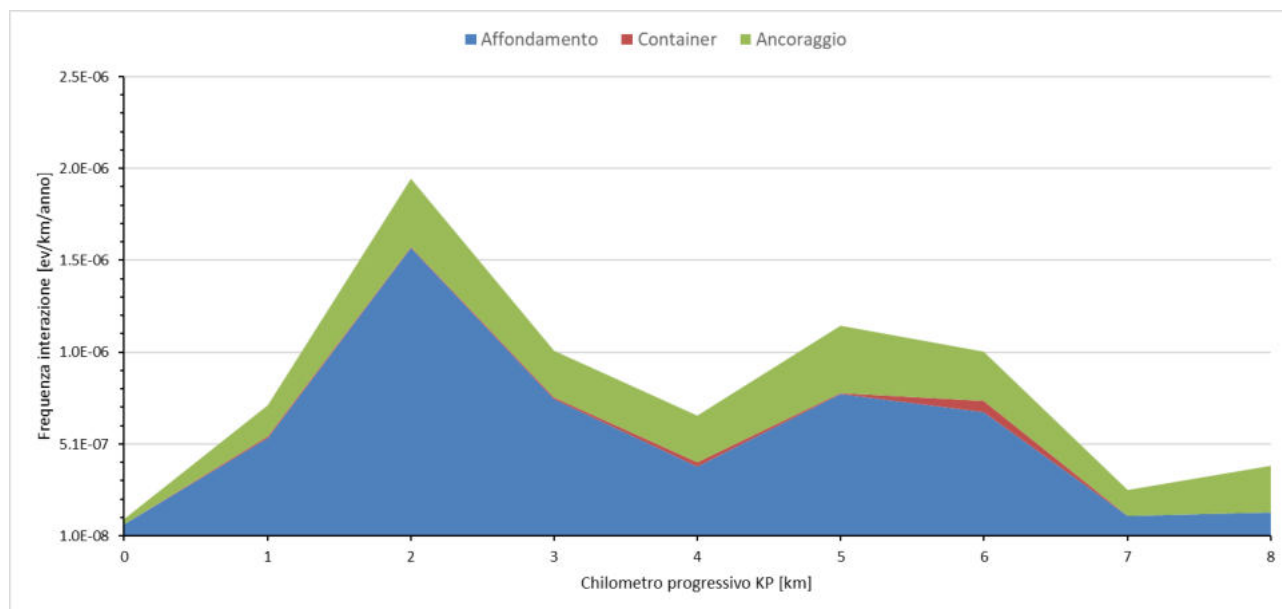


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

**Tabella 4-3: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo**

KP	Frequenza interazione con navi in affondamento [ev / km / anno]	Frequenza interazione con caduta container [ev / km / anno]	Frequenza interazione con ancoraggi [ev / km / anno]
0 (FSRU)	7,03E-08	2,01E-09	2,78E-08
1	5,45E-07	8,54E-09	1,67E-07
2	1,58E-06	5,43E-09	3,73E-07
3	7,57E-07	8,57E-09	2,53E-07
4	3,88E-07	2,42E-08	2,53E-07
5	7,82E-07	6,22E-09	3,67E-07
6	6,86E-07	6,13E-08	2,67E-07
7	1,19E-07	1,80E-09	1,41E-07
8 (TERRA)	1,37E-07	5,90E-19	2,55E-07



**Figura 4-11: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo**

Tutto il percorso della condotta si trova in acque con profondità inferiori ai 50 m e, visto che, come da Reg. (CE) 1967/2006 art. 13, è vietata la pesca a strascico a profondità inferiori ai

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

50 m, tutti i passaggi di navi adibite alla pesca a strascico lungo l'intera condotta non sono state considerate possibili le interazioni tra reti a strascico e la condotta sottomarina.

Dall'analisi dei dati è possibile osservare che:

- ✓ Per tutti i KP di condotta, le cause di maggiore interazione sono l'affondamento della nave e l'ancoraggio accidentale;
- ✓ Il chilometro 2 (KP 2) è quello caratterizzato dalla maggior frequenza di rottura complessiva (7E-07 eventi / anno);
- ✓ La frequenza di rottura media della condotta è pari a 8E-09 eventi/anno.

### 4.3 Misure Mitigative

Sebbene gli standard internazionali non identifichino un valore limite per la frequenza di interazione, si precisa che le valutazioni di cui sopra sono state conservativamente condotte prevedendo l'assenza di misure mitigative che, se attuate, porterebbero ad una ulteriore riduzione della frequenza di interazione.

Per quanto concerne la FSRU, ad esempio, non sono state considerate ai fini dell'analisi:

- ✓ l'adozione di un limite di velocità delle navi in transito in prossimità dell'installazione. A riguardo, sarà definita una zona di interdizione alla navigazione, di concerto con le Autorità;
- ✓ L'utilizzo di sistemi di segnalazione marittima. In tal senso, la struttura di accosto risulta già esistente e sarà comunque dotata degli opportuni sistemi di segnalazione.

Relativamente alla condotta, secondo quanto riportato nel documento DNV ST-F101, è necessario prevedere una protezione aggiuntiva o un interrimento solo nel caso in cui la frequenza di rottura sia superiore a 1E-05 eventi all'anno. La presente condotta ha una frequenza di interazione massima pari a 7E-07 e pertanto tale protezione aggiuntiva non è richiesta.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-BAS-E-09006</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 35	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

## 5 RIFERIMENTI

- [01] Risk Assessment of Pipeline Protection, Recommended Practice No. DNV-RP-F107
- [02] COST 301, 1988 – Shore Based marine navigation aid system
- [03] Review of maritime transport, 2010 - United Nations Conference on trade and development
- [04] Bello G.C., Colombari V., “The human factor in risk analysis of process plants: the control room operator model ‘Teseo’”, Reliability Engineering, 1980
- [05] <http://www.maersk.com/>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b> <b>-</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>PG-FTE-E-09000</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rif. RINA: P0031312-7-2-H7

## ANNESSO 2

### Inquadramento Geologico e Geotecnico Area Vasta (REL-CGB-09011)



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

**EMERGENZA GAS**  
**INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17 MAGGIO 2022, N. 50)**  
**FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale dei Gasdotti**

**ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar**

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO AREA VASTA**

00	Emissione per Permessi	R. Borella	M.Calarco	C.Mordini	06/07/2022
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

## INDICE

<b>1 INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE .....</b>	<b>5</b>
<b>3 INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>8</b>
<b>4 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....</b>	<b>15</b>
<b>5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>16</b>
<b>REFERENZE .....</b>	<b>19</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

## 1 INTRODUZIONE

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

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

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

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

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

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

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento della struttura esistente per tener conto che l'ormeggio della FSRU presso la piattaforma sarà permanente, che i mezzi navali coinvolti hanno degli ingombri maggiori e che quindi occorreranno maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche. In particolare, sono state valutate e presentate due diverse alternative di ormeggio come segue:

- ✓ **ALTERNATIVA A**, che prevede l'ampliamento della piattaforma Petra con una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangi flutti verso est da realizzarsi con cassoni autoaffondanti;
- ✓ **ALTERNATIVA B**, che prevede l'inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura "ad isola" da realizzarsi con un doppio palancolato metallico rinforzato da

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

tiranti orizzontali, che consentirà sia l'ormeggio lato ovest della FSRU sia la protezione della stessa dal moto ondoso prevalente.

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

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

Il Progetto FSRU Ravenna include le seguenti opere:

#### Terminale FSRU Ravenna.

Costituito da:

- ✓ n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m<sup>3</sup>, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) 43,5 m (larghezza);
- ✓ gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, che sono:
  - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg),
  - la sostituzione e l'adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma,
  - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/ricevimento pig,
  - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale,
  - gli impianti di sistema antincendio,
  - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare;
- ✓ l'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna)

#### Opere Connesse

Costituite da:

- ✓ la condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti, che include quanto segue:
  - tratto di metanodotto a mare (sealine), e relativo cavo telecomandato, denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km,
  - tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 1,9 km,



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

- impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ la condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 32 km, che prevede:
  - N.6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008,
  - N.1 Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Metanodotto Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar).

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

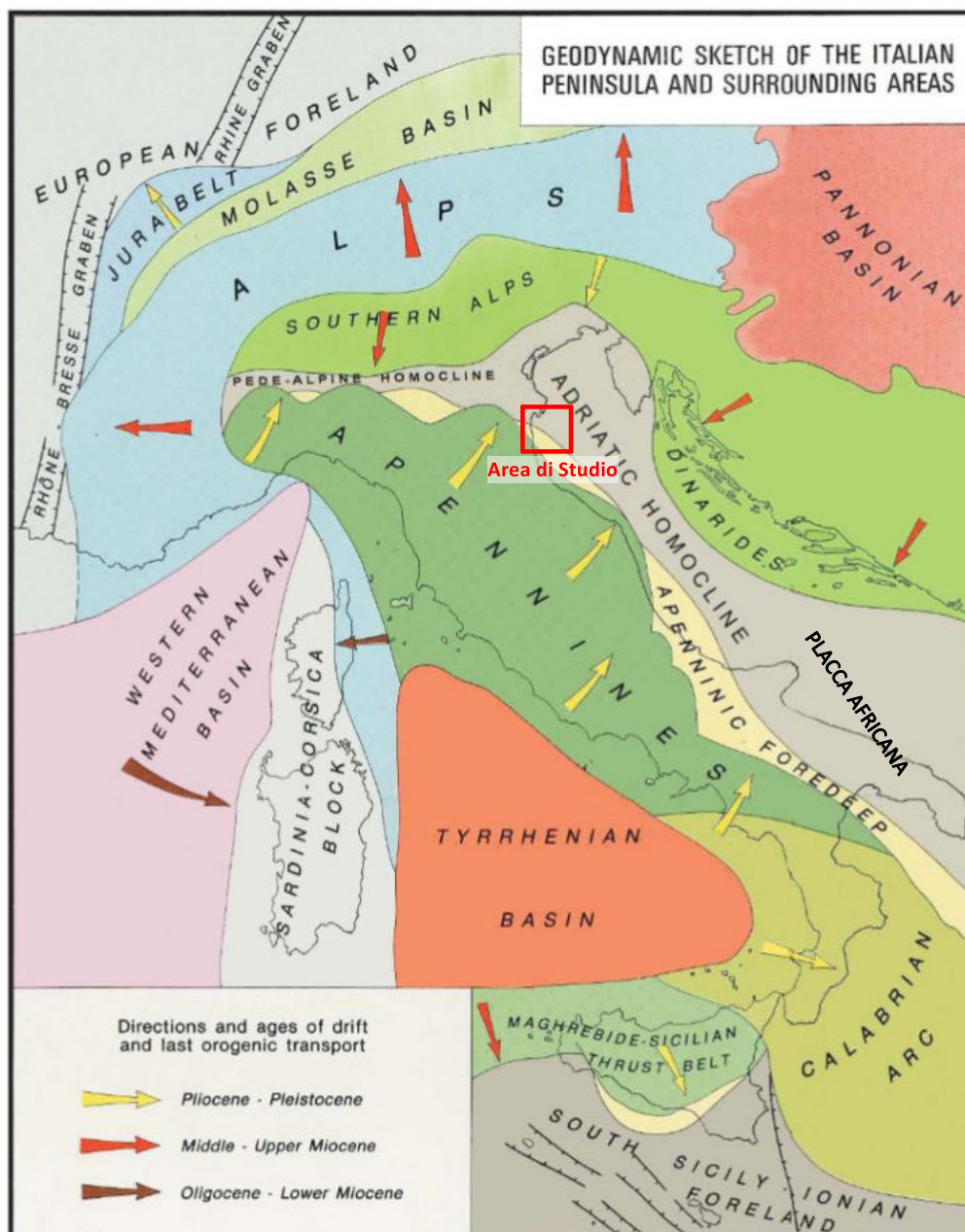
L'area di studio si colloca direttamente a mare nella zona antistante Marina di Ravenna, nella porzione nord della costa adriatica dell'Emilia Romagna; la zona si trova nell'avampese delle catene Appennini e Dinaridi, originate dalla collisione delle placche Europea e Africana. Le strutture geologiche presenti nel Mare Adriatico e, più generalmente, nel Mediterraneo, sono essenzialmente il risultato di due processi:

- ✓ Lo spiazzamento tettonico causato dalla subduzione della Placca Africana al di sotto di quella Europea;
- ✓ La progressiva chiusura del Mar Mediterraneo che coinvolge una serie di soglie insulari e sottomarine.

Le aree relativamente indeformate dell'avampese di questo sistema, corrispondono all'Istria e ai domini carbonatici Apuli. La parte occidentale dell'Adriatico settentrionale e centrale, è un bacino di avanfossa (Plio-Quaternario) che rappresenta il più recente di una serie di bacini dello stesso tipo, formati durante l'orogenesi Appenninica e migrati ad est (Figura 1). L'avanfossa Adriatica Plio-Quaternaria ha una forma arcuata con due distinti depocentri separati da un alto strutturale nella zona di Ancona.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1



**Figura 1: Assetto Geodinamico della Penisola Italiana**

Durante il Pliocene fino al Pleistocene, l'Adriatico Centrale manifesta alti tassi di subduzione dovuti alla rotazione verso est della sutura appenninica, mentre la regione Apula subisce sollevamenti dalla metà del Pleistocene [1] e [2]. Il lineamento O-E delle Tremiti è stato interpretato come una zona di trasferimento tettonico principalmente destro tra i due settori della litosfera adriatica in subduzione, un'area caratterizzata da differenti tassi di raccorciamento flessurale. La formazione di questa zona di trasferimento, occorsa principalmente durante il Pleistocene, è stata attribuita alla segmentazione della spessa

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

litosfera continentale apula nella zona di subduzione [1] e [2] che ha impedito la retrovergenza della placca che subduce nella regione Apula.

La catena Appenninica consiste in un cuneo collisionale arcuato, sviluppatosi durante il Neogene come conseguenza di una costante migrazione verso est del fronte di compressione e dell'estensione di retroarco. Una delle spiegazioni più plausibili per la migrazione dei fronti di accavallamento è il ritiro verso est nel tempo dello slab litosferico. Questo processo spiega inoltre la flessura dell'avampaese (e il conseguente spostamento dei bacini di avanfossa verso E) così come i processi di estensione lungo i bacini di retroarco interni del Tirreno [3].

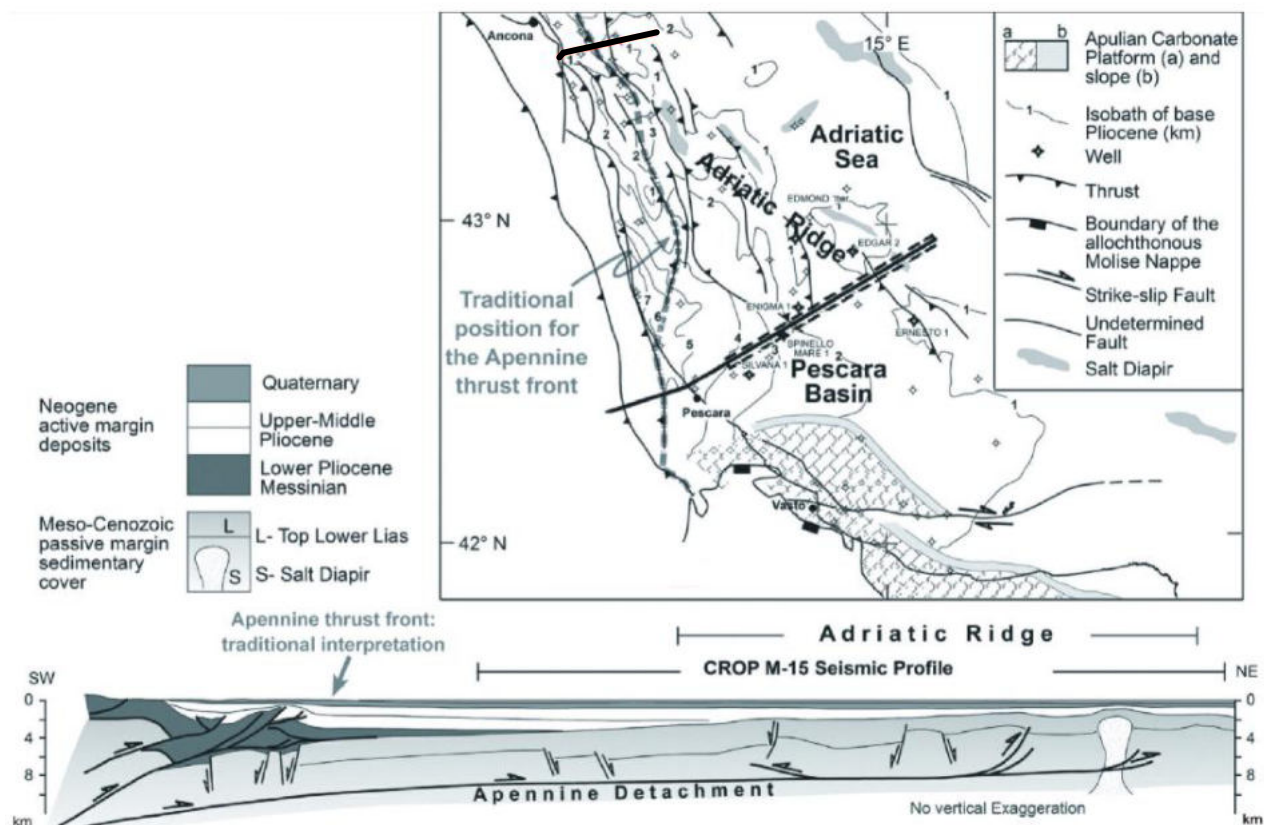
Il prisma di accrezione degli Appennini nel dominio Padano-Adriatico è formato da depositi clastici, evaporiti, e sequenze sedimentarie carbonatiche di mare da basso a profondo. Nella porzione esterna degli Appennini, l'interazione tra la piega fessurale della placca Adriatica in subduzione e la propagazione verso l'avampaese delle deformazioni compressive produce una zona di sedimentazione attiva al di sopra del prisma di accrezione deformato. Questo "prisma deposizionale alto" si può osservare comunemente negli orogeni collegati a subduzioni rivolte verso ovest, dove si verificano tassi di subsidenza più rapidi [1].

La posizione nel sottosuolo del prisma di accrezione del fronte settentrionale dell'Appennino al di sotto della pianura del Po è eccezionalmente ben definito da dati sismici e di pozzo [4], e identifica una geometria ad incastro che consiste di tre sistemi di fronti di sovrascorrimento. Questi tre archi sepolti, da ovest verso est, sono: 1) il Monferrato, 2) l'Emilia, e 3) l'arco di Ferrara-Romagna. Questi archi sono delimitati esternamente da sovrascorrimenti che li separano dalla monoclinale Prealpina (Figura 1).

Muovendosi verso sudest, il prolungamento del fronte di accavallamento appenninico nel Mar Adriatico centrale è meno evidente. L'interpretazione dei profili sismici, integrata con l'analisi dei dati geofisici e geologici disponibili, forniscono un contributo importante al tracciamento del prolungamento verso sudest del fronte appenninico nel dominio Adriatico. Tradizionalmente, il fronte esterno del prisma di accrezione appenninico si trova nel settore nordorientale della "Dorsale Medio Adriatica" (Figura 2), pochi chilometri al largo tra le città di Ancona e Pescara. La Dorsale Medio Adriatica è altresì conosciuta come "Cintura di Deformazione Centro Adriatica", è formata da alti strutturali distribuiti lungo un trend dominante NO-SE a ONO-ESE. La Dorsale Adriatica, ben definite dalle isobate della base dei depositi del Plio-Pleistocene [4], si estende verso sudest dalla città di Ancona per almeno 150km nell'Adriatico centrale, mantenendosi parallelo alla costa marchigiana.

	PROGETTISTA		COMMESSA <b>NQ/R22178</b>	UNITA
	LOCALITA'	<b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 20	Rev. 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1



**Figura 2: Carta Strutturale dell'Adriatico Centrale e sezione lungo la "Dorsale Adriatica" [4]**

La maggioranza degli alti strutturali che formano la Dorsale Adriatica è stata interpretata come riattivazione di strutture d'inversione preesistenti. Raccorciamento attivo associato con il fronte appenninico nella pianura del Po e nell'Adriatico centrale (a nord del lineamento delle Tremiti) è documentato da dati GPS e dalla sismicità strumentale. Va inoltre notato che diapirismo salino è stato individuato nell'Adriatico centrale [1], [2], e [3].

Alcune delle pieghe della Dorsale Adriatica, si sono sviluppate su alti strutturali (horst) preesistenti Mesozoici. Le pieghe mostrano evidenze di inversione tettonica lungo faglie Mesozoiche estensionali preesistenti sviluppatesi alla fine del Cretacico Inferiore e nel Terziario. L'origine delle strutture Cretaciche è stata collegata alla messa in posto della convergenza tra Europa e Africa mentre le inversioni tettoniche Terziarie sono state attribuite a effetti di campo della compressione dinarica e appenninica, oppure a diapirismo. L'attività Quaternaria e recente delle strutture compressive lungo la Dorsale Adriatica fornisce un'indicazione dell'attività tettonica più recente del fronte di accavallamento appenninico nel dominio Adriatico.

### 3 INQUADRAMENTO SISMICO

L'Emilia-Romagna è una regione soggetta ad una sismicità piuttosto frequente e di media intensità. Sebbene la pericolosità sismica non sia particolarmente elevata, l'alta



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

concentrazione di centri abitati, beni artistici e culturali rendono l'Emilia-Romagna una regione a moderato rischio sismico.

In generale, lungo la catena Appenninica la sismicità si distribuisce in modo omogeneo in zone sismogenetiche (allungate preferenzialmente NO-SE). L'attività sismica diminuisce dagli Appennini andando verso la costa Adriatica. Il sito, localizzato sul Mar Adriatico, si colloca proprio ai margini della subduzione Appenninica, che pertanto influenza la sismicità dell'intera area.

La sismicità dell'area in corrispondenza del sito viene qui presentata per mezzo di potenziali modelli di sorgenti sismogenetiche (Figura 3) e della distribuzione dei terremoti storici nell'area circostante (Figura 4). I modelli di sorgenti sismogenetiche mostrati in Figura 3 includono:

- ✓ DISS (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.3.0; dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) [5];
- ✓ Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE) model [6];
- ✓ ZS9 - Zonazione sismogenetica per l'Italia di INGV [7];
- ✓ Santulin et al. [8];
- ✓ ESHM20 [9].

Come mostrano i modelli presentati in Figura 3, l'area di studio ricade all'interno, o parzialmente, di varie sorgenti sismogenetiche individuate.

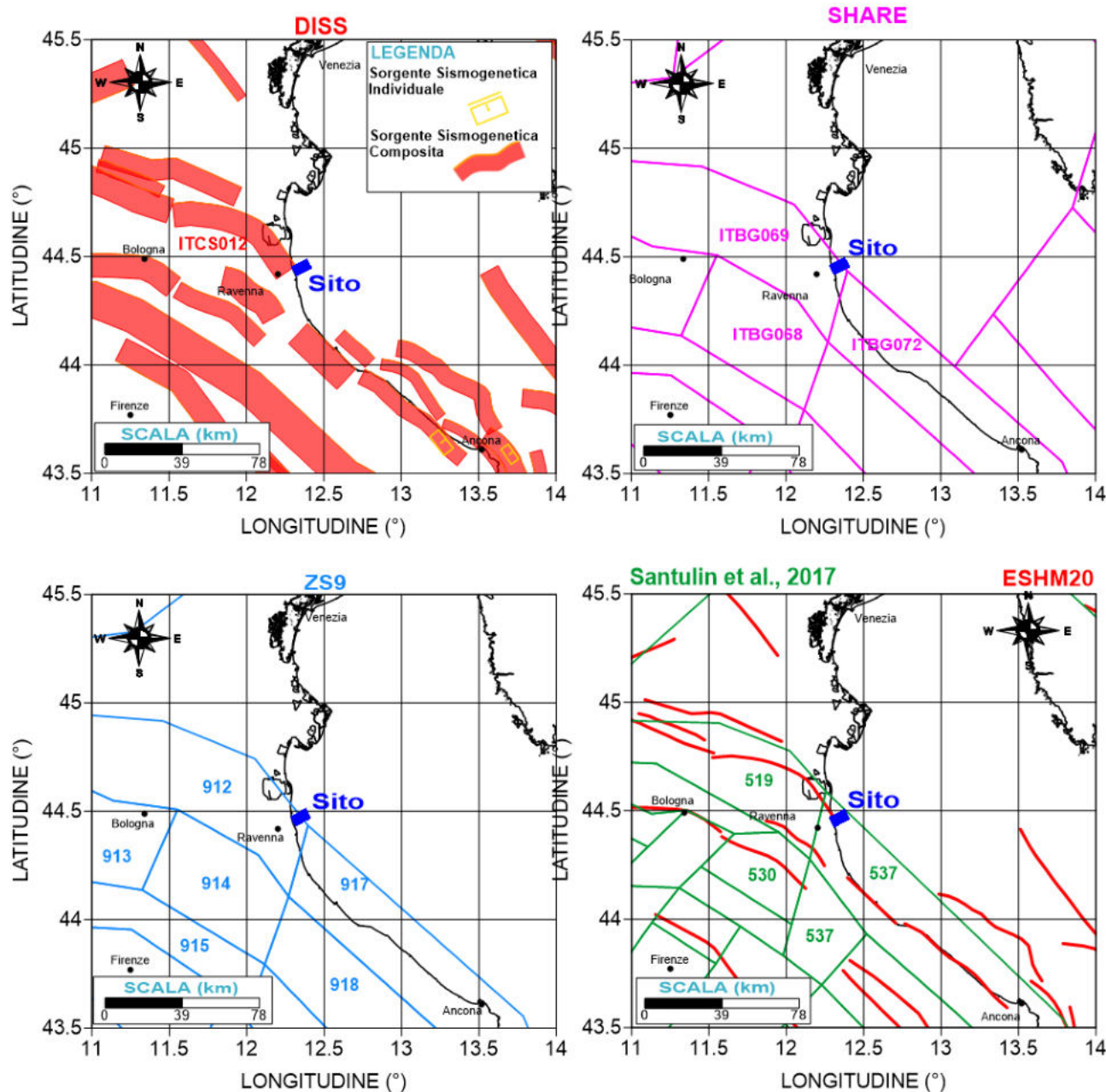
Considerando il modello DISS [5], il percorso proposto ricade solo in minima parte nella sorgente composita ITCS012 (denominata Malalbergo-Ravenna). Tale sorgente, è caratterizzata da strutture fragili, aventi una vergenza prevalentemente N-E e soggette ad un campo di stress tettonico compressivo con movimenti inversi o inverso - trascorrenti, associati ad una attività sismica relativamente frequente.

Secondo il modello ZS9 [7], il sito fa parte della sorgente 912, che, assieme alla 917, rappresenta la porzione esterna della fascia di compressione dell'arco appenninico settentrionale.

Nel modello di Santulin et al. [8], l'area di studio ricade nella sorgente 537 (Adriatic Folds).

	PROGETTISTA		COMMESSA <b>NQ/R22178</b>	UNITA
	LOCALITA'		<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Pag. 10 di 20	Rev. 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1



**Figura 3: Modelli sismotettonici esistenti**

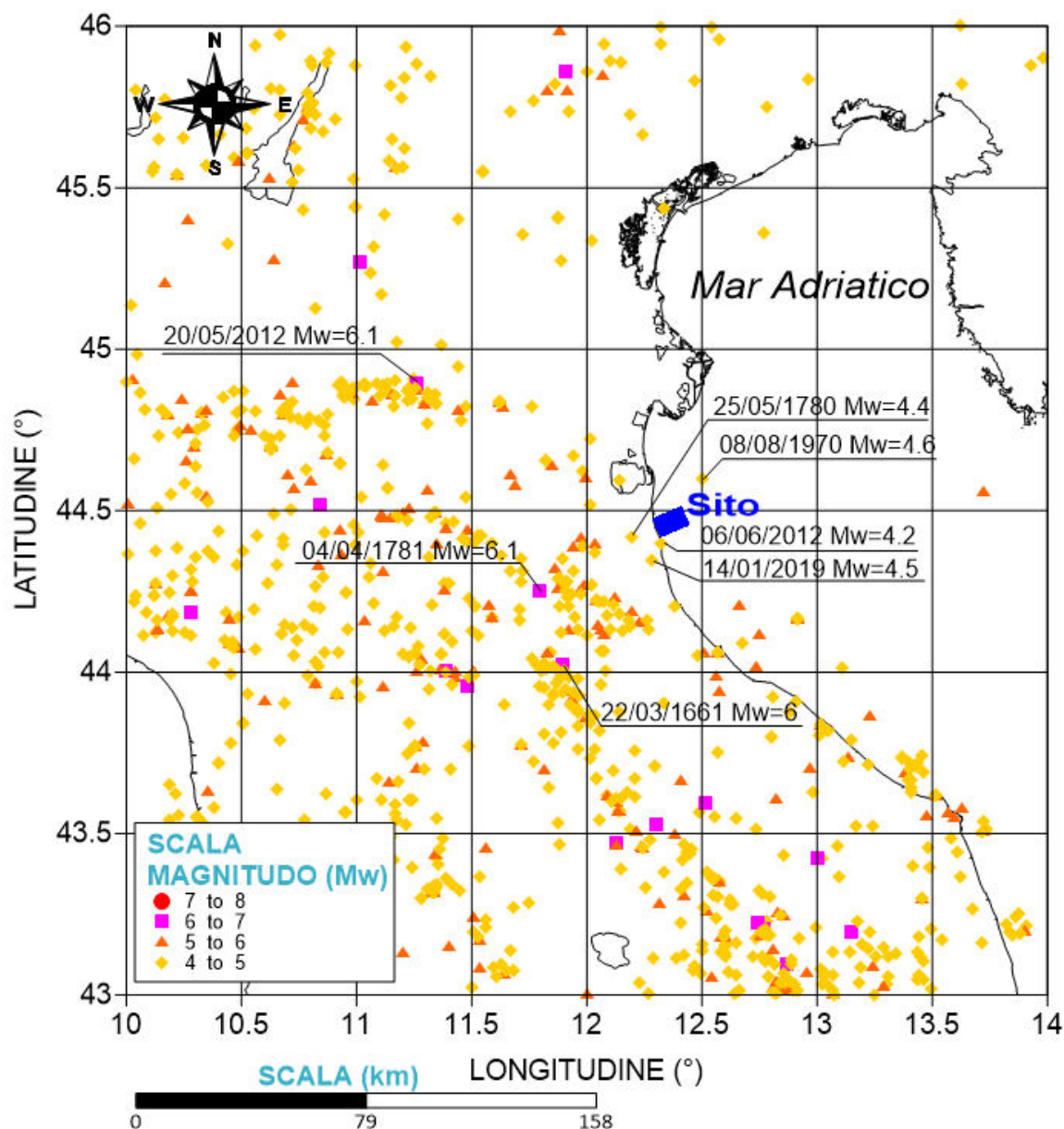
La Figura 4 presenta la distribuzione e la magnitudo dei terremoti in base al Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (versione 4.0 del 2022), considerato il catalogo più aggiornato per il territorio italiano, redatto e rivisto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per eliminare gli eventi fittizi e multipli [10]). Questo catalogo riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  o con magnitudo momento ( $M_w$ )  $\geq 4$  relativi al territorio italiano, nella finestra temporale 1000-2020. La Figura

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

4 mostra come nelle immediate vicinanze (in un raggio di circa 15 km) dell'area di studio si siano verificati alcuni eventi rilevanti ( $M_w > 4$ ), ad esempio l'evento del 6 Giugno 2012 ( $M_w$  4.2) è situato a 2,5 km a sud del sito. Inoltre, ad una distanza di circa 45 km a sudovest rispetto al sito, si è verificato un evento di forte intensità in epoca storica (4 Aprile 1781) nei dintorni di Brisighella con  $M_w$  6.1.

In tempi più recenti, ad una distanza di 100 km a nordovest dal sito, è avvenuto il terremoto del 20 Maggio 2012, presso Finale nell'Emilia, con magnitudo  $M_w$  6.1, facente parte di una sequenza di forti scosse durata 9 giorni.

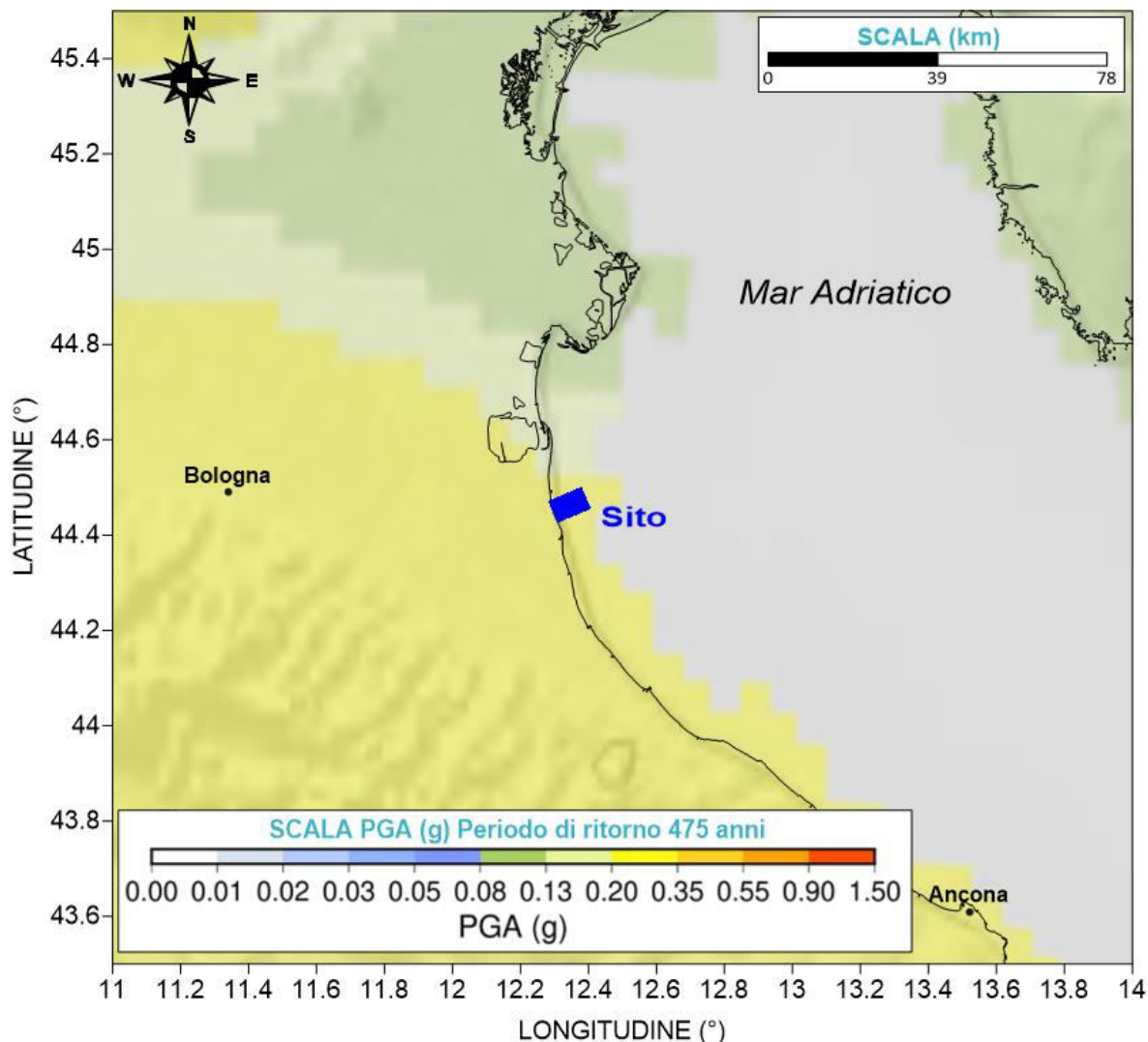


**Figura 4: Catalogo dei terremoti italiani CPT15 dall'anno 1000 al 2020 [10]**

	PROGETTISTA		COMMESSA <b>NQ/R22178</b>	UNITA
	LOCALITA'	<b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 20	Rev. 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

Il progetto GEM (Global Earthquake Model) [11] ha realizzato una mappa di PGA (Peak Ground Acceleration) con valori di accelerazione massima al suolo per un periodo di ritorno di 475 anni che per il sito proposto variano da 0,20 g a 0,35 g (Figura 5).



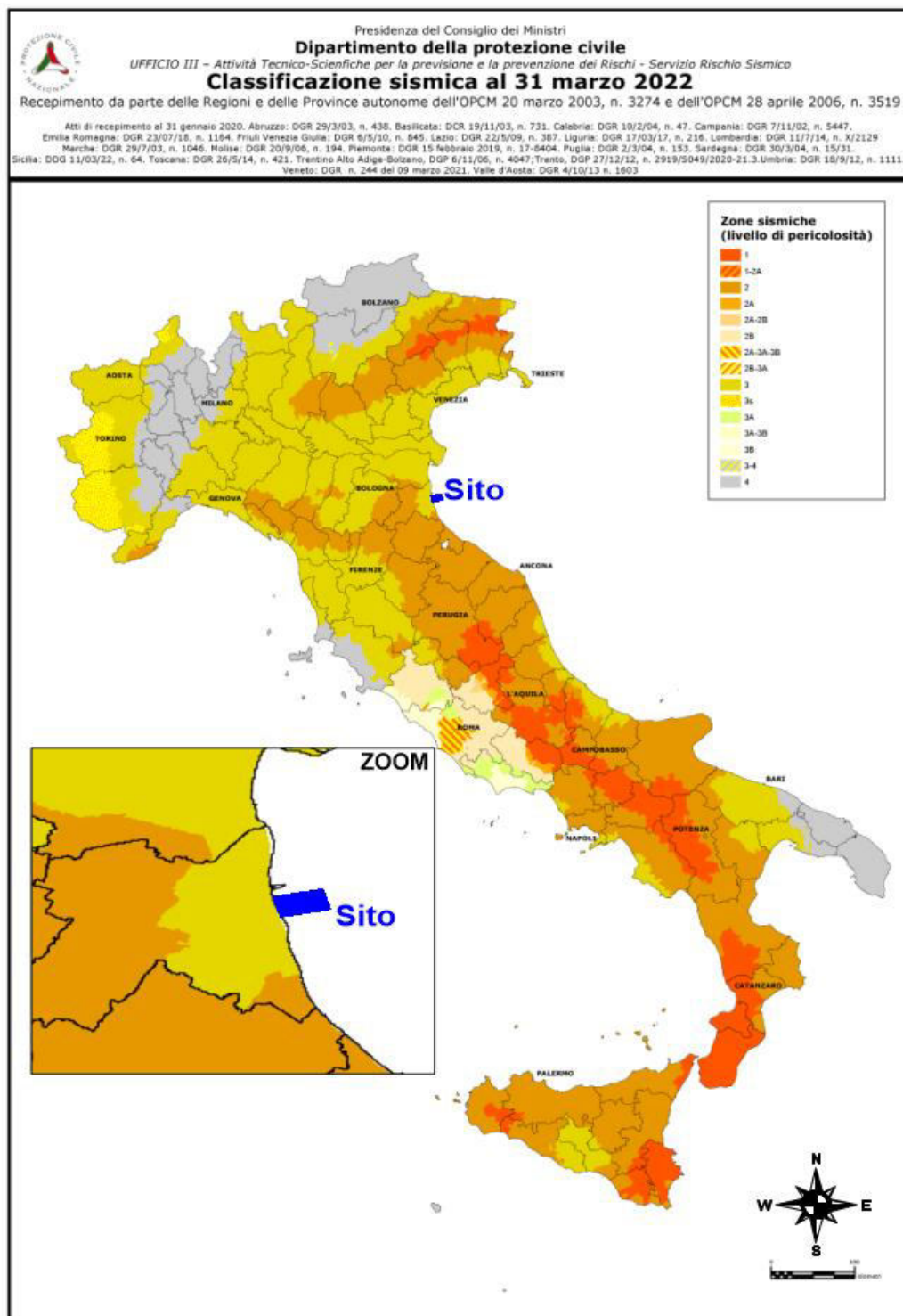
**Figura 5: Valori di PGA di GEM per un periodo di ritorno di 475 anni [10]**

In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri No. 3274 del 2003, con la quale si stabiliscono i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio italiano (livello di pericolosità), l'area in prossimità di Ravenna è classificata (nella zona a terra) come zona 3 (avente accelerazione massima su suolo rigido ( $>800$  ms)  $a_g$  compresa tra 0,05 g e 0,15 g per periodo di ritorno di 475 anni), nella quale la pericolosità sismica risulta bassa, ma può essere soggetta a scuotimenti modesti (Figura 6).



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

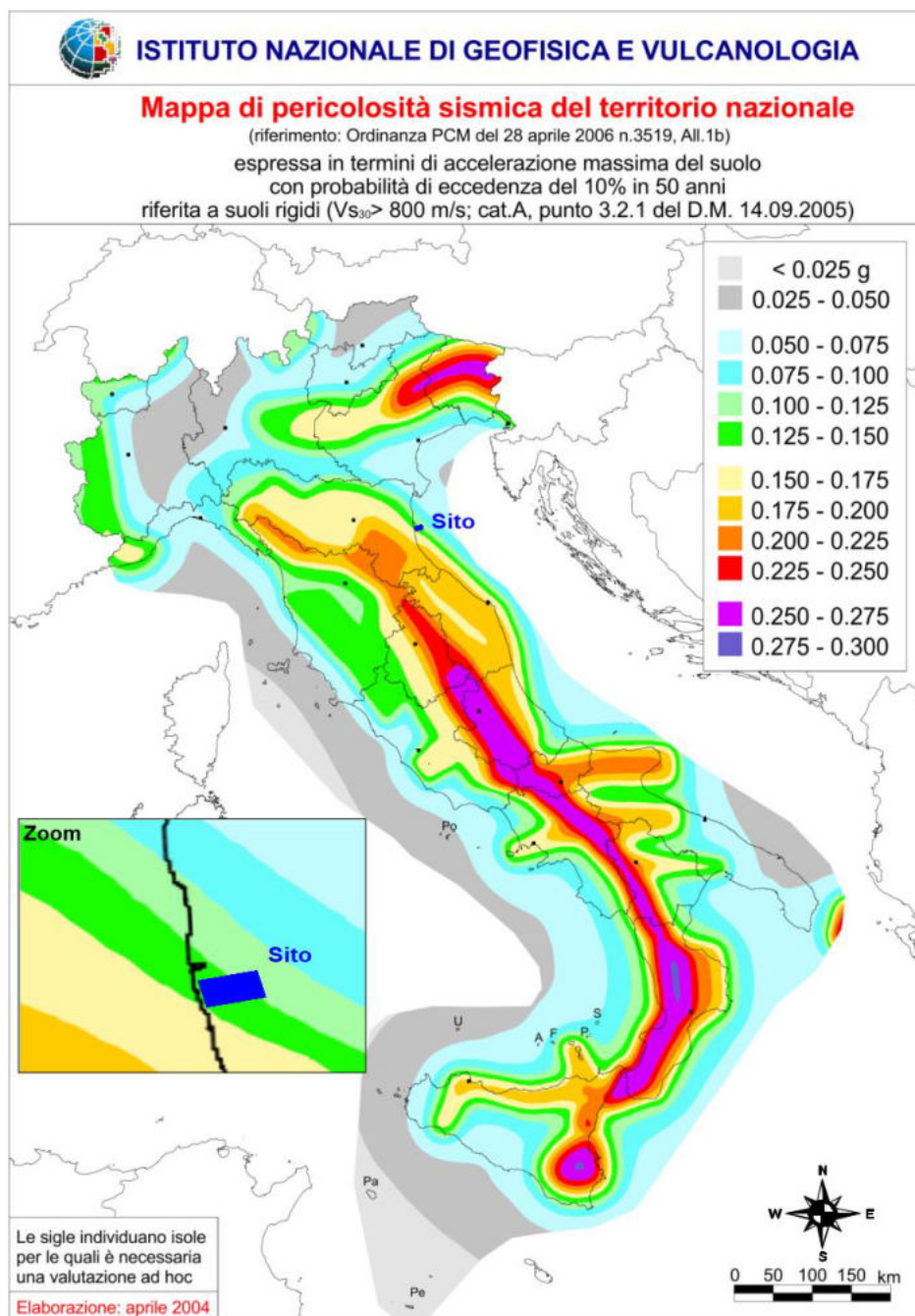


**Figura 6: Classificazione sismica del territorio italiano [12]**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 20	<b>Rev.</b> 1

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

In seno all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri No. 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b, viene individuata la pericolosità sismica di riferimento per tutto il territorio nazionale. La mappa [13], presentata in Figura 7, mostra come l'area di studio a mare ricada in due zone, che combinate hanno un range di accelerazione massima ( $a_g$ ) al suolo compresa tra 0,100 e 0,150 (per un periodo di ritorno di 475 anni).



**Figura 7: Pericolosità sismica nella zona di interesse per periodo di ritorno di 475 anni [13]**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

#### 4 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

L'area di studio si colloca lungo la costa Adriatica romagnola, appena a Sud di Marina di Ravenna. La costa in questo punto si presenta assolutamente pianeggiante, gli unici rilievi costituiti da depositi di dune eoliche e ondulazioni del terreno dovute a terrazzi alluvionali.

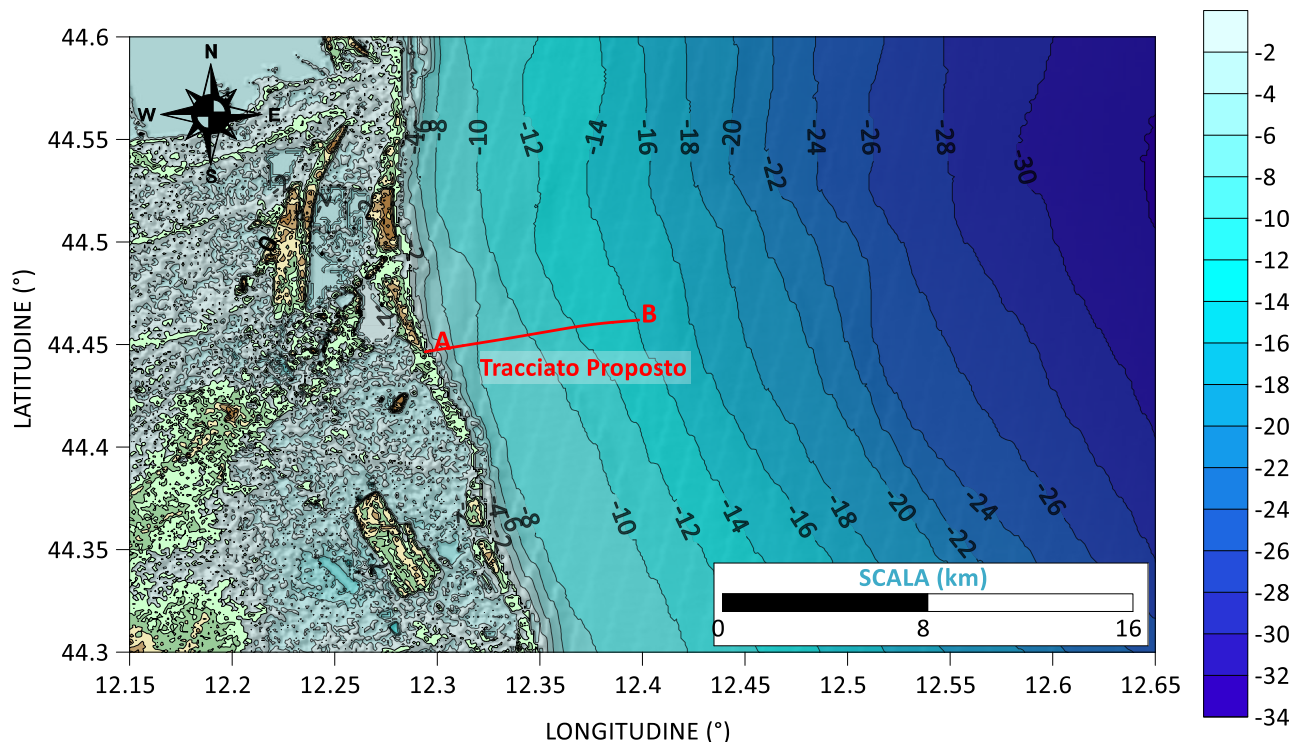
Sono frequenti le aree vadose, lagune salmastre, e altre aree umide, dovute allo scarso gradiente che influenza la corrivazione superficiale.

I molti canali generati dal flusso anastomosato dei fiumi, insieme a quelli di natura antropica, formano una fitta rete che innerva tutta la porzione della piana nell'area di studio.

Nel tratto a mare, un basso gradiente caratteristico della costa occidentale nord-adriatica causa un lento progradare della costa, con pendenze spesso inferiori al grado.

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

Numerose piattaforme per l'estrazione di idrocarburi, inoltre, punteggiano il tratto a mare antistante la zona di studio; al loro intorno, la morfologia del fondale può prevedere delle variazioni locali.

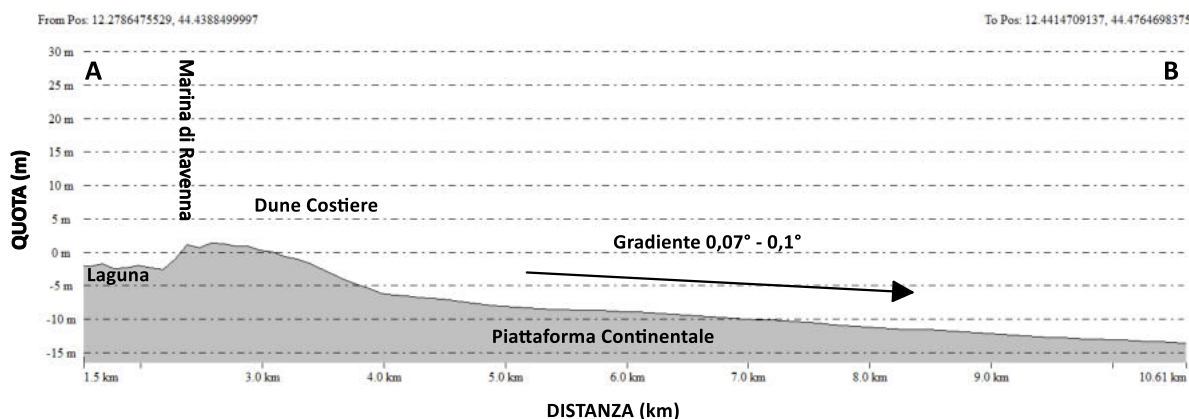


**Figura 8: Carta del Rilievo e della Batimetria della zona di Marina di Ravenna. In rosso indicato il tracciato proposto [14]**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1



**Figura 9: Profilo perpendicolare alla linea di costa, sovrapposto al tracciato proposto [14]**

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Studi sismico-stratigrafici del riempimento di bacino del Nord-Adriatico testimoniano cambiamenti frequenti e ripetuti dell'apporto sedimentario, dello stile di deposizione e della direzione di progradazione durante la traslazione verso Est della catena appenninica durante il Pliocene e il Quaternario [15]. Durante l'ultimo picco glaciale (LGM: Last Glacial Maximum), le maggiori unità di progradazione sono state costituite da sedimenti provenienti da nord dall'azione combinata della Pianura del Po (principale asse sedimentario del bacino) e numerosi bacini di drenaggio coalescenti che drenano la porzione appenninica in sollevamento. Oltre all'apporto eustatico, tre fattori sono stati cruciali durante i cicli marini tardo-Quaternari: 1) cambiamenti di breve termine nell'apporto sedimentario, 2) cambiamenti in dimensioni e forma del bacino, e 3) cambiamenti del grado di connessione al resto del bacino del Mediterraneo.

Le curve batimetriche regionali mostrano che durante la parte iniziale del sollevamento del livello eustatico occorsa al termine dell'ultimo picco glaciale, il bacino Adriatico era connesso al resto del Mediterraneo tramite una stretta soglia; questo canale era probabilmente inferiore ai 50m di profondità e non permetteva uno scambio completo delle masse d'acqua di media e alta profondità [16]. Una delle conseguenze di questo confinamento morfologico è la scarsità o, in alcuni casi, l'assenza di foraminiferi planctonici durante l'ultimo picco glaciale. Con l'instaurarsi del nuovo livello marino al termine del LGM (Last Glacial Maximum), solo un settimo dell'attuale bacino era coperto dalle acque, mentre la gran parte era emerso [16]. Durante il Quaternario, il bacino Adriatico veniva riempito principalmente da nordovest, dal Po e dai fiumi appenninici, in direzione assiale, come testimoniato da studi di sismica a riflessione. La deposizione seguente alla risalita del livello dei mari nel tardo Quaternario ha dato origine ad un cuneo di sedimenti parallelo alla costa, centrato sulla porzione interna della piattaforma sul lato occidentale del bacino; questo prisma Olocenico ha uno spessore di circa 25km e si può correlare verso mare con un sottile banco di argille di meno di 2m di spessore in gran parte del bacino.

Per definire nel dettaglio le caratteristiche geotecniche del terreno nell'area d'indagine sono stati consultati sia i dati bibliografici generali sull'area di Ravenna, sia i portali di enti locali (ARPA Emilia Romagna, database del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

Regione Emilia Romagna, Geoportale Adriatico Ionico GAIR), oltre a precedenti progetti eseguiti nell'area da parte di RINA e della Committenza.

Il dettaglio stratigrafico in corrispondenza dell'area di studio può essere dato dalla stratigrafia del terreno rilevato per le numerose opere a mare che si trovano al largo di Marina di Ravenna.

In particolare, dalla zona di Punta Marina, dalla costa per poco più di un km verso mare, i depositi superficiali sono costituiti da sabbia a granulometria medio-fine; mentre nel tratto fino al pontile esistente (da 1km a circa 8km dalla costa), la taglia granulometrica è caratterizzata da argille limose e limi dotati di bassa consistenza.

La copertura sabbiosa tende ad assottigliarsi andando dalla costa verso il largo.

Nel tratto che va da circa un km a mare, fino al pontile esistente, la successione stratigrafica superficiale si dimostra regolare, costituita da una serie di intercalazioni orizzontali ad alternanze argilloso-sabbiose, con spessori variabili tra 40 e 60cm. Questa fitta alternanza di sabbie e argille sedimentate in condizioni di mare basso, si estende fino ai 16-19m di profondità al di sotto del fondale, con la parte più superficiale spesso costituita da limi argillosi con percentuali di sabbia variabili, spesso organizzati in lenti di pochi decimetri di spessore. Alcuni livelli limosi di maggiore spessore possono essere individuati rispettivamente intorno ai 5 e ai 10 m di profondità al di sotto del fondale.

La caratteristica morfologia ondulata e localmente irregolare di questo livello sommitale indica con tutta probabilità l'esposizione agli agenti subaerei durante la regressione marina legata all'ultimo picco glaciale.

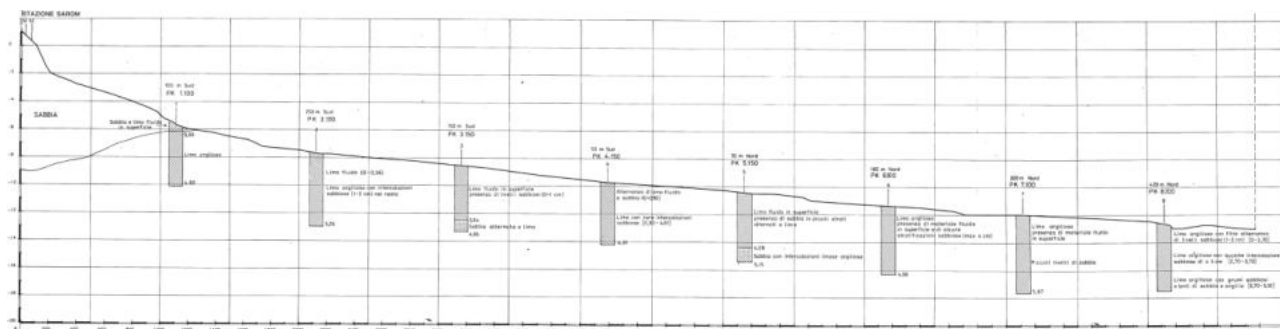
Al di sotto di questo livello sommitale, la stratigrafia si presenta più accidentata e, sebbene si mantenga la sua continuità laterale, la successione non possiede la caratteristica giacitura pianoparallela degli orizzonti superiori, specie nella porzione compresa tra 8 – 10 m e 30 m al di sotto del fondale, organizzata in strati da spessori e geometrie variabili (Figura 10) [17].

Al di sotto dell'orizzonte posto a 30 m di profondità, e fino a 60 – 70 m di profondità, è evidente una stratificazione sub-orizzontale ben marcata, costituita da strati argilloso-limosi e sabbiosi dotati di spessore compreso tra 70 e 90 cm.

Va inoltre notato che numerosi profili sismici realizzati nella zona identificano sacche di gas interstiziale di neoformazione attestato al di sotto di livelli argillosi intorno a profondità di 17 – 20m dal fondale marino, specie nell'area del pontile. Gli studi geofisici, tuttavia, escludono la presenza di fratture o faglie nella medesima zona alle profondità indagate [1].

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1



**Figura 10: Sezione di Posizionamento Carotaggi Geotecnici, da [17], Ritaglio**

**Tabella 1: Caratteristiche Geotecniche dei Suoli, da [17]**

Litologia	Sabbia	Limo e Argilla Limosa						
N° Sondaggio	1	2	3	4	5	6	7	8
N° Campione	1	1	1	1	1	1	1	1
Profondità (m)	2,85	2,10	2,90	2,80	2,80	2,70	2,35	3,20
Contenuto d'Acqua %	42,33	44,32	42,83	50,68	37,26	43,80	43,76	42,75
Limite Liquido %	47,09	45,68	46,41	52,85	43,95	52,84	57,58	52,85
Limite Plastico %	19,60	20,64	22,68	21,04	22,71	25,23	26,67	27,78
Indice di Plasticità %	27,49	25,04	23,73	31,81	21,24	27,61	30,91	25,07
Peso di Volume $\gamma_n$ gr/cm <sup>3</sup>	1,86	1,88	1,88	1,86	1,91	1,88	1,77	1,85
Peso di Volume Secco $\gamma_d$ gr/cm <sup>3</sup>	1,31	1,31	1,32	1,23	1,39	1,31	1,23	1,30
Peso Specifico Solido $\gamma_s$ gr/cm <sup>3</sup>	2,58	2,60	2,59	2,58	2,58	2,58	2,59	2,59
Densità alla Liquefazione $\gamma_s$ gr/cm <sup>3</sup> (W0,01)	1,75	1,77	1,75	1,69	1,76	1,71	1,67	1,70
Angolo di Attrito Interno $\phi$ Gradi	5°04'	9°18'	8°05'	7°58'	8°09'	5°38'	4°21'	4°12'
Coesione Cu Kg/cm <sup>2</sup>	0,151	0,061	0,040	0,077	0,045	0,092	0,083	0,083
Coefficiente Attrito Tubo-Fondo	1,1	0,7						

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITA</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

## REFERENZE

- [1] Doglioni, C., 1994, "Foredeep versus Subduction Zones", *Geology*, Vol. 22, No. 3, pp. 271-274
- [2] Doglioni, C., F. Mongelli and P. Pieri, 1994, "The Puglia Uplift (SE Italy): An Anomaly in the Foreland of the Apenninic Subduction due to Buckling of a Thick Continental Lithosphere", *Tectonics*, Vol. 13, pp.1309-1321.
- [3] Royden, L., E. Patacca and P. Scandone, 1987, "Segmentation and Configuration of Subducted Lithosphere in Italy: An Important Control on Thrust-Belt and Foredeep-Basin Evolution", *Geology*, Vol.15, pp. 714-717.
- [4] Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), 1992, "Structural Model of Italy and Gravity Map", Progetto Finalizzato Geodinamica Quaderni de "La Ricerca Scientifica", Vol. 3, No. 114.
- [5] DISS Working Group, 2021, "Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.0.0: A Compilation of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy and Surrounding Areas", Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>
- [6] Arvidsson, R. e G. Grunthal, 2010, "Compilation of Existing Regional and National Seismic Sources", SHARE Project Deliverable D3.1, 19pp.
- [7] Meletti, C., F. Galadini, G. Valensise, M. Stucchi, R. Basili, S. Barba, G. Vannucci e E. Boschi, 2008, "A Seismic Source Zone Model for the Seismic Hazard Assessment of the Italian Territory", *Tectonophysics*, Vol. 450, pp. 85-108.
- [8] Santulin, M., A. Tamaro, A. Rebez, D. Slejko, F. Sani, L. Martelli, M. Bonini, G. Corti, M.E. Poli, A. Zanferrari, A. Marchesini, M. Buseti, M. Dal Cin, D. Spallrossa, S. Barani, D. Scafidi, G. Barreca e C. Monaco, 2017, "Seismogenic Zonation as a Branch of the Logic Tree for the New Italian Seismic Hazard Map-MPS16: A Preliminary Outline", *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata*, Vol. 58, pp. 313-342.
- [9] Basili, R., L. Danciu, M.M.C. Carafa, V. Kastelic, F.E. Maesano, M.M. Tiberti, R. Vallone, E. Gracia, K. Sesetyan, J. Atanackov, B. Sket-Motnikar, P. Zupančič, K. Vanneste e S. Vilanova, 2020, "Insights on the European Fault-Source Model (EFSM20) as input to the 2020 update of the European Seismic Hazard Model (ESHM20)", <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-7008>
- [10] Rovida, A., M. Locati, R. Camassi, B. Lolli, P. Gasperini e A. Antonucci, 2022, "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0", Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>
- [11] Pagani, M., J. Garcia-Pelaez, R. Gee, K. Johnson, V. Poggi, R. Styron, G. Weatherill, M. Simionato, D. Viganò, L. Danciu e D. Monelli, 2018, Global Earthquake Model (GEM) Seismic Hazard Map (version 2018.1), DOI:10.13117/GEM-GLOBAL-SEISMIC-HAZARD-MAP-2018.1

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NQ/R22178</b>	<b>UNITÀ</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>RAVENNA</b>	<b>REL-CGB-E-09011</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> FSRU di Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 20	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. RINA: P0031312-6-2-H1

[12] Dipartimento della Protezione Civile, 2021, “Classificazione Sismica al 30 Aprile 2021”, <https://rischi.protezionecivile.gov.it/static/e7312a649afd22a33cab15408e16ccbd/mappa-classificazione-sismica-aprile-2021-provincia.pdf>

[13] Stucchi, M., C. Meletti, V. Montaldo, A. Akinci, E. Faccioli, P. Gasperini, L. Malagnini e G. Valensise, 2004, “Pericolosità Sismica di Riferimento per il Territorio Nazionale MPS04”, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), <https://doi.org/10.13127/sh/mps04/ag>

[14] EMODnet Bathymetry Consortium, 2020, EMODnet Digital Bathymetry (DTM), <https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>

[15] Ciabatti M., P. V. Curzi and F. Ricci Lucchi, 1987, “Quaternary Sedimentation in the Central Adriatic Sea”, Giornale di Geologia, Vol. 49, pp. 113-125.

[16] Trincardi F., A. Asioli, A. Cattaneo, A. Correggiari, L. Vigliotti and C.A. Accorsi, 1996, “Transgressive Offshore Deposits on the Central Adriatic Shelf: Architecture Complexity and the Record of the Younger Dryas Short-Term Event”, Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, Vol. 9.

[17] Snamprogetti, “Rapporto Geomorfologico”, Oleodotto Ravenna Porto Tolle – Condotte Sottomarine, SPC. ZA-E-70009, Commessa 435 909, 4/9/1984.