

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50) FRSU ALTO TIRRENO E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE


Marco Compagnino

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
1	EMISSIONE (documenti revisionato dove indicato in rosso)	RINA Consulting	L. Volpi	M. Compagnino	Marzo 2024
0	EMISSIONE	F. Montani	L. Volpi	M. Compagnino	Giugno 2023

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

INDICE

1.	INTRODUZIONE	10
1.1.	Premessa	10
1.2.	Soluzione Proposta	10
1.3.	Struttura del Documento	11
2.	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	14
2.1.	Caratteristiche generali del Progetto	14
2.2.	Fasi Realizzative	15
2.2.1.	Sistema di Ormeaggio e Subsea facilities	15
2.2.2.	Realizzazione dell'approdo costiero	29
2.2.2.1.	Microtunnel	29
2.2.2.2.	Pozzo di uscita a mare	30
2.2.3.	Posa della Condotta Sottomarina	32
2.2.3.1.	Tiro a terra Condotta	32
2.2.3.2.	Posa della Condotta lungo il Tracciato	33
2.2.3.3.	Interro della Condotta	33
2.2.3.4.	Installazione Cavo Sottomarino a Fibra Ottica (FOC)	34
2.2.3.5.	Descrizione area cantiere a terra e pozzo di spinta35	
2.2.4.	Tracciati a Terra e Impianti	35
2.2.5.	Tratto in dismissione	54
2.2.6.	Pre-Commissioning	55
2.2.7.	Commissioning	57
2.2.1.	Avviamento	58
2.2.2.	Inserimento in gas	58
2.2.3.	Cronoprogramma	59
2.3.	Fase di Esercizio	61
2.3.1.	Il Terminale FSRU	61
2.3.1.1.	Caratteristiche della FSRU	62

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.3.1.2.	Sistema di ormeggio della FSRU	65
2.3.1.3.	Manifold Sottomarino (PLEM)	69
2.3.2.	Opere Connesse	70
2.3.2.1.	Linea a mare (sealine)	71
2.3.2.2.	Approdo costiero	72
2.3.2.3.	Cavo a Fibra Ottica (FOC) sottomarino	73
2.3.2.4.	Progetto FRSU Alto Tirreno e collegamento a Rete Nazionale Gasdotti (tratti a terra)	73
2.4.	Fase di Decommissioning – Fine Esercizio della FSRU	78
2.4.1.	Dismissione dell’Opera	79
2.4.2.	Ripristino del Sito	79
2.4.3.	Fine Esercizio del Gasdotto	80
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	82
4.	DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	85
4.1.	Obiettivi del Monitoraggio	85
4.2.	Criteri metodologici	86
4.3.	Fasi di Monitoraggio	86
4.4.	Aree di Monitoraggio	87
4.5.	Monitoraggio dei Fattori Ambientali/Agenti Fisici di Interesse	87
4.6.	Metodologie di Controllo Qualità, Validazione, Analisi ed Elaborazione dei Dati	88
5.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ATMOSFERA	90
5.1.	Finalità del Monitoraggio	90
5.2.	Individuazione delle aree da monitorare	90
5.2.1.	Monitoraggio della qualità dell’aria	90
5.2.2.	Monitoraggio polveri aerodisperse	91
5.2.3.	Monitoraggio materiali fibrosi naturali (amianto)	92
5.2.4.	Monitoraggio emissioni fuggitive	93

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5.3.	Parametri Analitici	93
5.3.1.	Monitoraggio della qualità dell'aria	93
5.3.2.	Monitoraggio polveri aerodisperse	94
5.3.3.	Monitoraggio materiali fibrosi naturali (amianto)	94
5.3.4.	Monitoraggio emissioni fuggitive	95
5.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	95
6.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ACQUE SUPERFICIALI INTERNE E SOTTERRANEE	97
6.1.	Acque Superficiali Interne	97
6.1.1.	Finalità del Monitoraggio	97
6.1.2.	Individuazione delle aree da monitorare	97
6.1.3.	Metodologia di rilevamento	98
6.1.4.	Saggi Ecotossicologici	103
6.1.5.	Articolazione temporale del monitoraggio	103
6.2.	Acque Sotterranee	104
6.2.1.	Finalità del Monitoraggio	104
6.2.2.	Individuazione delle aree da monitorare	104
6.2.3.	Metodologia di rilevamento	107
6.2.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	108
7.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – SUOLO E SOTTOSUOLO	109
7.1.	Finalità del Monitoraggio	109
7.2.	Individuazione delle aree da monitorare	109
7.3.	Metodologia di rilevamento	120
7.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	122
8.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RUMORE E VIBRAZIONI	124
8.1.	Rumore	124
8.1.1.	Finalità del monitoraggio	124
8.1.2.	Individuazione delle aree da monitorare	124

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

8.1.3.	Metodologia di rilevamento	131
8.1.3.1.	Strumentazione di misura	131
8.1.3.2.	Indicatori acustici	131
8.1.3.3.	Condizionamento meteorologico e stagionale	132
8.1.3.4.	Ulteriori indicatori della misura	132
8.1.3.5.	Ulteriori attività e verifiche procedurali e gestionali	133
8.1.4.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	133
8.2.	Vibrazioni	134
8.2.1.	Finalità del monitoraggio	134
8.2.2.	Individuazione delle aree da monitorare	134
8.2.3.	Metodologia di rilevamento	139
8.2.3.1.	Strumentazione di misura	139
8.2.3.2.	Indicatori vibrazionali	140
8.2.3.3.	Condizionamento meteorologico e stagionale	141
8.2.3.4.	Ulteriori indicatori della misura	141
8.2.3.5.	Ulteriori attività e verifiche procedurali e gestionali	141
8.2.4.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	142
9.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – BIODIVERSITÀ TERRESTRE	143
9.1.	Finalità del monitoraggio	143
9.2.	Individuazione delle aree da monitorare	143
9.3.	Metodologia di rilevamento	151
9.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	165
9.5.	Restituzione dei dati	166
10.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – PAESAGGIO	168
10.1.	Finalità del Monitoraggio	168
10.2.	Individuazione delle aree da monitorare	168
10.3.	Metodologia di Rilevamento	169

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

10.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	169
11.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – CARATTERISTICHE METEO MARINE	170
11.1.	Finalità del Monitoraggio	170
11.2.	Individuazione delle aree da monitorare tramite ADCP	170
11.3.	Sistema di Rilevamento in continuo	170
11.4.	Articolazione temporale del monitoraggio	173
12.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – MATRICE COLONNA D'ACQUA	174
12.1.	Finalità del Monitoraggio	174
12.2.	Individuazione delle aree da monitorare	174
12.3.	Profili Idrologici	176
12.4.	Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche	177
12.4.1.	Analisi Fisiche	177
12.4.2.	Analisi Chimiche	177
12.4.3.	Analisi Microbiologiche	184
12.5.	Saggi Ecotossicologici	184
12.6.	Popolamenti Planctonici	185
12.7.	Torbidità	186
12.8.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	187
12.9.	Monitoraggio delle Schiume	187
13.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – SEDIMENTI MARINI	192
13.1.	Finalità del Monitoraggio	192
13.2.	Individuazione delle aree da monitorare	192
13.3.	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dei sedimenti	193
13.3.1.	Analisi granulometriche	193
13.3.2.	Analisi chimiche	193
13.3.3.	Analisi Microbiologiche	198

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

13.4.	Saggi ecotossicologici sui sedimenti	198
13.5.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	199
14.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – COMUNITÀ BENTONICHE	200
14.1.	Finalità del Monitoraggio	200
14.2.	Popolamenti Macrobentonici di Fondo Mobile	200
14.2.1.	Individuazione delle aree da monitorare	201
14.2.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	201
14.2.3.	Articolazione temporale del monitoraggio	201
14.3.	Praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	202
14.3.1.	Individuazione delle Aree da Monitorare	202
14.3.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	203
14.3.3.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	205
14.4.	Praterie di <i>Cymodocea nodosa</i>	205
14.4.1.	Individuazione delle Aree da Monitorare	205
14.4.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	206
14.4.3.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	207
14.5.	Coralligeno	207
14.5.1.	Individuazione delle Aree da Monitorare	207
14.5.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	209
14.5.3.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	213
14.6.	Grotte Marine	213
14.6.1.	Individuazione delle Aree da Monitorare	214
14.6.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	214
14.6.3.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	215
14.7.	Specie Aliene	215
14.7.1.	Individuazione delle Aree da Monitorare	216

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.7.2.	Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori	216
14.7.3.	Articolazione Temporale del Monitoraggio	216
15.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RISORSE ALIEUTICHE	217
15.1.	Finalità del Monitoraggio	217
15.2.	Individuazione delle aree da monitorare	217
15.3.	Tipologia di Pesca e Pescato dell'Area di Interesse	217
15.4.	Metodologia di Monitoraggio	217
15.5.	Articolazione temporale del monitoraggio	218
16.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – BIOACCUMULO E BIOMARKERS	219
16.1.	Finalità del Monitoraggio	219
16.2.	Individuazione delle aree da monitorare	219
16.3.	Bioaccumulo	219
16.4.	Biomarkers	221
16.5.	Parametri Analitici	224
16.6.	Articolazione temporale del monitoraggio	229
17.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – AVIFAUNA MARINA	231
17.1.1.	Finalità del Monitoraggio	231
17.1.2.	Individuazione delle aree da monitorare	231
17.1.3.	Metodologia di Monitoraggio	231
17.1.4.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	231
18.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – MAMMIFERI E RETTILI MARINI	233
18.1.	Finalità del Monitoraggio	233
18.2.	Individuazione delle aree da monitorare	233
18.3.	Metodologia di Monitoraggio	236
18.3.1.1.	Monitoraggio Visivo a Mare	236

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

18.3.1.2.	Monitoraggio Acustico Passivo	241
18.3.2.	Misure di Mitigazione	243
18.3.3.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	244
19.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RUMORE SOTTOMARINO	245
19.1.	Finalità del Monitoraggio	245
19.2.	Individuazione delle aree da monitorare	245
19.3.	Strumentazione	246
19.4.	Metodologia di Analisi	247
19.5.	Durata e Frequenza del Monitoraggio	250
20.	MODALITÀ E RESTITUZIONE DEI DATI	251
20.1.	Restituzione dei dati rilevati	251
20.2.	Documentazione da produrre	251
21.	GESTIONE DELLE ANOMALIE	253
22.	SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	254

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

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, Snam FSRU Italia, società controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha ottenuto in data 25/10/2022 l'autorizzazione unica per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino, tramite l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente (di seguito l'**"Autorizzazione Unica"**).

L'Autorizzazione Unica, al punto 10, ha prescritto di presentare, entro 45 giorni dalla pubblicazione della Ordinanza medesima sul Bollettino Regionale della Toscana, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in sito off-shore, nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU stessa dal porto di Piombino decorso il suddetto termine di tre anni. Con successive Ordinanze di proroga, il predetto termine è stato fissato al 26 Giugno 2023.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno, di cui il presente documento è parte integrante insieme ai suoi allegati, illustra la soluzione sviluppata dagli ingegneri e specialisti incaricati da Snam per il ricollocazione della FSRU TUNDRA per i successivi 22 anni una volta lasciato il porto di Piombino.

1.2. Soluzione Proposta

L'analisi ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non rinvenendosi in nessun altro porto le seguenti caratteristiche peculiari di Piombino, quali: (i) una banchina idonea per geometria e capacità strutturali, (ii) un pescaggio del porto ovunque maggiore di 15 m, (iii) un punto di ingresso nella Rete nazionale Gasdotti ad una distanza ragionevole ed in grado di ricevere l'incremento di portata previsto (i.e., 5 miliardi di metri cubi/anno).

La ricerca della soluzione si è indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza di tre requisiti essenziali: (i) il collegamento in un punto della Rete Nazionale in grado di ricevere la portata prevista, (ii) la fattibilità tecnica, urbanistica ed ambientale del tracciato della condotta a mare ed a terra, (iii) la capacità della FSRU di svolgere con continuità il servizio di rigassificazione rispetto alle condizioni meteomarine attese nel sito prescelto.

I requisiti sopra richiamati hanno portato a selezionare un sito offshore a 3 km dalla costa ligure di ponente di fronte a Vado Ligure (SV) potendo sia evitare le rotte di ingresso/uscita del traffico navale che sfruttare l'approdo a terra in corrispondenza dell'area industriale di Tirreno Power.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

1.3. Struttura del Documento

Il presente documento costituisce la proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) che illustra i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il Monitoraggio Ambientale (MA) del progetto "FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti" in oggetto.

Il PMA, in base all'art. 28 del D. Lgs 152/2006 e s.m.i., rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto. Inoltre, ai sensi dell'art. 22 comma 3 lettera e) e dell'articolo 25 comma 4 lettera c) del D. Lgs 152/2006 e s.m.i., il Monitoraggio Ambientale (MA) costituisce lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di esecuzione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (Proponente, Autorità Competenti) di attivare tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano appropriate alle previsioni effettuate.

Il PMA proposto è stato predisposto secondo quanto indicato nelle Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale (SNPA n. 28/2020, Maggio 2020), nelle quali si rimanda al principale documento guida a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM, oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, MASE), rappresentato dalle indicazioni operative contenute nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)" con la collaborazione dell'ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Il documento rappresenta l'aggiornamento delle esistenti "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443) – Rev.2 del 23 Luglio 2007", e risulta così strutturato:

- Capitoli da 1 a 5: indirizzi Metodologici Generali – Rev. 1 del 16 Giugno 2014;
- Capitolo 6: indirizzi Metodologici Specifici per i seguenti fattori (fattori ambientali e agenti fisici):
 - Atmosfera (Capitolo 6.1 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 16 Giugno 2014,
 - Ambiente Idrico (Capitolo 6.2 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 17 Giugno 2015,
 - Agenti Fisici – Rumore (Capitolo 6.5 delle Linee Guida) – Rev. 1 del 30 Dicembre 2014.

Le Linee Guida hanno lo scopo di individuare, in via preliminare, i seguenti principali fattori sulla base della stima e valutazione degli impatti eseguita nello Studio di Impatto Ambientale:

- le componenti ambientali oggetto di attività di Monitoraggio Ambientale (MA);
- le fasi di attuazione del MA;
- i criteri di selezione dei punti di MA;
- le metodologie e tipologie di MA applicate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il presente documento si configura come uno strumento flessibile e dinamico che può essere soggetto a revisioni e aggiornamenti in occasione di modifiche significative dell'impianto, nonché a seguito di indicazione da parte degli Enti preposti al controllo.

Nello specifico, la revisione 1 del documento è stata elaborata in seguito alle richieste di integrazioni degli Enti e in particolare, in seguito alle indicazioni fornite da ISPRA.

La presente revisione del documento tiene conto delle varianti apportate per accogliere le richieste provenienti dal territorio e delle ottimizzazioni progettuali fatte sul punto di ormeggio e sul tracciato della condotta a mare a seguito dei risultati della campagna di rilievi ROV condotta sul fondale marino per mappare le biocenosi (Rif. REL-AMB-E-00001_r1 Appendice B).

In particolare, il punto di ormeggio della FSRU è stato traslato di circa 150 m verso ponente, pur restando pienamente all'interno dell'area di ormeggio Charlie, così come una lieve riposizionamento è stato fatto anche sulla linea a mare rispetto alla posizione di ottobre 2023 (Rif. REL-100-E-00100_r1 - Relazione Tecnica del Progetto Offshore e DWG-100-D-00120_r1 - Planimetria generale).

Riguardo il tratto a terra, le principali variazioni, rispetto al tracciato dell'ottobre 2023 (Rif. REL-FTE-E-11000_r1 - Relazione Tecnica del Progetto Condotta Onshore) riguardano il riposizionamento dell'impianto PDE. Con riferimento a quest'ultimo, anche in questo caso, il Proponente ha raccolto le richieste del Comune di Quiliano ed ha previsto lo spostamento dell'impianto PDE dalla ubicazione prevista in località Gagliardi (Rif. documentazione progettuale sottomessa dal Proponente con istanza al Commissario Straordinario in data 24.06.2023) alla nuova posizione posta circa 300 m più a nord sempre in Comune di Quiliano. Come illustrato nella Relazione Generale di Progetto (Rif. Doc. REL-000-E-00010), la nuova posizione del PDE è stata accompagnata anche dalla drastica riduzione della superficie impiantistica (circa 47%), avendo eliminato la parte di impianto dedicata alla correzione dell'Indice di Wobbe (IW), nonché da una nuova filosofia di trasporto che prevede una unica condotta DN 750(30") tra l'impianto PDE e l'impianto trappole di Cairo Montenotte in luogo di due bretelle DN 650 (26") previste inizialmente.

Nel seguito saranno pertanto illustrate le attività di monitoraggio finalizzate ad assicurare il controllo sui potenziali impatti sull'ambiente, derivanti dallo svolgimento delle attività di cantiere ed esercizio.

Sulla base di quanto sopra, il PMA prevede che le attività di monitoraggio proposte siano svolte in tutte le seguenti fasi:

- fase ante-operam (AO), prima della fase esecutiva dei lavori;
- fase in corso d'opera (CO), durante la realizzazione delle opere;
- fase post-operam (PO), dopo il completamento delle attività di cantiere e durante la fase di esercizio.

Oltre alla presente Introduzione, il documento risulta così strutturato:

- Capitolo 2: Sintesi dei principali aspetti progettuali;
- Capitolo 3: Riferimenti normativi e bibliografici;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Capitolo 4: Individuazione delle componenti ambientali oggetto del monitoraggio;
- Capitolo 5: Descrizione delle Modalità di monitoraggio - Atmosfera;
- Capitolo 6: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Acque Superficiali Interne e Sotterranee;
- Capitolo 7: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Suolo e Sottosuolo;
- Capitolo 8: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Rumore;
- Capitolo 9: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Biodiversità Terrestre;
- Capitolo 10: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Paesaggio;
- Capitolo 11: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Caratteristiche Meteo-Marine;
- Capitolo 12: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Acque Marino-Costiere;
- Capitolo 13: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Sedimenti Marini;
- Capitolo 14: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Comunità Bentoniche;
- Capitolo 15: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Risorse Alieutiche;
- Capitolo 16: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Bioaccumulo e Biomarkers;
- Capitolo 17: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Avifauna Marina;
- Capitolo 18: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Cetacei e Tartarughe Marine;
- Capitolo 19: Descrizione delle Modalità di monitoraggio – Rumore sottomarino;
- Capitolo 20: Modalità di restituzione dei dati;
- Capitolo 21: Gestione delle anomalie;
- Capitolo 22: Sintesi della Proposta di Piano di Monitoraggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

2.1. Caratteristiche generali del Progetto

Il Progetto FSRU Alto Tirreno include le seguenti opere:

Terminale FSRU

- ✓ La FSRU Golar Tundra (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza).
- ✓ L'Impianto di di filtraggio, regolazione e misura fiscale (PDE di Quiliano e impianto di regolazione DP 100-75 bar) (Loc. Casina in Comune di Quiliano, Liguria).

E le seguenti Opere Connesse costituite dal metanodotto di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti che include:

- ✓ Tratto di condotta sottomarina (sealine) e relativo cavo telecomando DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 4.4 km;
- ✓ Tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE di Quiliano e relativo cavo telecomando, denominato Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 2,7 km;
- ✓ Impianto PDE di Quiliano contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ Il collegamento (con sostituzione di una parte dell'attuale condotta DN 300) tra il PDE di Quiliano e la nuova Area Trappole, interconnessione e regolazione in loc. Chinelli con relativo cavo telecomando, denominato Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30") DP 75 di lunghezza pari a circa 23,8 km che a sua volta include:
 - N. 1 Punto di Intercettazione Linea (PIL) e n. 4 Punti di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008;
 - N. 1 Punto di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) con interconnessione con il metanodotto "Cairo Montenotte -Savona DN 300 (12") e regolazione della pressione da 75 bar a 64 bar;
 - N. 1 un impianto ex-novo dove è previsto sia la trappola di arrivo del nuovo metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30")", DP 75 bar" sia la trappola di partenza a monte del collegamento con il metanodotto "Cairo Montenotte - Savona DN 300 (12")"; è altresì prevista anche la interconnessione di entrambi con il metanodotto Ponti-Cosseria DN 750 (30") e regolazione della pressione da 75 bar a 64.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.1: Inquadramento generale del progetto

2.2. Fasi Realizzative

2.2.1. Sistema di Ormeaggio e Subsea facilities

Per l'installazione del sistema di ormeggio a torretta sono previste le seguenti attività:

- Campagne di indagini e sondaggi;
- Campagna di preparazione del fondale marino (se richiesta);
- Pre-installazione delle linee di ormeggio;
- Installazione della turret buoy;
- Collegamento delle linee di ormeggio alla turret buoy;
- Installazione del PLEM;
- Installazione del riser flessibile;
- Metrologia e Installazione del giunto di connessione tra condotta sottomarina e PLEM;
- Collegamento della turret buoy alla FSRU;
- Attività di pre-commissioning.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Lavori di preparazione del fondale marino

Sulla base dei risultati delle campagne di indagine e del progetto dell'intero sistema di ormeggio e trasferimento, potrebbero essere necessari lavori di preparazione del fondale marino.

Le finalità di questi lavori sono:

- Rimozione di detriti/ostacoli che potrebbero essere di impedimento per la posa delle linee di ormeggio;
- Preparazione del fondale per l'installazione delle fondazioni di strutture sottomarine.

La rimozione dei detriti/ostacoli potrà essere eseguita da un LCV equipaggiato con gru a sollevamento compensato. La stessa tipologia di mezzo potrà anche eseguire la posa di contenute quantità di materiale (come, ad esempio, sacchi di sabbia) per l'eventuale preparazione del fondale.

Pre installazione delle ancore e dei segmenti inferiori di catena

La prima fase prevederà una campagna di preinstallazione delle ancore e dei segmenti inferiori di catena, che si effettuerà mediante l'utilizzo di 2 AHV (Anchor Handling Vessel) a supporto delle operazioni. Si evidenzia che le ancore saranno dotate di connettori sottomarini per le linee di ormeggio compatibili con i ROV (Remote Operate Vehicle) che consentono le operazioni di movimentazione anche con robot marini telecomandati da remoto.

Le 6 linee di ormeggio, le ancore e tutte le relative attrezzature e componentistiche associate saranno mobilitate in un porto designato, trasportate al campo offshore ed installate per mezzo di 2 AHV.

I 2 AHV selezionati per svolgere delle operazioni di installazione del sistema di ormeggio imbarcheranno le ancore e le linee di ormeggio precedentemente predisposte presso la banchina di stoccaggio.

Tutti i restanti componenti del sistema di ormeggio verranno consegnati su apposite bobine o sistemi di contenimento e caricati a bordo della nave installatrice.

I 2 AHV si dirigeranno in sito e svolgeranno le seguenti attività di installazione:

- Preparazione delle ancore a bordo della nave installatrice e posizionamento nelle aree previste per l'installazione;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

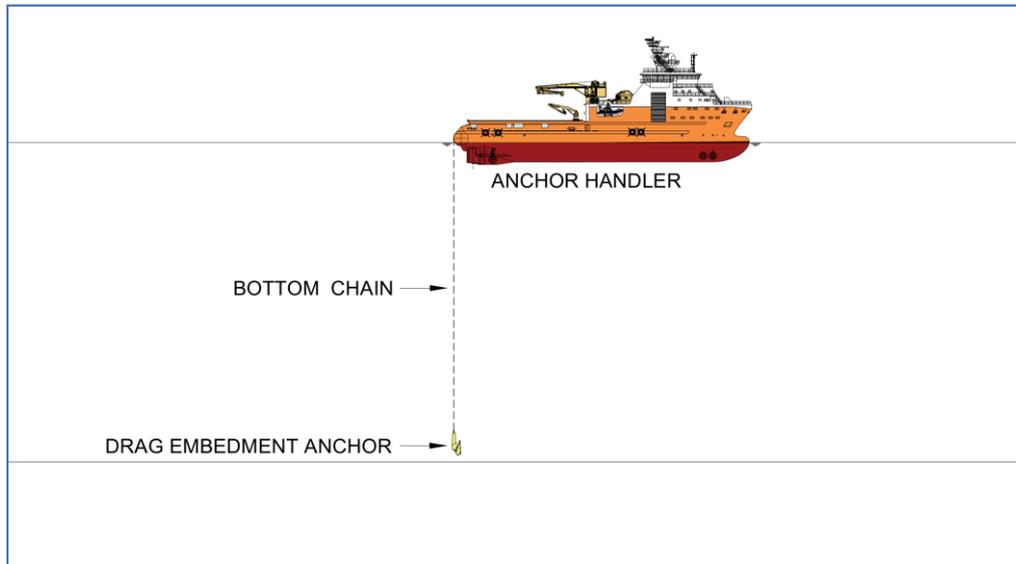


Figura 2.2: Tipico di pre-posizionamento delle ancore sopra le aree di installazione

- Pre-installazione di ancore nelle aree designate e disposizione in acqua di una prima parte delle catene di ormeggio;
- Prova di carico delle ancore fino al raggiungimento del valore di tensionamento di progetto;

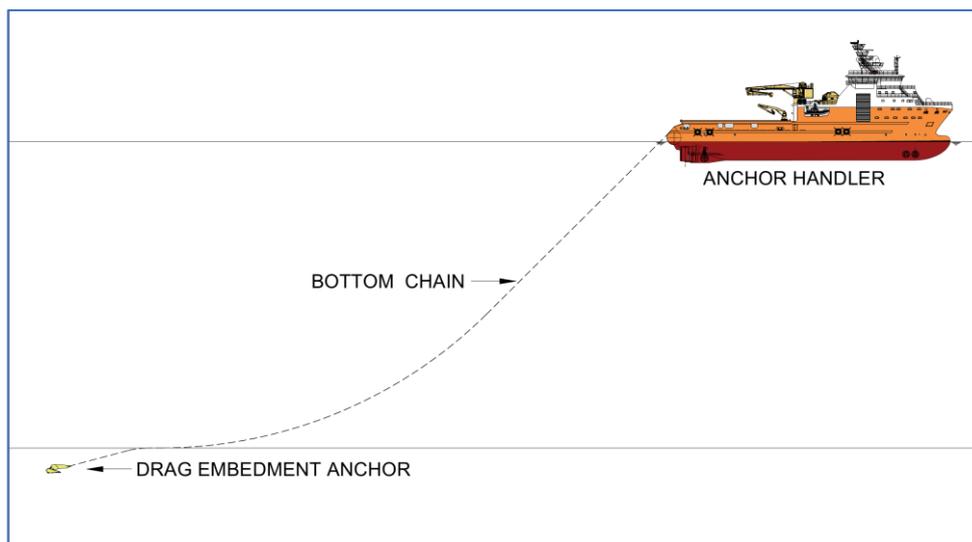


Figura 2.3: Tipico di tensionamento delle ancore

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Installazione dei componenti necessari per il sistema di ormeggio e disposizione in acqua della restante lunghezza di catena;
- Installazione dei connettori di ormeggio per la *turret buoy* (questa operazione può anche essere svolta durante la fase di recupero (hook up) della turret buoy);
- Installazione dell'attrezzatura di sollevamento necessaria al successivo recupero delle linee;
- Abbandono sul fondo delle linee.

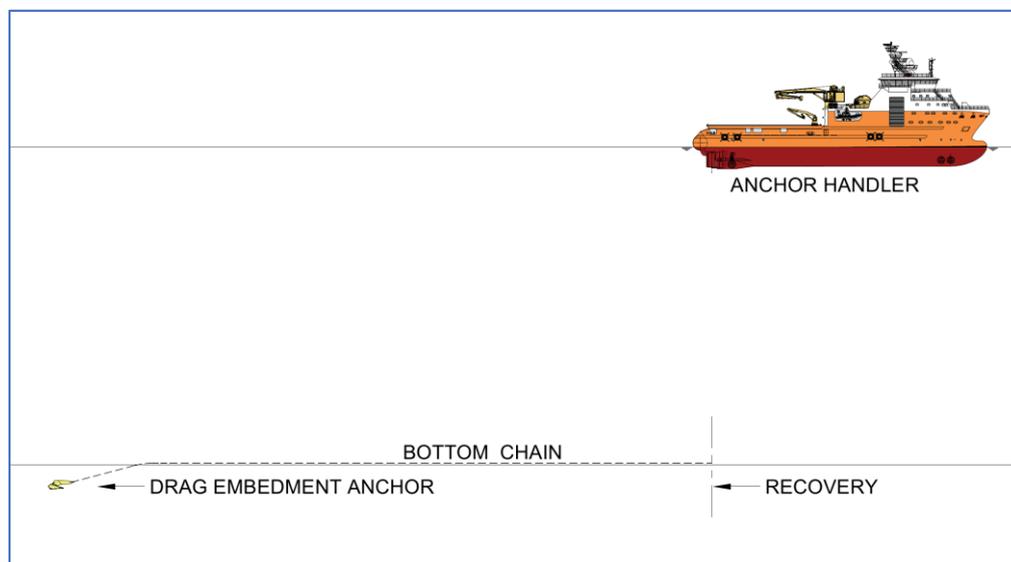


Figura 2.4: Tipico di abbandono delle linee di ormeggio sul fondo

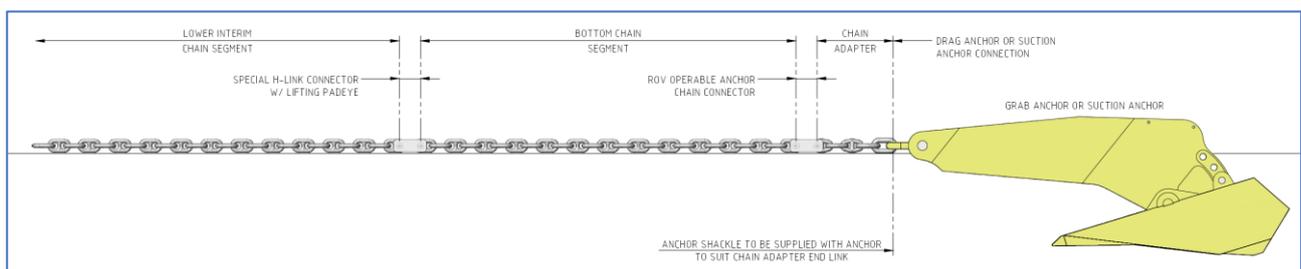


Figura 2.5: Tipico linea di ormeggio con catena e drag anchor

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Installazione della Turret Buoy e collegamento alle linee di ormeggio

Per quanto riguarda l'installazione della *turret buoy*, il recupero e la connessione delle linee di ormeggio alla stessa, è previsto l'utilizzo di una nave installatrice e di due navi dedicate alla posa di ancore (AHV1 e AHV2).

La *turret buoy* ed i segmenti superiori del cavo in acciaio saranno preparati in un'area di stoccaggio dedicata, ubicata vicino al sito di installazione offshore. Una nave installatrice, dotata di una gru da almeno 400 te, trasporterà al campo di installazione la *turret buoy*, opportunamente rizzata a bordo, ed i 6 segmenti di cavo in acciaio collegati ai connettori della *turret buoy* ed assicurati sul ponte della nave di installazione. Date le caratteristiche della *turret buoy*, essa avrà una galleggiabilità netta positiva e sarà quindi necessario trasportare a bordo della nave installatrice un peso aggiuntivo, ai fini di zavorrarla ed immergerla alla profondità adatta all'aggancio delle linee di ormeggio.

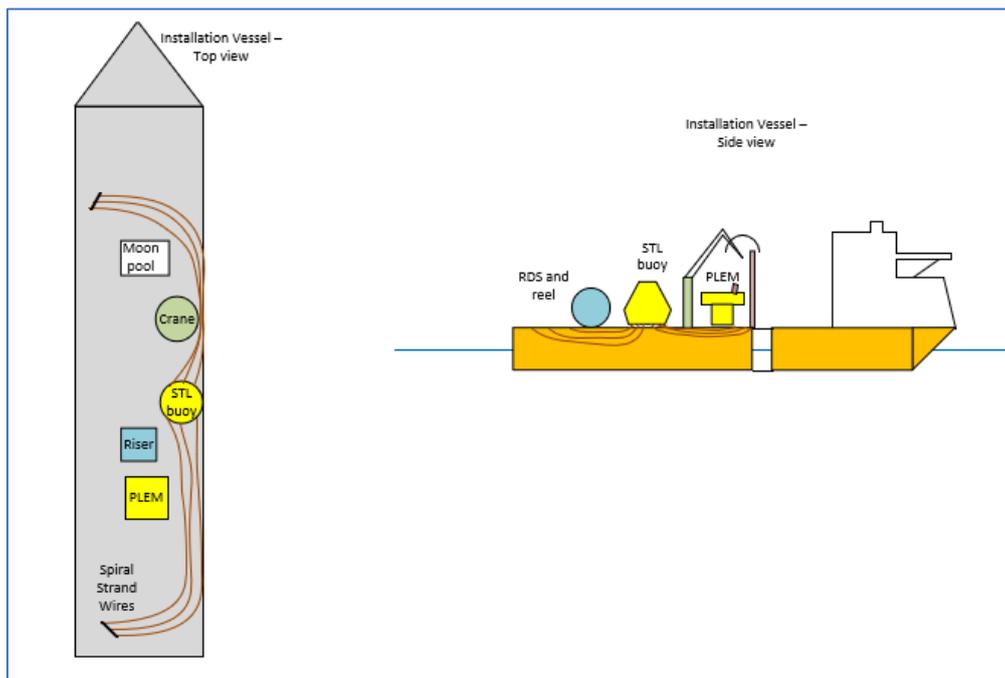


Figura 2.6: Tipico piano di stivaggio della nave dedicata al trasporto e all'installazione della *turret buoy*

I segmenti di catena intermedi saranno trasportati al campo di installazione dai due AHV.

Di seguito viene presentata la procedura tipicamente applicata per l'installazione della *turret buoy*:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Sollevamento e collegamento di 3 segmenti di cavo in acciaio alla barra di sollevamento dell'AHV1 e dei restanti 3 segmenti di cavo in acciaio alla barra di sollevamento dell'AHV2, come illustrato nella figura seguente;

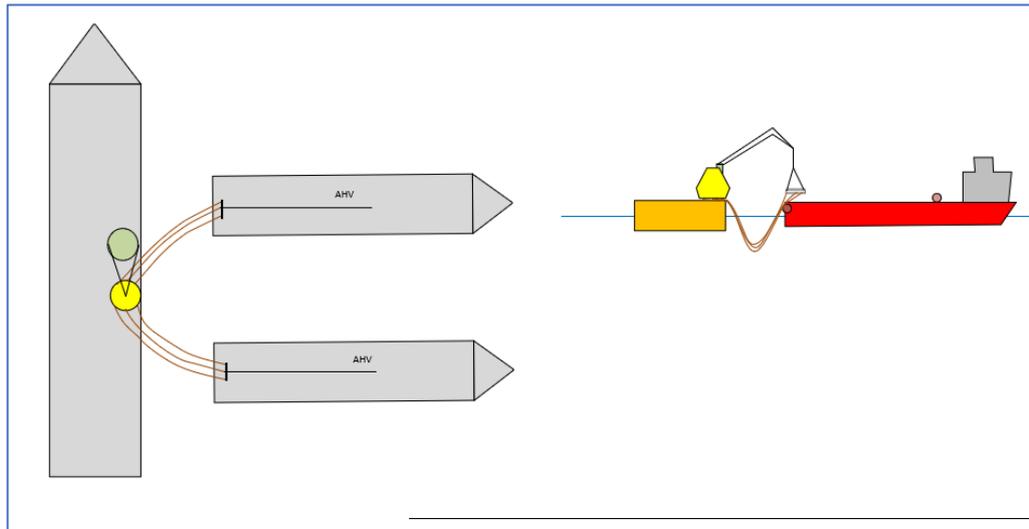


Figura 2.7: Tipico dell'operazione di sollevamento e collegamento dei cavi in acciaio alle barre di sollevamento dei 2 AHV

- Connessione della *turret buoy* alla gru della nave installatrice e rilascio dei sistemi di rizzaggio.
- Posizionamento della *turret buoy* fuori bordo, sulla superficie del mare, e disconnessione della stessa dalla gru della nave installatrice. In questa fase, illustrata nella figura di seguito, i due AHV manterranno stabile il posizionamento della *turret buoy*;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

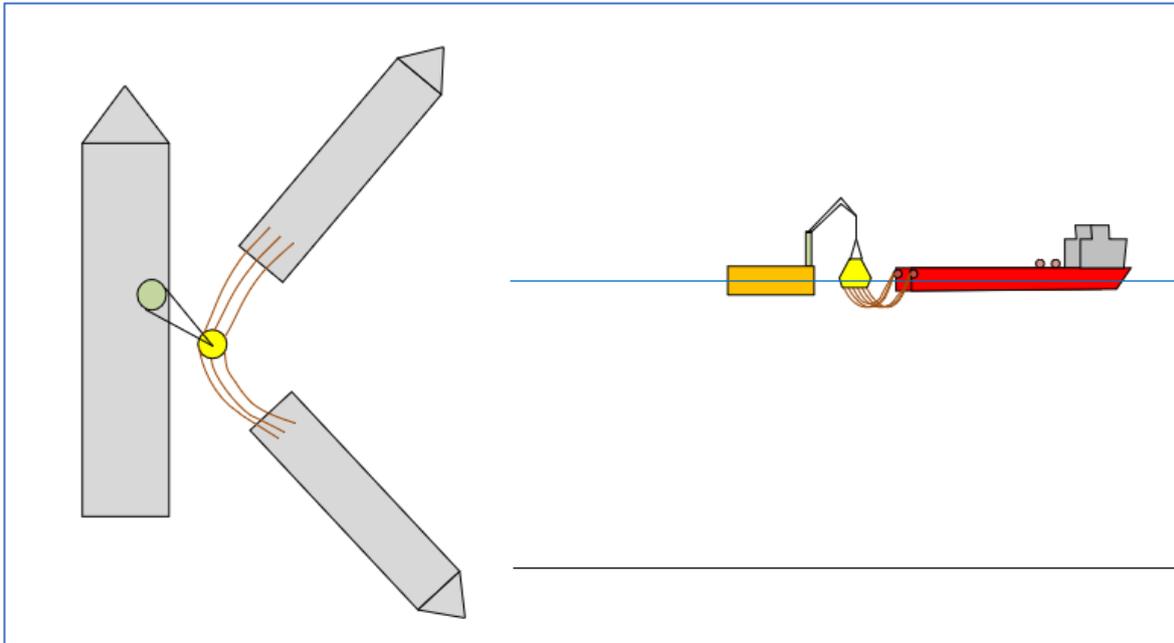


Figura 2.8: Tipico dell'operazione di posizionamento fuori bordo della *turret buoy*

- Connessione della zavorra alla gru della nave installatrice;
- Posizionamento fuori bordo e abbassamento della zavorra fino ad una profondità adeguata dove sarà possibile procedere collegandola alla turret buoy per mezzo di un ROV;
- Abbassamento della zavorra ad una profondità tale da ottenere l'immersione della torretta;
- Allontanamento della turret buoy dalla nave installatrice per mezzo dei due AHV, come rappresentato nella figura di seguito;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

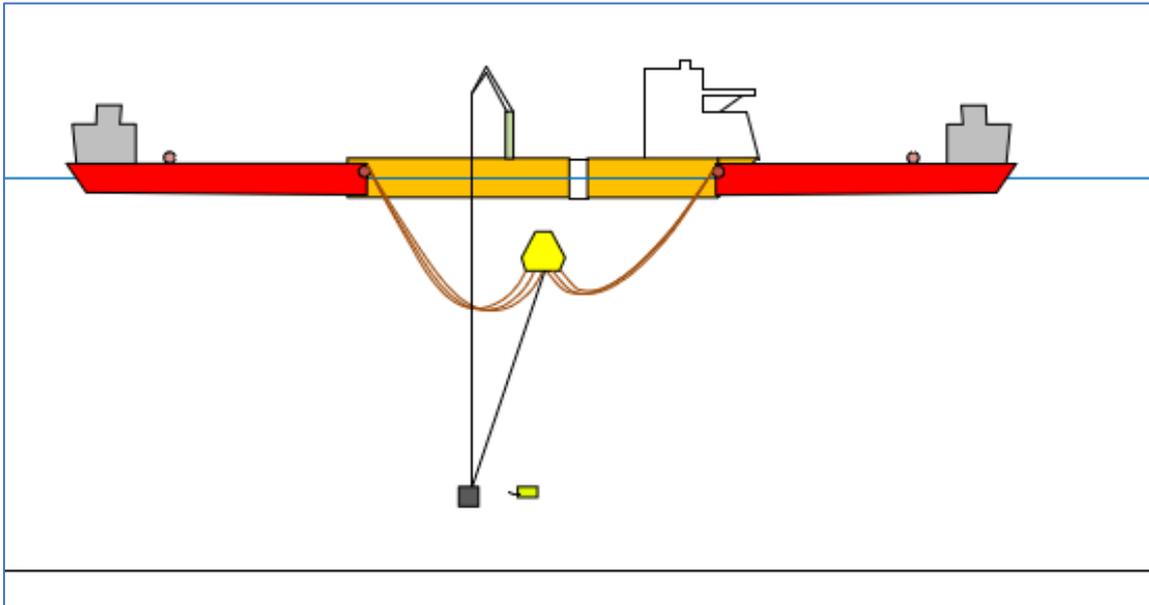


Figura 2.9: Tipico dell'operazione di allontanamento della *turret buoy* dalla nave installatrice per mezzo dei due AHV

- Abbassamento della zavorra fino al fondale;
- Rilascio della zavorra dalla gru e recupero delle relative attrezzature di sollevamento sul ponte della nave installatrice.

Al termine di questa procedura, la *turret buoy* si troverà in una posizione idonea per procedere con il collegamento della stessa alle linee di ormeggio precedentemente preinstallate.

I passaggi tipicamente necessari a svolgere l'operazione di collegamento sono:

- Posizionamento fuoribordo e abbassamento fino al fondale delle barre di sollevamento dei 2 AHV, con i relativi cavi in acciaio precedentemente collegati, come rappresentato nella figura seguente;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

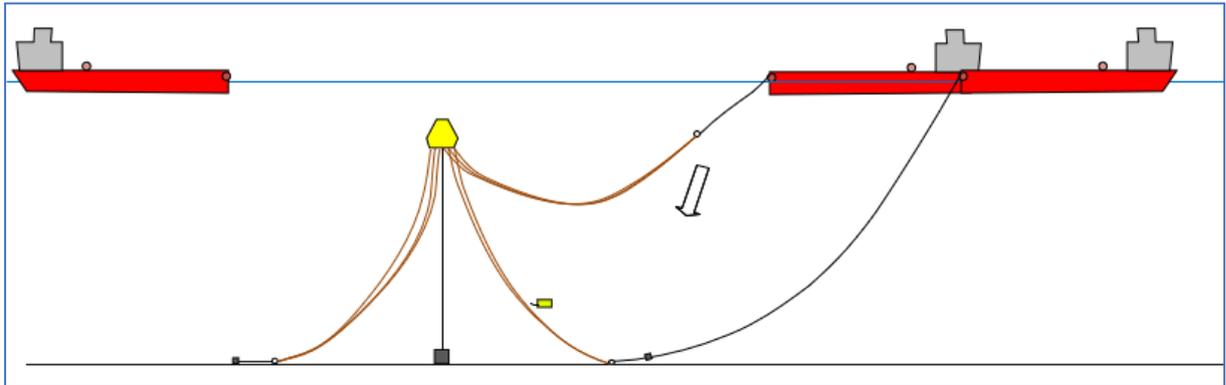


Figura 2.10: Tipico dell'operazione di abbassamento fino al fondale delle barre di sollevamento dei 2 AHV

- Recupero sul ponte di un segmento di cavo in acciaio da parte di un AHV e connessione dello stesso al segmento intermedio di catena, come rappresentato nella figura seguente;

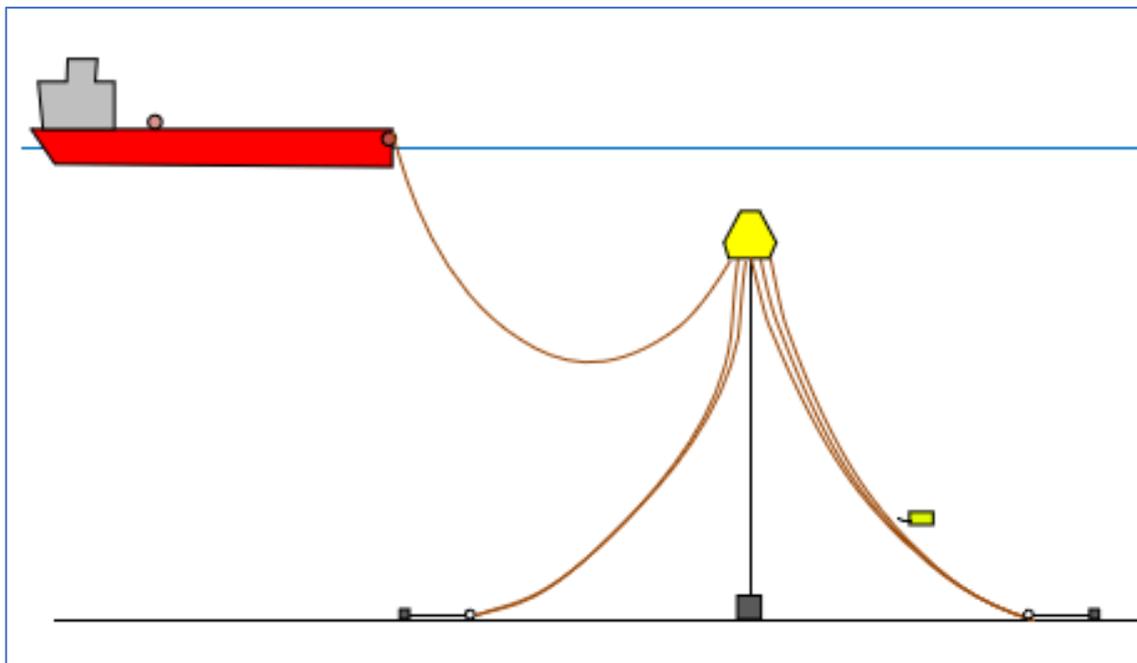


Figura 2.11: Tipico dell'operazione di recupero sul ponte del AHV di un cavo in acciaio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Rilascio in acqua del cavo in acciaio e del segmento intermedio di catena, bloccando la catena qualche metro prima della fine;
- Installazione del connettore alla fine del segmento intermedio di catena e connessione del cavo del verricello del AHV qualche anello prima della fine della catena;
- Rilascio del cavo del verricello. In questa fase un adeguato posizionamento del AHV sarà necessario al fine di appoggiare il connettore installato alla fine del segmento intermedio di catena nella posizione idonea per il collegamento con la parte inferiore di catena precedentemente abbandonata sul fondale.
- Connessione della parte inferiore di catena al connettore del segmento intermedio di catena per mezzo di un ROV

Tale procedura dovrà essere eseguita per ciascuna linea di ormeggio. Una volta terminato il collegamento di tutte le linee di ormeggio si procederà recuperando a bordo della nave installatrice il peso utilizzato per zavorrare la *turret buoy*.

Installazione del PLEM

Il PLEM, come descritto nel documento REL-100-E-00100, è dotato di una di fondazione a gravità e di una copertura (sovrastuttura metallica) per la protezione dall'eventuale impatto dovuto ad oggetti caduti.

I passaggi di installazione tipici per il PLEM sono:

- Collegamento del PLEM alla gru della nave tramite sistema di movimentazione e sollevamento (rigging equipment) dedicato. Il collegamento avverrà attraverso appositi punti di sollevamento integrati ai 4 angoli del PLEM;
- Movimentazione del PLEM fuoribordo tramite gru della nave e discesa attraverso la splash zone (la nave di installazione, durante questa fase, sarà a distanza di sicurezza da qualsiasi infrastruttura sottomarina);
- Abbassamento del PLEM a circa 20 m sopra il fondale marino. Il ROV monitorerà questa fase;
- Movimentazione dell'imbarcazione verso il target box del PLEM e orientamento del PLEM in accordo con l'orientamento di progetto;
- Abbassamento della struttura sul fondale e posizionamento del PLEM nella target area (tipicamente una tolleranza di 3 m x 3 m rispetto alla posizione del centro geometrico del PLEM è accettata) e attesa che la fondazione si assesti nel fondale marino per effetto del peso proprio;
- Una volta che il PLEM ha raggiunto il livello di penetrazione alla profondità di progetto e il suo livellamento è in accordo con le tolleranze di posa, verrà eseguita una survey di monitoraggio e l'attrezzatura di survey verrà recuperata.
- La sequenza tipica di installazione descritta si riferisce ad un PLEM con struttura integrata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Piccole variazioni nella sequenza suindicata potranno essere previste in caso di PLEM con struttura modulare, nel qual caso potrebbe essere necessario installare dapprima la struttura di fondazione e successivamente, con le stesse modalità, la relativa protezione dotata di appositi dispositivi di guida (Guide Post).

Installazione del riser flessibile

Il riser flessibile verrà avvolto nel sito di produzione su di un aspo, che sarà trasportato via mare fino ad un'area di stoccaggio dedicata (analogamente a tutti gli ancillaries).

Il mezzo navale dedicato all'installazione transiterà per l'area di stoccaggio, dove preleverà tramite sollevamento l'aspo e lo collocherà nel proprio Reel Drive System (RDS).

L'installazione del riser verrà effettuata prima dell'arrivo ed il posizionamento della FSRU.

La procedura di installazione proposta prevede di iniziare con l'installazione della parte terminale sottomarina. Tale approccio comporterà carichi di infilaggio (pull-in loads) superiori in corrispondenza della torretta, ma presenta vantaggi durante la posa della parte sottomarina e l'installazione degli elementi di galleggiamento. Eventuali soluzioni alternative, che prevedono di procedere iniziando con l'installazione dalla torretta, saranno definite durante l'ingegneria di dettaglio, qualora necessario.

Una procedura tipica per l'installazione del riser è qui descritta, in fase di successiva ingegneria si valuterà l'eventuale necessità di installare dei relativi blocchi di ancoraggio verticali ed orizzontali, il cui impatto ambientale comunque rimarrà confinato nell'area prossima al PLEM.

- Prelevare la prima estremità dall'aspo e posizionarla sulla torre verticale di varo (VLS - Vertical Lay Tower) ed all'interno dei tensionatori (tensioner);
- Impegnare (serrare) i tensionatori e montare il dispositivo ausiliario di installazione alla parte terminale del riser;
- Installare una clampa provvisoria per il fissaggio dell'appesantimento in prossimità dalla terminazione sottomarina
- Abbassare il riser verso il fondale marino rilasciandolo tramite l'RDS ed i tensionatori, fin quando la traccia per l'installazione del primo modulo di galleggiamento non raggiunge l'area di lavoro.
- Installare il primo modulo e continuare a rilasciare il riser, installando i moduli di galleggiamento previsti, fin quando la clampa per l'appesantimento temporaneo viene a trovarsi a circa 30-40 m di profondità;
- Collegare la massa di appesantimento temporanea a detta clampa (in modo da appesantire adeguatamente il riser);
- Continuare a rilasciare il riser installando gli eventuali ulteriori moduli di galleggiamento e manovrare il mezzo navale in modo da adagiare la massa di appesantimento temporanea sul fondale marino in prossimità del PLEM;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Continuare a rilasciare il riser in modo che assuma la configurazione “ad onda” (wave configuration) prestabilita ed avvicinare il mezzo navale verso la turret buoy;
- Quando il riser sarà completamente srotolato dall’aspo, rilasciarne dall’aspo l’estremità e posizionarla sopra lo scivolo (chute) della VLS;
- Connettere l’estremità al verricello (A&R winch) e trasferire il carico ad esso;
- Rilasciare i tensionatori ed abbassare il riser con il verricello;
- Abbassare l’estremità al di sotto della turret buoy ed avvicinare il mezzo navale il più possibile ad essa;
- Abbassare la braca (della gru sullo stesso mezzo navale o su di un altro mezzo) all’interno l’imbocco della turret buoy;
- Connettere la braca all’estremità del riser e iniziare a recuperarla, rilasciando contemporaneamente il cavo del verricello, in modo da trasferire progressivamente il carico dal verricello alla gru;
- Continuare rilasciando il cavo del verricello e tirando contemporaneamente l’estremità del riser con la gru verso la torretta, fino ad innestare il meccanismo di aggancio alla turret buoy;
- Rilasciare la braca dall’estremità del riser, che adesso risulterà sostenuto dalla turret buoy.
- La parte terminale sottomarina del riser potrà adesso essere collegata al PLEM tramite un opportuno dispositivo di allacciamento (tie-in tool) e si potrà procedere con la rimozione della massa di appesantimento temporanea.

Attualmente non sono previsti sistemi di ancoraggio per il riser flessibile. In una fase successiva dell’ingegneria ne sarà valutata l’eventuale necessità.

Metrologia e Installazione del Giunto di Connessione tra Condotta e PLEM

La metrologia consiste nell’esatta misurazione della distanza tra le estremità della condotta e il PLEM per costruire il giunto di connessione. Esistono varie tecnologie per raggiungere questo obiettivo, tra cui l’acustica (LBL – Long BaseLine) o LiDAR (Light Detection and Ranging) è la più comunemente utilizzata. Entrambi i sistemi possono essere utilizzati su ROV.

L’obiettivo è identificare quei parametri necessari per la fabbricazione del giunto di connessione tra la condotta sottomarina e il PLEM, ovvero:

- La distanza presa sulle tre direzioni principali tra le facce delle due estremità;
- La distanza verticale tra le estremità e il fondale marino;
- Orientamento e assetto di ogni estremità;
- Profilo del fondale lungo il corridoio di posa del giunto di connessione.

Le attività di ispezione relative alla metrologia possono essere riassunte come segue:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Controllo dimensionale delle strutture;
- Installazione e calibrazione di LBL array;
- Indagine batimetrica tramite WROV (work class ROV);
- Metrologia (misurazioni) tramite dispositivi acustici;
- Misura della profondità tramite sensori Digiquartz.

Il giunto di connessione è tipicamente prefabbricato prima della campagna di metrologia, a parte alcune saldature (solitamente 2 o più) chiamate "metrology welds". Una volta ricevuti i parametri del rilievo sarà possibile tagliare a misura i giunti pre-assemblati e completare la fabbricazione.

Il giunto di connessione sarà installato da un LCV o un mezzo navale di maggiori dimensioni in funzione della dimensione del giunto di connessione. Il giunto sarà prelevato dal cantiere di fabbricazione, sollevato e fissato a bordo del mezzo navale, utilizzando una lunga barra di sollevamento (spreader bar). Il mezzo navale di installazione navigherà verso il sito di installazione del giunto di connessione.

Generalmente, il giunto sarà installato con il seguente metodo:

- Collegamento del giunto alla spreader bar;
- Sollevamento del giunto tramite gru, e spostamento fuori bordo;
- Immersione del giunto;
- Posizionamento del giunto in corrispondenza delle estremità da connettere (condotta e PLEM) con l'utilizzo del posizionamento del mezzo navale e del ROV;
- Esecuzione delle connessioni con l'estremità della condotta sottomarina e con il piping del PLEM. Esecuzione dei test sulle estremità;
- Rimozione e recupero della strumentazione utilizzata per l'installazione.

Per quanto riguarda la connessione del cavo telecomando, sarà recuperata la terminazione, precedentemente abbandonata in prossimità del PLEM, e collegata all'interno della stazione mediante l'impiego di sommozzatori o ROV. Una volta all'interno della stazione PLEM, si provvederà a eseguire i dovuti collegamenti con il sistema di attuazione della valvola sottomarina.

Collegamento della FSRU alla turret Buoy

Nella fase iniziale di questa operazione la *turret buoy* galleggia a circa 30 metri al di sotto della superficie ed è pre-connessa ad un cavo, sufficientemente robusto e di materiale sintetico, da utilizzarsi per il recupero e installazione finale. La FSRU dovrà essere relativamente stabile durante le operazioni offshore e dovrà necessariamente essere supportata da mezzi navali in assistenza (tipicamente rimorchiatori) ai fini di mantenere posizione e orientamento durante tutto il processo di collegamento. Tale operazione è largamente effettuata nell'industria petrolifera offshore e sarà adeguatamente pianificata mediante l'esecuzione di analisi dedicate e successivamente monitorata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si prevede di utilizzare una linea di recupero dedicata all'interno del sistema a torretta esterna della FSRU e successivamente di effettuare le seguenti operazioni atte al recupero e al collegamento finale della *turret buoy*:

- Posizionamento della FSRU sopra la *turret buoy* tramite l'utilizzo dei rimorchiatori;
- Collegamento della linea di recupero della FSRU al cavo sintetico collegato alla *turret buoy*;
- Rilascio dei rimorchiatori.

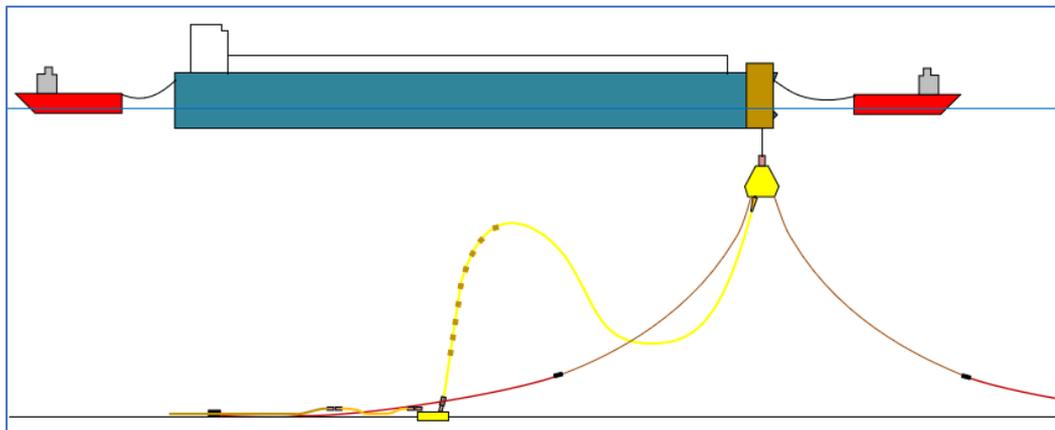


Figura 2.12: Tipico dell'operazione di collegamento della linea di recupero della FSRU al cavo sintetico collegato alla turret buoy

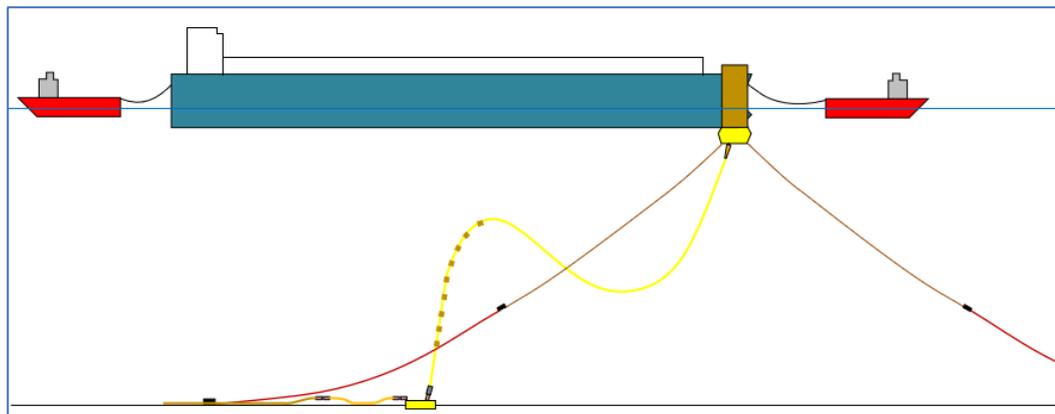


Figura 2.13: Tipico dell'operazione di recupero e fissaggio della turret buoy dentro la torretta

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.2.2. Realizzazione dell'approdo costiero

L'approdo costiero della condotta è previsto tramite tecnologia trenchless, in particolare tramite la realizzazione di un "microtunnel" (Rif. DWG-300-D-12060 – Shore approach - microtunnel).

Tale soluzione tecnica permette di attraversare la linea di costa e la spiaggia senza lo scavo di una trincea nel tratto onshore; il punto di uscita a mare è localizzato ad una distanza preliminare di ca. 1.1km dall'entrata del tunnel ad una profondità d'acqua di circa 14.0m.

2.2.2.1. Microtunnel

L'opera in microtunnel consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro, tipicamente con diametro interno dell'ordine di 2 m, mediante trivellazione con macchina di perforazione (Tunnel Boring Machine – TBM) teleguidata, basata sull'avanzamento di uno scudo cilindrico cui è applicato frontalmente un sistema di scavo.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici, sistemati in un pozzo di spinta, che agiscono sui conci tubolari di calcestruzzo di rivestimento del tunnel. Lo scopo di tale sistema è quello di stabilizzare sia il fronte di scavo, sia le pareti laterali, controllando la stabilità grazie all'immediata collocazione del rivestimento definitivo del tunnel in calcestruzzo, e di limitare gli effetti di disturbo e/o di rischio indotti sull'ambiente circostante. Martinetti idraulici intermedi possono essere utilizzati in posizioni discrete lungo il microtunnel per ridurre i valori di spinta nel pozzo di ingresso.

Per la realizzazione del microtunnel è previsto l'utilizzo di una fresa a sezione integrale con bilanciamento della pressione idrostatica sul fronte di scavo tramite fanghi di perforazione (slurry). La funzione dei fanghi è di trasportare, all'interno del condotto di ritorno dal fronte di scavo, posizionato all'interno del microtunnel stesso, il materiale di risulta sotto forma di sospensione.

Il circuito fanghi è un sistema chiuso, ovvero il fluido viene recuperato assieme al materiale scavato al fronte. La miscela di materiale scavato e slurry non viene dispersa in mare ma recuperata e riutilizzata o smaltita secondo le disposizioni di legge.

L'avanzamento della TBM è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria e di applicare conseguentemente le necessarie correzioni.

Quando la TBM ha raggiunto la posizione finale prevista, in corrispondenza del pozzo di uscita a mare, la TBM viene recuperata da mezzi marini mediante uno scavo.

Terminata l'esecuzione del microtunnel, viene varato al suo interno il cavo di tiro che permetterà poi l'installazione della condotta, saldata a bordo del pontone di varo e tirata da mare verso terra tramite un verricello posto a terra.

La rimanente intercapedine tra condotta e microtunnel rimarrà allagata. Cantiere e Pozzo di spinta a terra

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Per realizzare il microtunnel occorrerà preventivamente costruire un'area di cantiere a terra, in cui è previsto che venga realizzata, con l'infissione di palancole (o altri sistemi di sostegno), una postazione di partenza del microtunnel, generalmente nominata "pozzo di spinta".

2.2.2.2. Pozzo di uscita a mare

All'uscita a mare del microtunnel si deve scavare una trincea temporanea (di circa 41m di lunghezza), avente lo scopo di garantire il recupero della TBM e raccordarsi con il pre- scavo realizzato in precedenza per il tiro e varo della condotta.

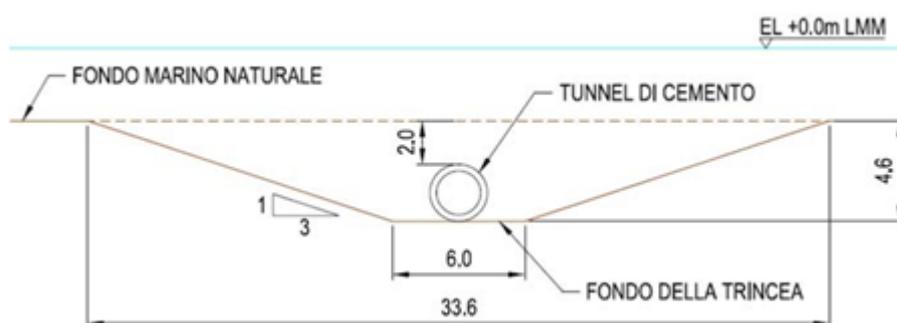


Figura 2.14: Tipica sezione trasversale della trincea a ridosso dell'uscita del microtunnel

La geometria della trincea temporanea all'uscita del microtunnel sarà definita in sede di ingegneria di dettaglio. La profondità del punto di uscita dovrà essere definita in maniera tale che la copertura del terreno sopra la TBM sia tale da garantirne la stabilità della traiettoria nel tratto terminale del suo tragitto.

Larghezza e lunghezza della trincea saranno invece principalmente dettate dagli ingombri della TBM, dagli spazi richiesti dalle operazioni di recupero della TBM, dalle tolleranze di installazione e dal profilo di raccordo del fondo scavo con il resto del pre- scavo ad essa adiacente. Le pendenze laterali della trincea sono state assunte pari a 1:3 in maniera da garantire la stabilità delle pareti di scavo.

La conformazione del fondale sarà ripristinata al termine dei lavori. La possibilità di riutilizzare, totalmente o parzialmente, il materiale di scavo della trincea sarà valutato in termini di requisiti ingegneristici (ad esempio in termini di requisiti rispetto alla liquefazione) e in termini di requisiti delle autorità (ad esempio caratterizzazione dei sedimenti e delle aree di intervento).

Il materiale di scavo del pozzo di uscita e della sezione di transizione per le operazioni di tiro della condotta è stimato preliminarmente in ca. 25.000m³.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

È stata inoltre individuata sul fondale marino un'area funzionale alla posa della condotta sottomarina e alla movimentazione dei sedimenti marini posta in prossimità del punto di uscita a mare del microtunnel (Rif. doc. DWG-300-D-12050 e DWG-300-D-12080) avente una superficie di circa 3,9 ettari.

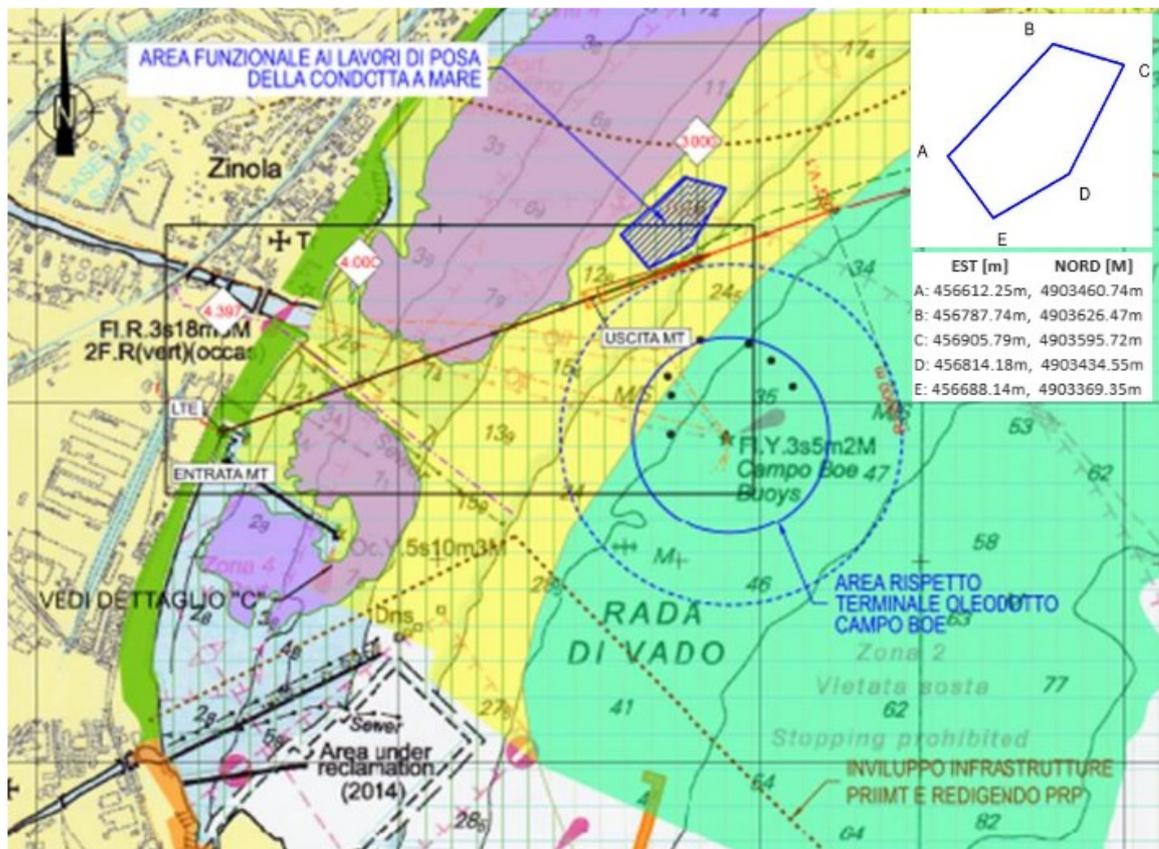


Figura 2.15: Dettaglio dell'area funzionale

La fase di scavo richiederà l'utilizzo di mezzi appositi. Nei lavori marini di scavo 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 (vedi figura seguente):

- 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 chiatte e/o draga idraulica aspirante, per le sezioni dello scavo da compiere in corrispondenza di fondali aventi profondità maggiori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.2.3. Posa della Condotta Sottomarina

La costruzione a mare consiste principalmente nelle seguenti fasi:

- tiro della condotta a terra
- posa della condotta lungo il tracciato
- connessioni sottomarine
- Interramento della condotta
- Installazione Cavo sottomarino a fibra ottica (FOC) e suo interrimento

2.2.3.1. Tiro a terra Condotta

Quando saranno completate le attività di scavo subacqueo e predisposto lo sbocco a marea del microtunnel, in primo luogo si procederà al posizionamento del mezzo di posa (lay barge), allineato opportunamente e ormeggiato nella posizione stabilita per l'inizio delle operazioni di tiro, circa 500 metri dall'uscita del Micro Tunnel (MT). Si procederà quindi al recupero a bordo del mezzo di posa, del cavo di tiro precedentemente installato all'interno del microtunnel. Successivamente si procederà alla preparazione di una stringa (tubi saldati in testa) a bordo della nave posa-tubi, che verrà poi collegata al cavo di tiro mediante una testa opportunamente progettata per lo scopo, e poi tirata all'interno del microtunnel da mare verso terra tramite un verricello opportunamente dimensionato e posizionato nell'area di cantiere a terra, come mostrato tipicamente nella seguente figura.

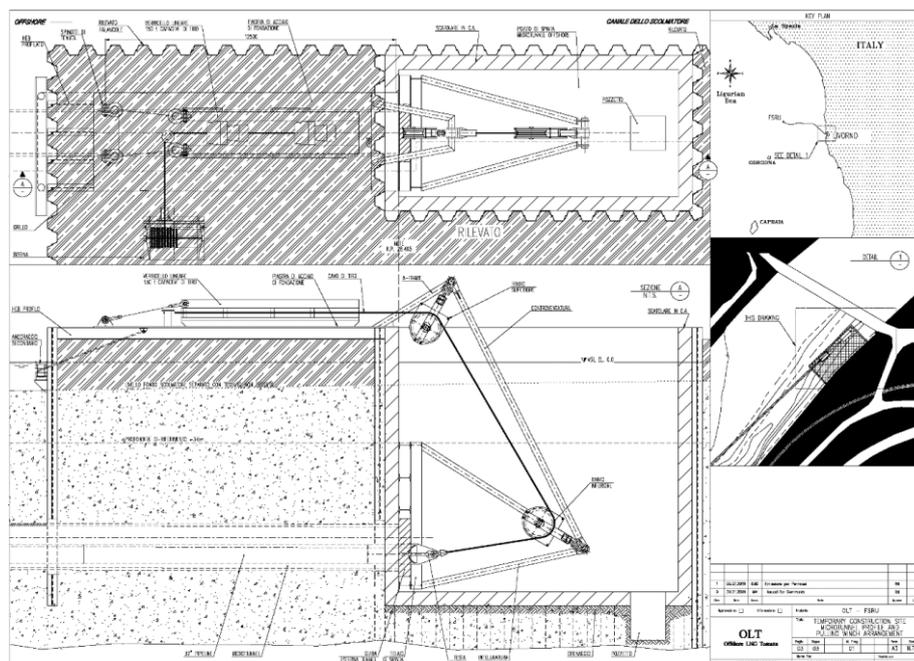


Figura 2.16: Tipica configurazione Sistema di tiro a terra con pulegge di rinvio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.2.3.2. Posa della Condotta lungo il Tracciato

Completata la fase di tiro della condotta nell'approdo costiero la posa proseguirà verso il largo per mezzo dello stesso lay barge, sino al raggiungimento della posizione prestabilita, dove la condotta verrà abbandonata sul fondale. L'accoppiamento delle barre è effettuato mediante saldatura. Tutte le saldature saranno sottoposte a controlli mediante l'utilizzo di tecniche non distruttive (NDT). Dopo il rivestimento dei giunti di saldatura con fasce termorestringenti e il ripristino della continuità del calcestruzzo di appesantimento, la condotta è varata facendola scorrere sulla "rampa di varo" gradualmente a tratti di lunghezza variabile in funzione della capacità di saldatura del mezzo di posa, mediante l'avanzamento dello stesso mezzo posa tubi. La "rampa di varo" permetterà di far assumere alla condotta, trattenuta a bordo da un sistema di tensionamento (tensionatore), la conformazione predefinita dal tipo mezzo in utilizzo (varo a "S") allo scopo di contenere nella tubazione le sollecitazioni di posa entro i limiti previsti. La posizione sulla rotta di posa sarà continuamente verificata con un sistema di radio posizionamento (tipo satellitare) attraverso un sistema di controllo centralizzato la nave posatubi, avanzerà gradualmente in relazione alle lunghezze di condotta varata di volta in volta. In accordo con la produzione giornaliera delle stringhe per la posa, l'area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta con una traslazione media di circa 1 km/giorno. La condotta verrà poi abbandonata sul fondale in prossimità della SSV (precedentemente posata sul fondo a carico del committente).

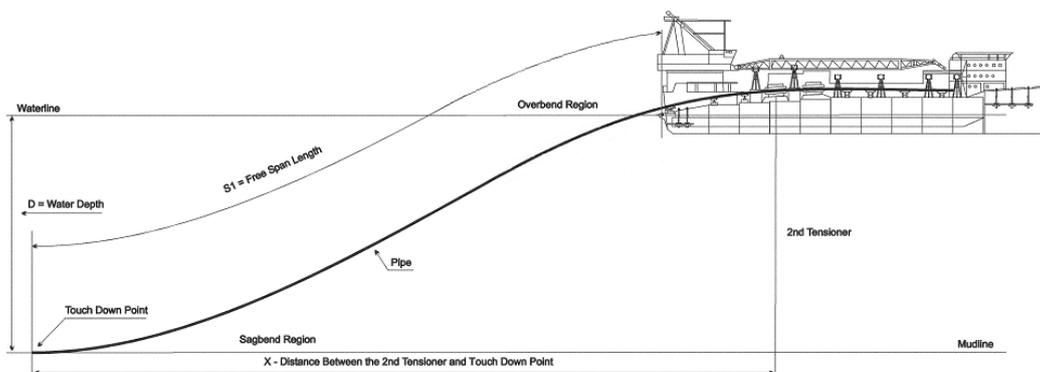


Figura 2.17: Tipica configurazione di posa a "S"

2.2.3.3. Interro della Condotta

Una volta che la condotta sarà posata sul fondo, nei tratti in cui è previsto l'interramento per garantirne la stabilità, il tubo sarà affossato utilizzando mezzi sottomarini idonei allo scopo.

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 scavo sotto la condotta sarà depositato lateralmente alla trincea sempre muovendosi a cavallo del tubo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

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 2.18: Esempio di Mezzo Sottomarino Tradizionale per Operazione di Interramento della Condotta con Post trenching”

2.2.3.4. Installazione Cavo Sottomarino a Fibra Ottica (FOC)

Nel tratto a mare, il cavo sarà installato in parallelo alla nuova condotta DN800, ad una distanza non inferiore a 50m circa per garantire l'assenza di interferenze con le operazioni di post-trenching della condotta e sarà interrato per circa 1m.

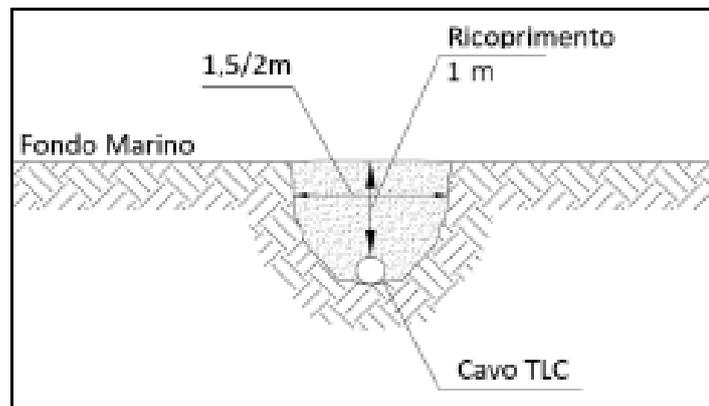


Figura 2.19: Tipica Sezione Trasversale di Cavo affossato

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.

In particolare, completato il varo della condotta, si procederà con il tiro del cavo all'interno del tubo "casing" nel microtunnel. Il cavo sarà collegato alla fune di tiro a terra, posato sul fondale e varato fino ad arrivare in prossimità della FSRU, dove poi verrà trasferito e tirato all'interno della torretta.

Anche il cavo, al termine delle attività, sarà interrato con tecnologia post trenching.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.2.3.5. Descrizione area cantiere a terra e pozzo di spinta

Il cantiere a terra sarà preparato prima delle operazioni con i seguenti equipaggiamenti:

- Sistema di fissaggio a terra;
- Winch e sistema di alimentazione;
- Pulegge di rinvio;
- Messaggera preinstallata nel il condotto di tiro all'interno del microtunnel;
- Condotto/convogliatore installato all'ingresso del microtunnel (J-Tube).

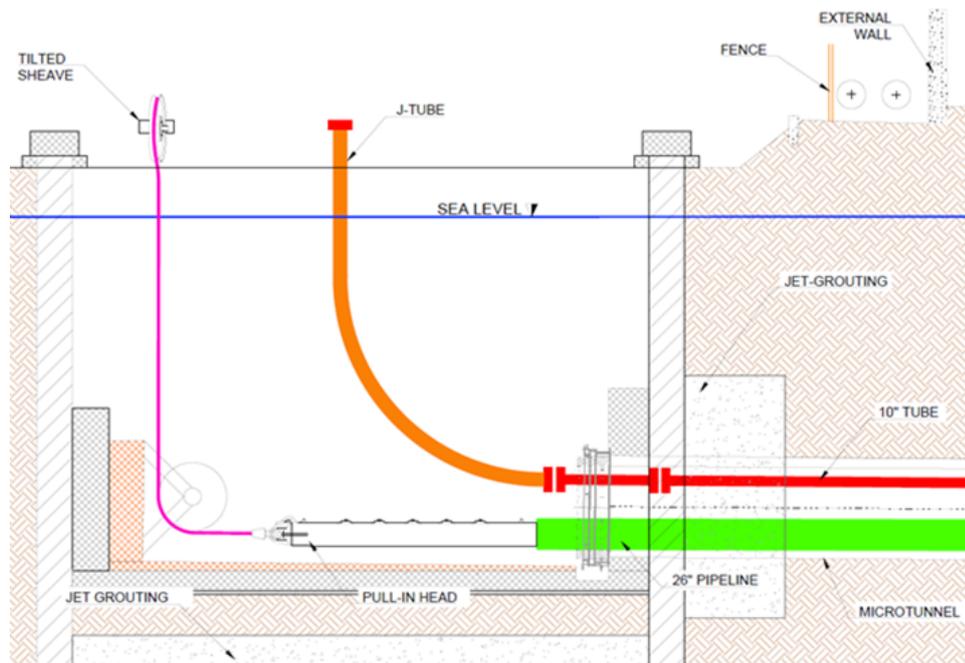


Figura 2.20: Vista in sezione di un tipico pozzo di spinta

L'argano, con il quale saranno effettuate le operazioni di tiro a terra, è stato considerato preliminarmente che abbia una capacità di tiro pari a 10ton.

2.2.4. Tracciati a Terra e Impianti

Le operazioni di messa in opera delle condotte si articolano, generalmente nella seguente serie di fasi operative:

- apertura dell'area di passaggio;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 36 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- sfilamento delle tubazioni lungo l'area di passaggio;
- saldatura di linea e controlli non distruttivi delle saldature;
- scavo della trincea;
- rivestimento dei giunti;
- posa della condotta;
- rinterro della condotta;
- realizzazione degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua, di opere in sotterraneo, degli impianti e dei punti di linea (interventi realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea);
- collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta;
- esecuzione dei ripristini.

Apertura dell'area di passaggio

Lo svolgimento delle varie fasi operative e cantieristiche relative alla costruzione del metanodotto richiede l'apertura di un'area di passaggio, che deve essere per quanto possibile continua e di larghezza tale da garantire la massima sicurezza nei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

L'apertura dell'area di passaggio è realizzata con mezzi cingolati, quali ruspe, escavatori e pale caricatori, ecc.

Nelle aree occupate da vegetazione ripariale e colture arboree (vigneti, frutteti, ecc.), l'apertura dell'area di passaggio può comportare il taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie; in alternativa l'espanto e il reimpianto degli alberi (es. oliveti). Nelle aree agricole sarà garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio ed in presenza di colture arboree si provvederà, ove necessario, all'ancoraggio provvisorio delle stesse. In questa fase si opererà anche lo spostamento di eventuali pali di linee elettriche e/o telefoniche ricadenti nella fascia di lavoro.

Contestualmente all'apertura dell'area di passaggio sarà eseguito, ove presente, la salvaguardia dello strato umico superficiale che, accantonato con adeguata protezione al margine della fascia di lavoro, sarà riposizionato nella sede originaria durante la fase dei ripristini. In questa fase verranno realizzate talune opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque.

Nel caso in oggetto, la larghezza dell'area di passaggio messa a disposizione dell'Appaltatore per la messa in opera delle condotte sarà pari a:

- 24 m normale e 20 m ridotta per il tratto Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN650 (26"), DP 100 bar;
- 24 m normale e 20 m ridotta per il tratto Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti, DN 750 (30"), DP 75 bar;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 37 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tuttavia, in alcune aree e per specifiche esigenze di lavoro, la fascia di lavoro normale dovrà essere ampliata.

Le operazioni di dismissione richiedono la realizzazione di un'area di passaggio con larghezza massima di 14 m, tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso; nei tratti di cresta dove la condotta è in stretto parallelismo con il metanodotto in esercizio e gli spazi per l'esecuzione dei lavori sono ridotti l'area di passaggio si riduce a 10 m (vedi Allegato Disegni Tipologici STD-D- 11800).

Infine, per i nuovi Allacciamenti, la fascia di lavoro avrà una larghezza pari a:

- 14 m normale e 12 m ridotta per gli Allacciamenti DN100 (4");
- 16 m normale e 14 m ridotta per gli Allacciamenti DN 250 (10") e DN 200 (8"),
- **21 m normale e 18 m ridotta per gli Allacciamenti DN 500 (20").**

Le superfici dell'area di passaggio non interessate dal deposito dello scotico e dal terreno di risulta dallo scavo della trincea, saranno dedicate al montaggio delle condotte ed al transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

In corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture e servizi interrati di particolare importanza, di norma sono previsti allargamenti delle aree di passaggio evidenziati nelle planimetrie di progetto.

L'accessibilità all'area di passaggio è normalmente assicurata dalla viabilità ordinaria, che, durante l'esecuzione dell'opera, subirà unicamente un aumento del traffico dovuto ai soli mezzi dei servizi logistici.

I mezzi adibiti alla costruzione (escavatori e macchine operatrici) invece utilizzeranno l'area di passaggio messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

Oltre alle arterie statali e provinciali, l'accessibilità al tracciato è assicurata dalla esistente viabilità secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali, spesso in terra battuta.

L'accesso dei mezzi al tracciato richiederà la ripulitura ed adeguamento del sedime carrabile (ove necessario).

Per permettere l'accesso all'area di passaggio o la continuità lungo la stessa, in corrispondenza di alcuni tratti particolari si prevede, inoltre, l'apertura di piste temporanee di passaggio di minime dimensioni. Le piste, tracciate in modo da sfruttare il più possibile l'esistente rete di viabilità campestre, saranno rimosse al termine dei lavori di costruzione dell'opera e l'area interessata ripristinata nelle condizioni preesistenti.

Sfilamento dei tubi lungo l'area di passaggio

L'attività consiste nel trasporto dei tubi dall'area di cantiere ed al loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura. Per queste operazioni, saranno utilizzati escavatori e mezzi cingolati o gommati adatti al trasporto delle tubazioni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 38 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Saldatura di linea

I tubi saranno collegati mediante saldatura ad arco elettrico impiegando motosaldatrici a filo continuo. L'accoppiamento sarà eseguito mediante accostamento di testa di due tubi, in modo da formare, ripetendo l'operazione più volte, un tratto di condotta.

I tratti di tubazioni saldati saranno temporaneamente disposti parallelamente alla traccia dello scavo, appoggiandoli su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno. I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente escavatori o autocarri, motosaldatrici e compressori ad aria.

Controlli non distruttivi alle saldature

Le saldature saranno tutte sottoposte a controlli non distruttivi mediante l'utilizzo di tecniche ad ultrasuoni.

Scavo della trincea

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori in terreni sciolti, martelloni in roccia/calcestruzzo).

Le dimensioni standard della trincea sono riportate nei Disegni tipologici di progetto (vedi Dis. STD-D-11800).

Dove necessario, si provvederà al contenimento delle pareti laterali dello scavo mediante l'utilizzo di opere provvisorie tipo sbadacchiature, sistemi di puntellazione per scavi.



Figura 2.21: Opere provvisorie - sbadacchiature con legname e sistemi di puntellazione per scavi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 39 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta. Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio.

I movimenti terra associati all'apertura e chiusura della trincea prevedranno l'accantonamento del terreno scavato lungo l'area di passaggio, senza richiedere trasporto e movimenti del materiale longitudinalmente all'asse dell'opera. Il materiale accantonato, laddove risultato conforme ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà totalmente riutilizzato in sito nella fase di ripristino degli scavi, non sono quindi previsti surplus di materiale.

Le operazioni di scavo comporteranno il deposito delle seguenti tipologie di cumuli di TRS:

- Cumuli dello strato superficiale humifico oggetto di scotico, derivante dall'apertura dell'area di passaggio e degli allargamenti;
- Cumuli delle TRS prodotte per lo scavo della trincea per posa condotta o per dismissione condotta (gli scavi per posa e dismissione non si sovrapporranno, in quanto la fase di dismissione della linea esistente inizierà solo successivamente alla messa in esercizio della nuova linea).

I suddetti cumuli sono da intendersi come delle "dune" che si estendono parallelamente al tracciato di progetto e ricadenti all'interno dall'area di occupazione lavori.

In corrispondenza dei tratti trenchless (Microtunnel) il materiale di risulta dalle operazioni di risulta sarà caratterizzato e conferito a discariche autorizzate.

Rivestimento dei giunti

Al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti. Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di un'apposita apparecchiatura a scintillio (holiday detector) e, se necessario, saranno eseguite le riparazioni con l'applicazione di mastice e pezze protettive. È previsto l'utilizzo di autocarri adatti al sollevamento della condotta.

Posa della condotta

Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la condotta saldata sarà sollevata e posata nello scavo con l'impiego di trattori posatubi (sideboom). Nel caso in cui il fondo dello scavo presenti asperità tali da poter compromettere l'integrità del rivestimento, sarà realizzato un letto di posa con materiale inerte (sabbia, ecc.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 40 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Rinterro della condotta

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea (il materiale accantonato, laddove risultato conforme ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà totalmente riutilizzato in sito nella fase di ripristino, non sono quindi previsti surplus di materiale).

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, ove necessario, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.

Realizzazione degli attraversamenti

Gli attraversamenti di infrastrutture (strade, corsi d'acqua, servizi interrati, ecc.) esistenti vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea.

Le metodologie realizzative previste sono diverse e, in sintesi, possono essere così suddivise:

- attraversamenti con scavo a cielo aperto;
- attraversamenti per mezzo di tecnologie "trenchless".

Gli attraversamenti di strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione.

Il tubo di protezione è verniciato internamente e rivestito, all'esterno, con polietilene applicato a caldo in fabbrica dello spessore minimo di 3 mm.

Contemporaneamente alla messa in opera del tubo di protezione, si procede, fuori opera, alla preparazione del cosiddetto "sigaro". Questo è costituito dal tubo di linea a spessore maggiorato, cui si applicano alcuni collari distanziatori che facilitano le operazioni di inserimento e garantiscono nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta. Il "sigaro" viene poi inserito nel tubo di protezione e collegato alla linea.

Una volta completate le operazioni di inserimento, alle estremità del tubo di protezione saranno applicati i tappi di chiusura con fasce termorestringenti.

In corrispondenza di una o di entrambe le estremità del tubo di protezione, in relazione alla lunghezza dell'attraversamento ed al tipo di servizio attraversato, è collegato uno sfiato. Lo sfiato, munito di una presa per la verifica di eventuali fughe di gas e di un apparecchio tagliafiama, è realizzato utilizzando un tubo di acciaio DN 80 (3") con spessore di 2,90 mm. La presa è applicata a 1,50 m circa dal suolo, l'apparecchio tagliafiama è posto all'estremità del tubo di sfiato, ad un'altezza massima pari a 2,50 m. In corrispondenza degli sfiati, sono posizionate piantane alle cui estremità sono sistemate le cassette contenenti i punti di misura della protezione catodica.

Gli attraversamenti realizzati con scavo a cielo aperto, con o senza tubo di protezione, sono generalmente realizzati in corrispondenza di piccoli canali e di strade interpoderali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 41 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Questa tecnica causa, durante la fase di costruzione, un temporaneo disturbo dovuto agli sbancamenti per l'apertura dell'area di passaggio dei mezzi di lavoro e per il materiale di risulta proveniente dagli scavi; tale disturbo è comunque transitorio e legato alla durata dei lavori.

Opere trenchless

Per superare particolari elementi morfologici (es. mare) e/o in corrispondenza di particolari situazioni di origine antropica (ad es. infrastrutture viarie) o di corsi d'acqua arginati, saranno adottate soluzioni in sotterraneo (denominate convenzionalmente nel testo trenchless) con l'utilizzo, nello specifico, del Microtunnel.

Il metodo costruttivo del Microtunnel consente di superare un'area interessata da un ostacolo mediante la realizzazione di un tunnel sotterraneo (aventi solitamente diametri interni < 2,5m), che collega un pozzo di partenza ad uno di arrivo (Figura seguente).

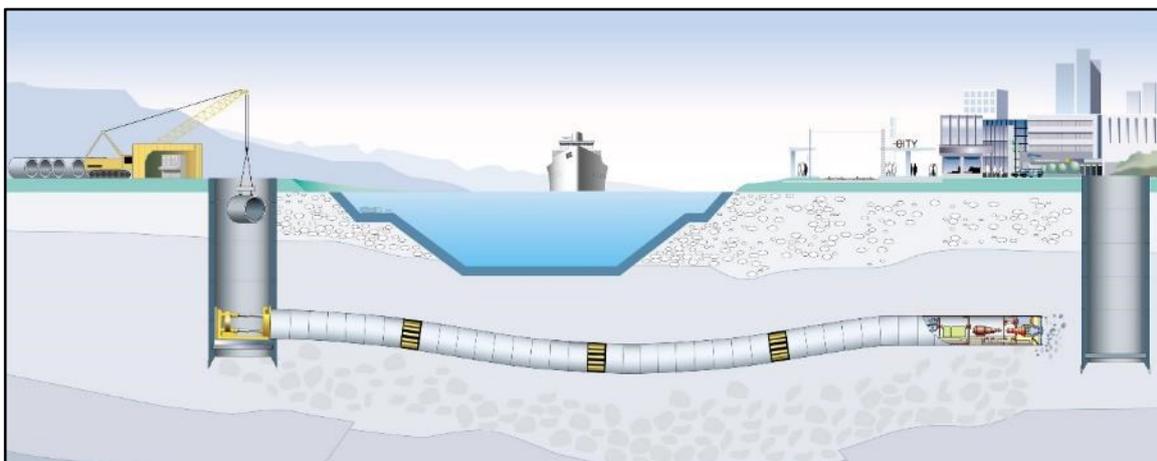


Figura 2.22: Attraversamento di un ostacolo con la metodologia Trenchless del Microtunnel

Dal punto di vista geometrico, la configurazione dell'intera opera sotterranea (pozzi e tunnel), è progettata in planimetria e in sezione in modo da non interferire con l'area e le profondità che caratterizzano l'ostacolo presente lungo lo sviluppo del tracciato in progetto.

Al termine dello scavo del tunnel, si procede prima con l'installazione della condotta in progetto e della polifera portacavi all'interno del tunnel e dei pozzi, e successivamente all'intasamento con miscele cementizie dell'intercapedine tra la condotta e il tunnel.

Le principali fasi di costruzione del metodo sono: la costruzione dei pozzi di partenza e di arrivo; lo scavo del microtunnel; l'installazione della condotta in progetto e della polifera portacavi nel tunnel; l'intasamento del tunnel; il riempimento dei pozzi e il ripristino delle aree di cantiere alle morfologie originarie.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 42 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tipicamente le attività di lavoro per la costruzione di un attraversamento con MT si articolano nella seguente sequenza temporale:

- a. Preparazione delle aree cantiere
 - Accantonamento dell'humus, recinzioni e calpestio
 - Stoccaggio dei materiali e delle attrezzature
- b. Costruzione delle postazioni di spinta e di recupero
 - Eventuali drenaggi delle aree e scavi di pre-sbancamento
 - Realizzazione delle strutture di contenimento e di fondo pozzo
 - Realizzazione del muro reggispinta nella postazione di spinta
- c. Installazione delle attrezzature nella postazione di spinta
 - Rotaie guida
 - Sistema per l'allontanamento del terreno di scavo
 - Stazione di spinta principale
 - Testata di perforazione
 - Strumentazione di controllo della direzionalità
- d. Produzione dei fanghi bentonitici
 - Installazione dell'impianto di produzione dei fanghi
 - Installazione dei silos di stoccaggio
 - Installazione dell'impianto di trattamento dello slurry
 - Circuito idraulico per la mandata e il recupero dei fanghi
- e. Installazione delle attrezzature per la fornitura di energia elettrica e oleodinamica
- f. Approvvigionamento dei tubi di rivestimento
 - Stoccaggio in area cantiere dei tubi di rivestimento in c.a. prodotti in stabilimento
- g. Operazioni di tunnelling
 - Scavo e rimozione del terreno
 - Posa in avanzamento dei tubi di protezione ed eventuali iniezioni lubrificanti
 - Installazione di stazioni di spinta intermedie
 - Controlli di direzionalità dello scavo
- h. Operazioni di intasamento, sigillatura ed impermeabilizzazione
 - Iniezioni di intasamento nel terreno di trivellazione
 - Sigillatura ed impermeabilizzazione dei giunti nel tubo di protezione
- i. Recupero delle attrezzature a fine trivellazione e pulizia del mt

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 43 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

j. Installazione della condotta nel microtunnel

- Installazione dei tubi portacavi per cavi telecomando
- Installazione di tubi in PEAD per l'intasamento del MT
- Collaudo idraulico della stringa (se prevista)
- Opere accessorie per l'installazione della condotta nel MT
- Installazione della condotta (saldature, controlli, sabbiatura, rivestimento di protezione catodica, etc.)
- Installazione del sistema di protezione catodica
- Collaudo idraulico post-installazione della condotta per la sezione in tunnel e nei pozzi
- Collegamenti della condotta con la linea

k. Intasamento del MT con miscele autolivellanti

l. Riempimento pozzi di trivellazione

m. Ripristini e recupero ambientale

- Smobilitazione cantiere e rinterro delle postazioni di trivellazione
- Ripristino morfologico delle aree in prossimità delle due postazioni
- Ripristini ambientali.

Il metodo costruttivo microtunnel prevede che l'azione di avanzamento della macchina di scavo, sia esercitata da una stazione di spinta ubicata nel pozzo di partenza della trivellazione, e sia trasmessa mediante i tubi di rivestimento in c.a. inseriti progressivamente dietro la macchina di scavo (Figura seguente).

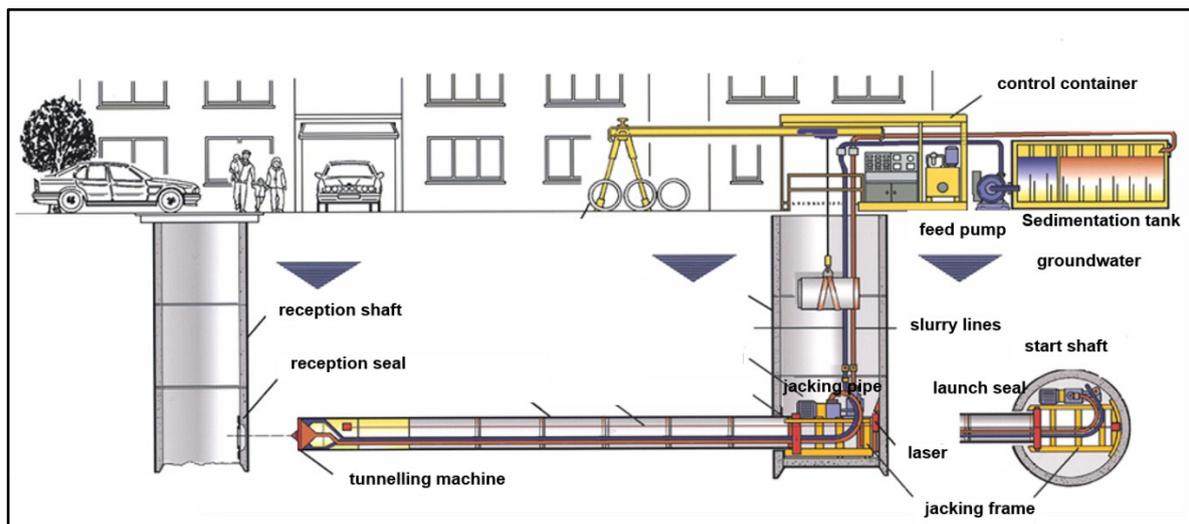


Figura 2.23: Schema costruttivo della metodologia Microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 44 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In associazione alla stazione di spinta principale sono usualmente utilizzate anche stazioni di spinta intermedie posizionate progressivamente durante l'avanzamento. I diametri esterni dei tubi di rivestimento in c.a. raggiungono tipicamente valori massimi del diametro esterno di 3000mm.

La configurazione geometrica di attraversamento può essere rettilinea o curvilinea. Nel caso di utilizzo di geometrie ad asse curvilineo (sia sul piano orizzontale che su quello verticale) sono impiegati tubi di rivestimento in c.a. con giunti a bicchiere, che sfruttano la possibilità di deviazione angolare offerta dal giunto stesso.

Le guarnizioni presenti tra i giunti dei tubi di rivestimento in c.a. garantiscono la tenuta idraulica e consentono di realizzare un'opera in sotterraneo impermeabile anche in condizioni di scavo in terreni saturi.

Il sistema di costruzione MT è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- testa fresante;
- sistema di spinta principale ed intermedio;
- tubi di rivestimento prefabbricati in c.a.;
- sistema di guida (cabina controllo e softwares);
- sistema di controllo della direzionalità (sistema a raggi laser);
- sistema per la riduzione degli attriti e sostegno del fronte scavo;
- impianto di produzione dei fanghi;
- impianto di trattamento del fango di perforazione;
- pompe e circuiti idraulici per i fanghi di perforazione;
- silos di stoccaggio dei materiali;
- sistema di rimozione del terreno di scavo (nastri trasportatori, slurry);
- pompe e circuito idraulico per la lubrificazione durante la perforazione;
- power pack;
- mezzi per la movimentazione dei materiali e delle attrezzature.

Usualmente è necessario costruire due postazioni di trivellazione: il pozzo di spinta in corrispondenza di un'estremità dell'attraversamento, collegato tramite il tunnel al pozzo di recupero della fresa, posizionato sull'estremità opposta del tunnel.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 45 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.24: Pozzo di lancio di un MT e stazione di spinta principale



Figura 2.25: Interno di un pozzo di lancio di un MT

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 46 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.26: Interno di un Microtunnel (MT) durante lo scavo



Figura 2.27: Pozzo di recupero della fresa di un Microtunnel (MT)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 47 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Per l'installazione della condotta nel MT solitamente è utilizzato un sistema di tiro.

Il sistema di tiro è configurato in modo da posizionare in un pozzo del microtunnel un argano, con una fune d'acciaio stesa all'interno del microtunnel fino al pozzo ubicato all'estremo opposto.



Figura 2.28: Argano con fune d'acciaio per il tiro della condotta nel MT



Figura 2.29: Tunnel pronto per l'inserimento della condotta. La fune d'acciaio collegata all'argano è stesa sul fondo del MT

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 48 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il pozzo dal quale è inserita la condotta viene modificato in modo da poter accogliere lungo una rampa la stringa di condotta da varare nel tunnel. In testa alla stringa da inserire è saldata una testa di tiro di forma conica alla quale è collegata la fune d'acciaio collegata all'argano. La colonna di tubo è posizionata su una via a rulli in modo che possa scorrere durante le fasi di tiro.

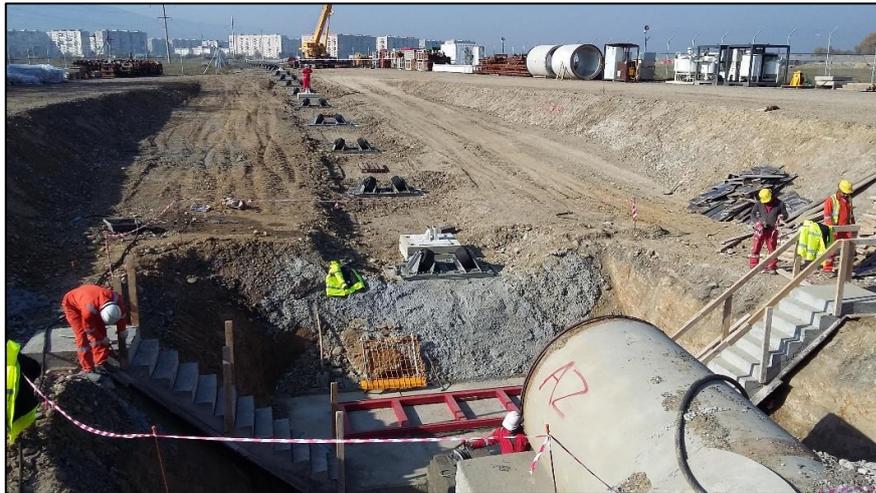


Figura 2.30: Pozzo e rampa preparate per il varo della condotta nel microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 49 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.31: Testa di tiro saldata alla stringa di condotta da inserire nel MT e collegamento con la fune d'acciaio collegata all'argano

Nella seguente figura è mostrata la fase di inizio del tiro della colonna da inserire nel microtunnel.



Figura 2.32: Installazione della stringa di condotta nel microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 50 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Durante l'installazione sono installati dei collari distanziatori sulla condotta prima dell'ingresso nel tunnel al fine di ridurre gli attriti durante il varo e di proteggere il rivestimento del tubo da eventuali abrasioni con il fondo in c.a. del tunnel.

Al termine dell'inserimento della condotta nel tunnel, si esegue il collaudo idraulico della condotta per garantire la totale integrità e, successivamente si completano i lavori con l'intasamento dell'intercapedine tra la condotta e il rivestimento interno del tunnel mediante iniezioni di miscele cementizie.

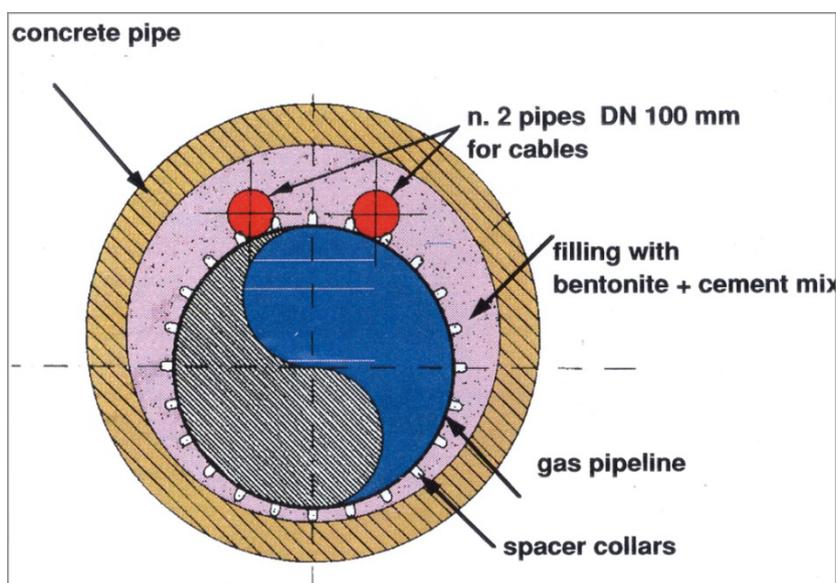


Figura 2.33: Sezione tipo della condotta posata nel microtunnel al termine dei lavori

Completato l'intasamento del tunnel si concludono i lavori con il riempimento dei pozzi, la rimozione delle opere accessorie e il ripristino delle aree temporanee di cantiere alle condizioni morfologiche originarie.

In generale, il sistema d'installazione della condotta è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- argano, fune di tiro e testa di tiro;
- via a rulli o in alternativa, per la movimentazione della stringa, possono essere utilizzati side-booms (nel caso di installazione di una stringa);
- collari distanziatori da installare sulla condotta (all'interno del MT);
- impianto per la produzione della miscela autolivellante per l'intasamento finale del tunnel;
- pompe, circuiti idraulici e tubi per l'intasamento del MT.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 51 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Realizzazione degli impianti di linea

La realizzazione degli impianti di linea consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.) e la realizzazione di fabbricati in muratura, ove previsti, per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo.

Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

Attività preliminari alla messa in gas

Le apparecchiature di processo devono essere ispezionate internamente al fine di appurarne l'integrità operativa.

Dopo il completamento della costruzione, si procede alla verifica di ogni struttura; ciascun sistema/sottosistema, compreso il sistema di controllo e l'impianto elettrico, è verificato per la corretta installazione.

Si veda per maggiori dettagli il successivo relativo al Pre-commissioning.

Mezzi

Una stima dei mezzi necessari alla realizzazione dell'opera, suddivisi per fasi di cantiere è indicata nella tabella seguente.

Tabella 2.1: Mezzi per la realizzazione dell'opera

FASE DI LAVORO	MEZZI	N.	POTENZA [kW]
Apertura pista	Escavatore cingolato	1	120
	Pala gommata	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
Sfilamento	Side Boom	1	120
	Fuoristrada	2	100
	Trattori per sfilamento	2	120
	Escavatore cingolato	1	120
Scavo della trincea	Escavatore cingolato	2	120
	Autocarro	2	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
Saldatura e piegatura tubi	Autocarro	2	120

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 52 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

FASE DI LAVORO	MEZZI	N.	POTENZA [kW]
	Escavatore cingolato	1	120
	Side Boom	1	120
	Fuoristrada/pulmino	1	100
	Pay-Welder	2	120
	Compressore	1	50
Posa tubi e prerinterro	Side Boom	4	120
	Escavatore cingolato	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada/pulmino	2	100
	Pala cingolata	1	120
Rinterro e chiusura pista	Escavatore cingolato	1	120
	Pala gommata	1	120
	Autocarro	1	120
Collaudo idraulico e svuotamento	Stazione di pompaggio	1	120
	Autocarro	1	120
	Escavatore	1	120
	Fuoristrada	2	100
	Compressore	2	50
Messa in gas	Promiscuo	1	100
	Fuoristrada	2	100
Ripristini morfologici	Escavatore	2	120
	Autocarro	2	120
	Fuoristrada	2	100
Ripristini vegetazionali	Escavatore	1	120
	Escavatore leggero	1	120
	Autocarro	1	120
	Fuoristrada	1	100
Realizzazione opere trenchless/lavori meccanici di montaggio	Pala meccanica	2	120
	Escavatore	2	120
	Autocarro per smarino	2	120
	Gru >25 Ton	1	200
	Autogru ≤ 25 t	2	200

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 53 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

FASE DI LAVORO	MEZZI	N.	POTENZA [kW]
	Autobetoniera	2	120
	Fuoristrada	2	100
	Promiscuo	2	100
	Sistemi perforazione	1	120
	Trivella	1	120
Ripristini viabilità	Escavatore	1	120
	Pala meccanica	1	120
	Autocarro	2	120
	Fuoristrada	2	100

Materiali

La realizzazione dei metanodotti richiede l'impiego di materiali che, oltre all'acciaio della tubazione e dei relativi apparati (valvole, ecc.), è principalmente costituito da calcestruzzo per le solette di fondazione delle opere di ripristino, per i basamenti delle valvole di intercettazione.

Si evidenzia che il calcestruzzo e i materiali inerti da utilizzare saranno reperiti sul mercato dagli operatori locali più vicini alle aree di realizzazione delle diverse opere. La realizzazione dell'opera non comporterà l'apertura di alcuna cava di prestito al servizio dell'opera.

Collaudo idraulico

A condotta completamente posata e collegata si procederà al collaudo idraulico che è eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola ad almeno 1,3 volte la pressione massima di esercizio, per una durata di 48 ore.

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico sono eseguite utilizzando idonei dispositivi, comunemente denominati "pig", che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

Queste attività sono svolte suddividendo la linea per tronchi di collaudo. Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati verranno collegati tra loro mediante saldatura controllata con sistemi non distruttivi.

Al termine delle operazioni di collaudo idraulico e dopo aver proceduto al rinterro della condotta, si eseguirà un ulteriore controllo dell'integrità del rivestimento della stessa. Tale controllo è eseguito utilizzando opportuni sistemi di misura del flusso di corrente dalla superficie topografica del suolo.

L'acqua di collaudo verrà quindi filtrata ed analizzata chimicamente ai fini della corretta gestione finale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 54 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Esecuzione degli interventi di ottimizzazione, mitigazione e dei ripristini

I ripristini rappresentano l'ultima fase di realizzazione di un metanodotto e consistono in tutte le operazioni, che si rendono necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori. Al termine delle fasi di montaggio, collaudo e collegamento si procede a realizzare gli interventi di ripristino.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali.

- Ripristini morfologici: si tratta di opere ed interventi mirati alla riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo la riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.
- Ripristini vegetazionali: tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, della copertura vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale e seminaturale. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

2.2.5. Tratto in dismissione

Ultimata la messa in esercizio del Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 750 (30"), DP 75 bar e degli stacchi esistenti, l'attività di dismissione delle linee Alessandria-Cairo Montenotte e Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12"), riguarderà il tratto compreso tra il PID n. 1 di interconnessione e il collegamento che si stacca dall'area trappole, interconnessione e riduzione in loc. Chinelli con il DN 300 esistente; l'attività comporterà la rimozione della condotta esistente e dei relativi stacchi mediante la realizzazione di scavi a cielo aperto.

Per alcuni tratti di condotta, in corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture di rilievo realizzati con tubo di protezione, può essere previsto lo sfilamento della condotta e l'intasamento del tubo di protezione in luogo della completa rimozione.

Di seguito una breve descrizione degli interventi previsti.

- Rimozione: rimozione totale della condotta e delle opere accessorie attraverso scavi per messa a vista della condotta, successivo rinterro con ripristini morfologici delle aree interessate dai lavori.
- Estrazione del tubo di linea e intasamento del tubo di protezione: rimozione della sola condotta di trasporto del gas attraverso lo sfilamento della stessa dal tubo di protezione, che verrà mantenuto in loco. Tutte le attività verranno eseguite nell'ambito di due piccole aree di cantiere collocate in corrispondenza delle due estremità del tubo di protezione stesso il quale, al termine dei lavori, verrà inertizzato tramite intasamento con malta cementizia.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 55 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Intasamento del tubo di linea: la condotta di trasporto del gas non verrà rimossa ma mantenuta in loco. Tutte le attività verranno eseguite nell'ambito di due piccole aree di cantiere collocate in corrispondenza delle due estremità del tubo di linea il quale, al termine dei lavori, verrà inertizzato tramite intasamento con malta cementizia.
- Smantellamento degli impianti: lo smantellamento degli impianti e punti di linea consiste nello smontaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (apparecchiature di controllo, ecc.) e nello smantellamento dei basamenti delle valvole in c.a.

In ogni caso, al termine delle operazioni, è previsto il ripristino morfologico delle limitate aree interessate dagli scavi.

2.2.6. Pre-Commissioning

A valle del completamento dell'installazione delle apparecchiature costituenti gli impianti, si avviano le attività di precommissioning con lo scopo di verificare che tutte le parti dell'impianto appena completate meccanicamente siano state realizzate in maniera conforme al progetto originario.

Durante il pre-commissioning non viene introdotto il fluido di processo (gas naturale) nell'impianto ma solo fluidi di servizio quali aria compressa, acqua, azoto, vapore.

Sono temporaneamente messi sotto tensione a scopo di test i componenti elettrici quali quadri di distribuzione, gruppi di continuità.

Parte integrante della fase di precommissioning riguarderà anche il collaudo dei sistemi di ormeggio.

Una volta eseguita l'installazione del giunto che conetterà la condotta sottomarina e il PLEM sarà possibile provvedere alle attività di pre-commissioning.

Tutte le attività di installazione della torretta sulla FSRU avverranno in cantiere prima dell'arrivo in sito.

Il collaudo idraulico del sistema costituito dalla condotta sottomarina che va dal FSRU al punto di interconnessione linea mare/terra, e le operazioni connesse ad esso, devono assicurare che il sistema sia pronto per essere collegato agli altri sistemi (ovvero il rigassificatore e la condotta a terra) ed alla successiva introduzione del prodotto e prevederà le seguenti attività principali:

- Riempimento, pulizia e calibratura interna della condotta;
- Collaudo idraulico della condotta;
- Collaudo idraulico di altre componenti facenti parte del sistema della condotta sottomarina;
- Prova di tenuta dell'intero sistema oppure, in alternativa, prove di tenuta sulle singole connessioni flangiate non testate durante il collaudo della condotta;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 56 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Svuotamento del sistema;
- Essiccamento;
- Flussaggio e preservazione con azoto.

La caratterizzazione e lo smaltimento delle sostanze chimiche saranno eseguiti con procedure prestabilite e sotto il controllo delle autorità competenti, saranno definite le procedure per il prelievo e lo scarico dell'acqua necessaria. La caratterizzazione chimica dei rifiuti provenienti dall'acqua scaricata della condotta e le procedure di raccolta e smaltimento saranno presentate alle Autorità territoriali competenti.

L'acqua utilizzata per il riempimento e collaudo può essere acqua dolce o di mare, pulita, non aggressiva e di qualità che limiti al minimo il rischio di corrosione della tubazione. Non è consentito l'uso di acque reflue o derivanti da processi industriali.

Prima di accertarne l'idoneità verrà eseguita un'analisi di laboratorio, e potrebbe essere trattata con additivi chimici ove richiesti ad evitare l'insorgenza di fenomeni corrosivi o accrescimento microbico.

L'acqua utilizzata, inoltre, sarà filtrata per impedire l'ingresso di corpi estranei all'interno della tubazione in prova e, in caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo, ecc.) o nel caso di acqua torbida, devono essere usate delle attrezzature di decantazione e di filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione.

La stima preliminare del volume di acqua prelevata durante le varie fasi del collaudo è riportata nella seguente tabella riepilogativa:

Sottosistema/Operazione	Volume di acqua stimato
Condotta / Pre-allagamento (qualora richiesto)	1550 m ³
Condotta / Riempimento, pulizia e calibratura interna	1550 m ³
Condotta / Collaudo	10 m ³
Riser Flessibili / Riempimento	110 m ³
Riser Flessibili / Collaudo	1 m ³
Intero sistema / Prova di tenuta	10 m ³

Per quanto riguarda il cavo sottomarino a fibra ottica (FOC), 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 relative funzionalità associate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 57 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Con riferimento alle condotte a terra, le attività preliminari alla messa in gas consistono nell'esecuzione in sequenza delle seguenti operazioni:

- Pulizia;
- Riempimento;
- Collaudo;
- Svuotamento;
- Controllo;
- Essiccamento;
- Depressurizzazione e inertizzazione.

Il collaudo idraulico sarà effettuato suddividendo la condotta in tronchi di collaudo di lunghezza variabile, sulla base principalmente del profilo altimetrico della condotta, della localizzazione dei possibili punti di prelievo e di smaltimento dell'acqua da utilizzare per lo stesso collaudo.

L'approvvigionamento avviene in modo diretto sulla linea da collaudare o attraverso linee di adduzione provvisorie appositamente predisposte e di seguito smantellate.

Si provvederà alla individuazione del punto di prelievo dell'acqua, utilizzando sorgenti naturali, quali corsi d'acqua superficiali, bacini e pozzi, serbatoi artificiali o reti idriche disponibili in zona, nel rispetto della legislazione vigente in materia.

Non è consentito l'utilizzo di acque reflue o derivanti da processi industriali.

Al fine di evitare il possibile ingresso di corpi estranei nell'impianto in prova e nel caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo ecc.), l'acqua sarà opportunamente filtrata, oppure in caso di acque torbide, si procede ad utilizzare apparati di decantazione e filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione.

2.2.7. Commissioning

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

In questa fase saranno da applicarsi tutte le procedure di sicurezza previste dalle procedure medesime.

Le fasi del commissioning sono quelle qui elencate nell'ordine più comunemente usato, altre sequenze possono essere adottate in funzione di esigenze particolari di impianto (FSRU Alto Tirreno):

- 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;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 58 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- 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;
- 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.

2.2.1. Avviamento

Portate a termine le fasi di pre-commissioning e commissioning il Terminale FSRU Alto Tirreno è pronto per entrare in produzione.

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

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

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

2.2.2. Inserimento in gas

La messa in gas comprende l'esecuzione delle operazioni necessarie per imbottire di gas naturale la condotta con eliminazione completa di aria o altri gas presenti nella condotta stessa.

L'esecuzione delle fasi operative previste per la messa in gas presuppone che:

- tutte le fasi previste nella costruzione siano state espletate con particolare riguardo all'essiccamento della linea e degli impianti quando previsto;
- siano stati eseguiti tutti i collegamenti (definitivi o provvisori) per l'immissione di gas nella condotta.

La pressurizzazione andrà eseguita di norma per tronchi successivi utilizzando le valvole di by-pass dei punti di intercettazione; tutte le valvole di linea che delimitano il tronco da pressurizzare dovranno essere poste in posizione di chiusura.

L'immissione del gas naturale nel tratto di condotta in condizioni di vuoto è eseguita in modo graduale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 59 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il recupero e lo smaltimento di eventuali residui devono essere effettuati secondo le prescrizioni legislative in vigore in tema di rifiuti.

Esaurite tutte le fasi esecutive, i metanodotti potranno essere considerati pronti per la fase di pressurizzazione per il completamento della messa in esercizio.

2.2.3. Cronoprogramma

Nel seguito viene fornito il cronoprogramma preliminare delle attività previste nell'area di intervento per le fasi di cantiere fino all'operatività del Terminale.

La realizzazione del Progetto in questione seguirà diverse fasi, di seguito si riporta un Cronoprogramma delle attività.



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R22170

UNITA'
-

LOCALITA'

ALTO TIRRENO

REL-AMB-E-00006

PROGETTO / IMPIANTO

Progetto FSRU Alto Tirreno e
Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Pag. 61 di 269

Rev.
1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

2.3. Fase di Esercizio

2.3.1. Il Terminale FSRU

Il Progetto FSRU Alto Tirreno prevede la rilocalizzazione dell'ormeggio della FSRU Golar Tundra a circa 3 km dalla linea di costa.

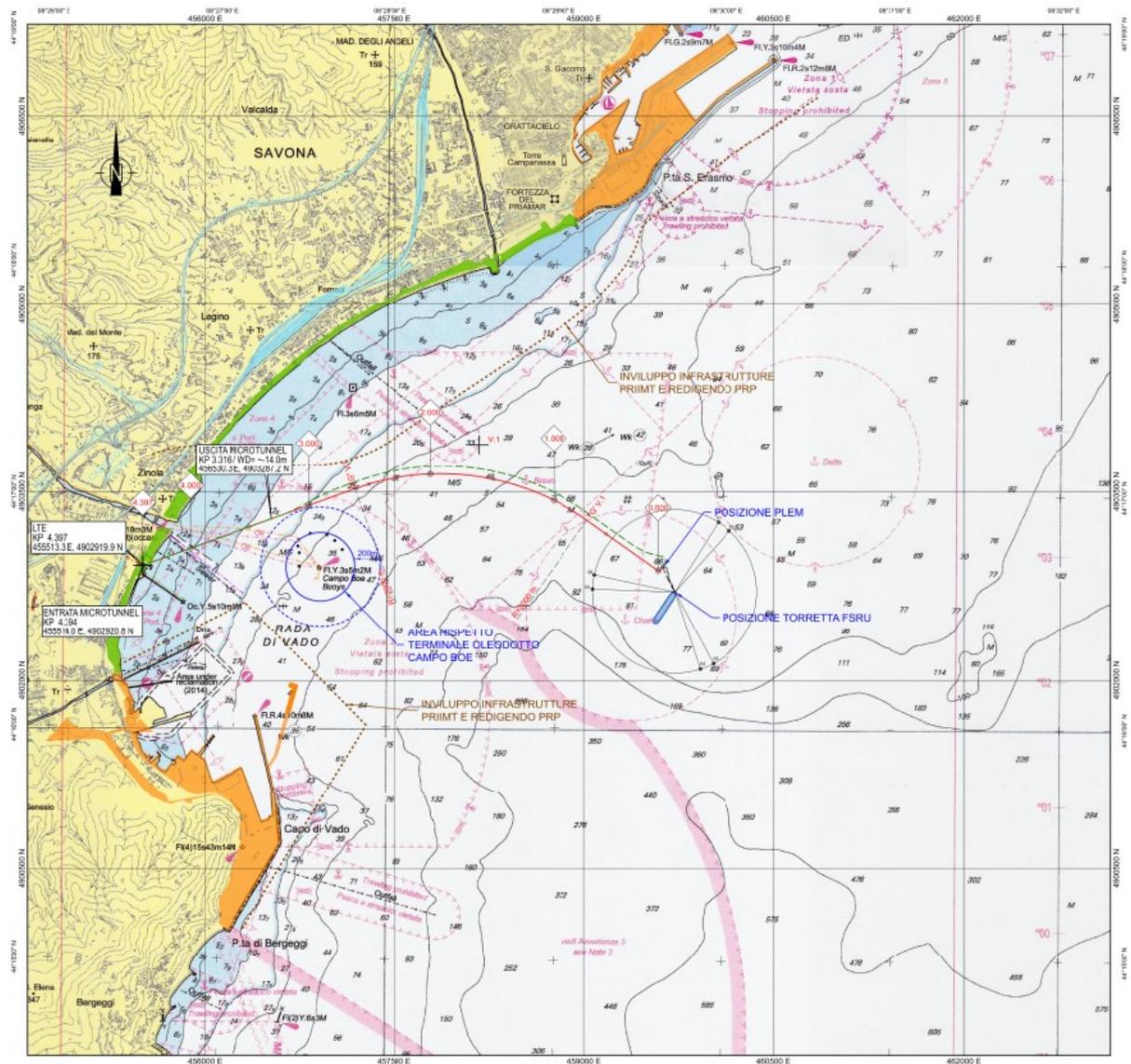


Figura 2.35: Ubicazione delle opere a mare

La FSRU, da ormeggiarsi mediante un sistema a “torretta” ancorato sul fondo marino con idonei dispositivi ad una profondità di circa 90 m, sarà collegata a terra mediante un nuovo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 62 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

gasdotto sottomarino (sealine) da DN 650 (26") Pressione di Progetto DP 100 bar e lunghezza circa 4,4 km.

La FSRU riceverà gas naturale liquefatto (GNL) dalle navi cisterna di GNL che si accosteranno al rigassificatore. Il GNL sarà rigassificato a bordo della FSRU e il gas verrà esportato a terra.

Il Terminale FSRU è costituito dai seguenti elementi principali:

- Una unità di rigassificazione di stoccaggio galleggiante (FSRU) "Golar Tundra", opportunamente modificata per l'integrazione in prua del sistema di ormeggio;
- Un sistema di ormeggio a Torretta;
- Il sistema di esportazione del gas, costituito da:
 - Un manifold sottomarino con valvola di intercettazione (PLEM);
 - Una tubazione flessibile DN 350 (14") (riser) di connessione tra la torretta di ormeggio della FSRU ed il PLEM,

Il sistema è stato dimensionato per una vita utile nominale > 22 anni.

2.3.1.1. Caratteristiche della FSRU

La FSRU Golar Tundra ha una capacità nominale di stoccaggio GNL pari a circa 170.000 m³ e una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h che vengono trasferiti nella rete Nazionale mediante un sistema di condotte; nella seguente tabella se ne riportano le principali caratteristiche dimensionali.

Tabella 2.2: Principali dettagli dimensionali e tecnici della FSRU Golar Tundra

FSRU GOLAR TUNDRA - Principali dettagli dimensionali e tecnici		
Parametro	U.M	Valore
Lunghezza fuori tutto/Length Overall	m	292,5
Lunghezza tra le perpendicolari/Length BP	m	281
Larghezza/Breadth	m	43,42
Altezza di costruzione/Depth	m	26,6

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 63 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

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.

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

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera spola;
- Sistema di stoccaggio GNL, capacità nominale pari a circa 170.000 m³ (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.

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà sempre l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL. Nella condizione di esercizio è previsto, da parte della FSRU, il prelievo e la restituzione dell'acqua di mare. La portata massima di acqua di mare necessaria ai vaporizzatori risulta di circa 18.000 m³/h.

Per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema di acqua di mare della FSRU, è previsto inoltre un sistema di iniezione di ipoclorito. L'acqua rilasciata dalla FSRU avrà un contenuto di Cloro compatibile con il limite indicato dalla normativa, pari a 0,2 mg/l (valore massimo di cloro attivo libero per sistema di elettro-clorinazione come definito nell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Al fine di valutare i meccanismi di dispersione indotti dal contenuto di cloro e dal gradiente termico in uscita dall'impianto è stato condotto uno studio mediante applicazione di modello numerico atto a riprodurre la circolazione litoranea nell'area di studio (REL-AMB-E-00010 in allegato).

Descrizione Generale del Processo

Il trasferimento del GNL avverrà attraverso l'ormeggio STS (ship-to-ship) tra la metaniera e la FSRU. Il GNL, una volta stoccato nei serbatoi della FSRU, sarà quindi trasferito, mediante un sistema di pompaggio, al sistema di vaporizzazione per il cambio di fase. Il gas naturale vaporizzato sarà quindi convogliato al sistema di scarico.

Il sistema impiantistico è progettato per operare senza soluzione di continuità per 365 giorni all'anno 24 ore su 24 ore assicurando una portata annuale di gas naturale di circa 5 miliardi di standard metri cubi.

Il Terminale FSRU Alto Tirreno sarà in grado di operare nelle seguenti modalità:

- Servizio di rigassificazione;
- Servizio di rigassificazione e carico GNL da nave metaniera spola;
- Servizio di carico GNL su nave metaniera di piccola taglia (Small Scale);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 64 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Stoccaggio senza servizio di rigassificazione.

Capacità di stoccaggio di GNL

La FSRU è dotata di No. 4 serbatoi a membrana, aventi le seguenti condizioni operative:

- Capacità massima complessiva di stoccaggio: circa 170.000 m³ suddivisi in termini di volume operativo (98,5% della capacità massima) in n.1 serbatoio da circa 24.000 m³ e n.3 serbatoi da circa 48.000 m³;
- Temperatura di stoccaggio GNL: -163°C.

Dai serbatoi di stoccaggio, il GNL viene inviato ad un collettore principale per mezzo di un sistema di pompaggio costituito dalle pompe in-tank principali.

Sistema di Vaporizzazione

Il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 (tre) treni di rigassificazione, ciascuno dei quali può operare con una portata massima di 294.500 Sm³/h. Il sistema di vaporizzazione opererà normalmente con tutti e 3 i treni.

Il sistema di vaporizzazione si compone delle seguenti apparecchiature principali:

- No.6 pompe booster ciascuna con capacità di 260 m³/h che aumentano la pressione del flusso LNG fino a 75 barg;
- No.3 pompe di sollevamento dell'acqua di mare, ciascuna con una capacità massima di 6.000 m³/h, situate nella sala di prua. Ciascuna pompa d'acqua di mare è dotata di un filtro;
- No.6 scambiatori di calore utilizzati per vaporizzare il GNL prima dell'invio in rete.

Il fabbisogno termico della FSRU coincide con il calore necessario a vaporizzare il GNL nei vaporizzatori.

Il calore totale scambiato, considerando uno scenario estremo con:

- No.3 treni di vaporizzatori (No. 6 scambiatori) operanti in contemporanea;
- Un gradiente termico massimo dell'acqua di mare tra ingresso ed uscita pari a 7°C,

richiederà una portata massima di acqua mare di circa 18.000 m³/h.

L'acqua di mare, utilizzata per la vaporizzazione del GNL, sarà addizionata a bordo della FSRU con un minimo contenuto di cloro per prevenire la proliferazione di microrganismi all'interno degli scambiatori. Il quantitativo di cloro immesso sarà al di sotto del limite di 0,2 mg/l indicato dalla normativa vigente (Rif. Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

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).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 65 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

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.

La FSRU è dotata con una presa campione per la misurazione del contenuto di cloro allo scarico dell'acqua di mare, al fine di assicurare che gli scarichi siano conformi a quanto previsto dalla normativa vigente.

Gestione del Boil-Off Gas (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 in funzione delle operazioni attive.

È generalmente previsto l'invio del BOG al ricondensatore per il recupero del GNL.

Alimentazione Elettrica

Le utenze della FSRU, una volta ancorata al largo di Vado Ligure, saranno alimentate attraverso gli esistenti motori di bordo. Si precisa che a bordo della FSRU Golar Tundra sono installati quattro motori principali di tipo marino:

- tre motori di potenza termica pari a circa 24 MW ciascuno, in grado di produrre 11.700kW elettrici ciascuno;
- un motore di potenza termica pari a circa 12 MW e in grado di produrre 5.850kW elettrici.

Durante l'esercizio della FSRU nelle condizioni di normale funzionamento è necessaria l'operatività di due motori, secondo il seguente assetto:

- due motori da 24 MW termici; o
- un motore da 24 MW termici e un motore da 12 MW termici.

L'avvio di un terzo motore si potrà verificare nel caso in cui sia necessario scambiare i motori in funzione (ad es. riduzione del carico, manutenzione, problematiche riscontrate ad uno dei motori): in tale condizione un motore risulterà in assetto di spegnimento, mentre l'altro in assetto di avviamento. Per il funzionamento normale il carico sarà ripartito tra i motori in percentuale rispetto alla loro cilindrata.

Per quanto riguarda la potenza termica massima raggiunta con il funzionamento dei motori per l'alimentazione elettrica della FSRU, questa sarà comunque inferiore a 50 MW.

2.3.1.2. Sistema di ormeggio della FSRU

Il sistema di ormeggio selezionato per la FSRU è il sistema a torretta tipo STL.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 66 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il STL è un sistema di ormeggio a punto fisso che consiste nell'avere il mezzo navale (FSRU) collegato in modo tale che sia libero di ruotare intorno ad un punto fisso (torretta), con e senza una nave metaniera ormeggiata sul fianco.

La torretta è sua volta ormeggiata tramite delle linee di ancoraggio al fondale marino, permettendo così al mezzo navale ad essa collegato di disporsi secondo la risultante dei carichi ambientali agenti (corrente, onde e vento).

Il STL costituisce una tecnologia consolidata e diffusa nell'ambito dell'industria petrolifera offshore (Oil & Gas industry) ed è costituito dai seguenti componenti:

- Struttura di integrazione della nave, sia nella parte superiore della prua sia in quella inferiore (zona bulbo);
- Sistema a torretta montato a prua, composta da:
 - Torretta per alloggiamento della boa,
 - Struttura supporto torretta;
 - Piattaforma rotante;
 - Collegamento per riser;
 - Struttura di accesso alla torretta;
- Modulo di galleggiamento (turret buoy) della piattaforma rotante;
- Sistema di ormeggio.

Il STL sarà progettato in modo tale che sia possibile permettere alla FSRU di disconnettersi qualora necessario, lasciando galleggiare la *turret buoy* (di cui si riporta un tipico nella figura sottostante) ad una profondità adeguata al di sotto del pelo libero dell'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 67 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

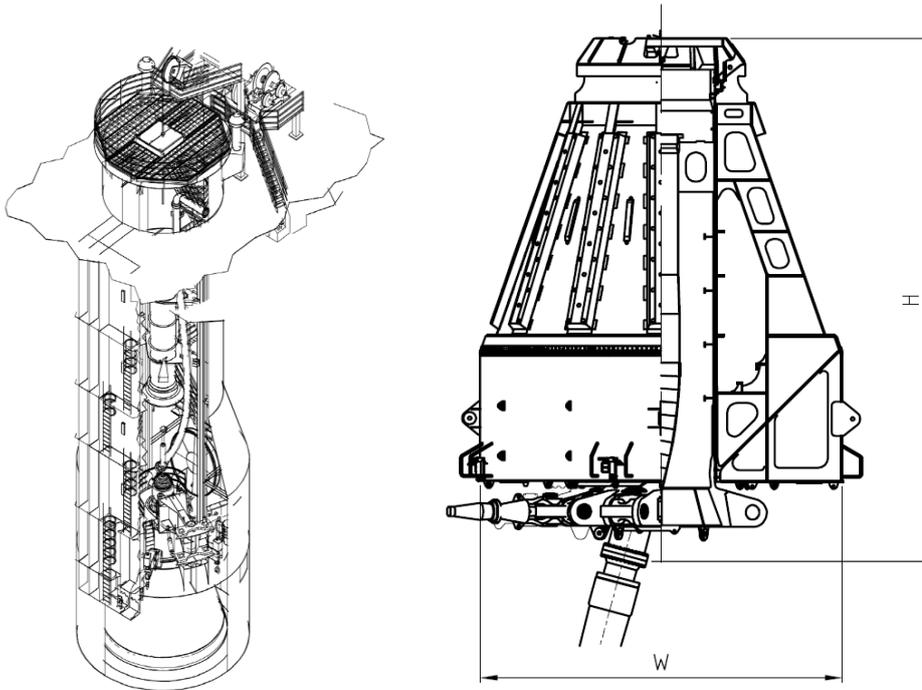


Figura 2.36: Dettaglio di una tipica *turret buoy*

Il sistema di ormeggio preliminarmente scelto è composto da sei linee di ormeggio distribuite in coppia e disposte a circa 120 gradi l'una dall'altra.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 68 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 2.37: FSRU Golar Tundra con turret buoy

La soluzione proposta prevede l'utilizzo di ancore a trascinamento (drag embedded anchor).



Figura 2.38: Configurazione tipica di ancore a trascinamento

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 69 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

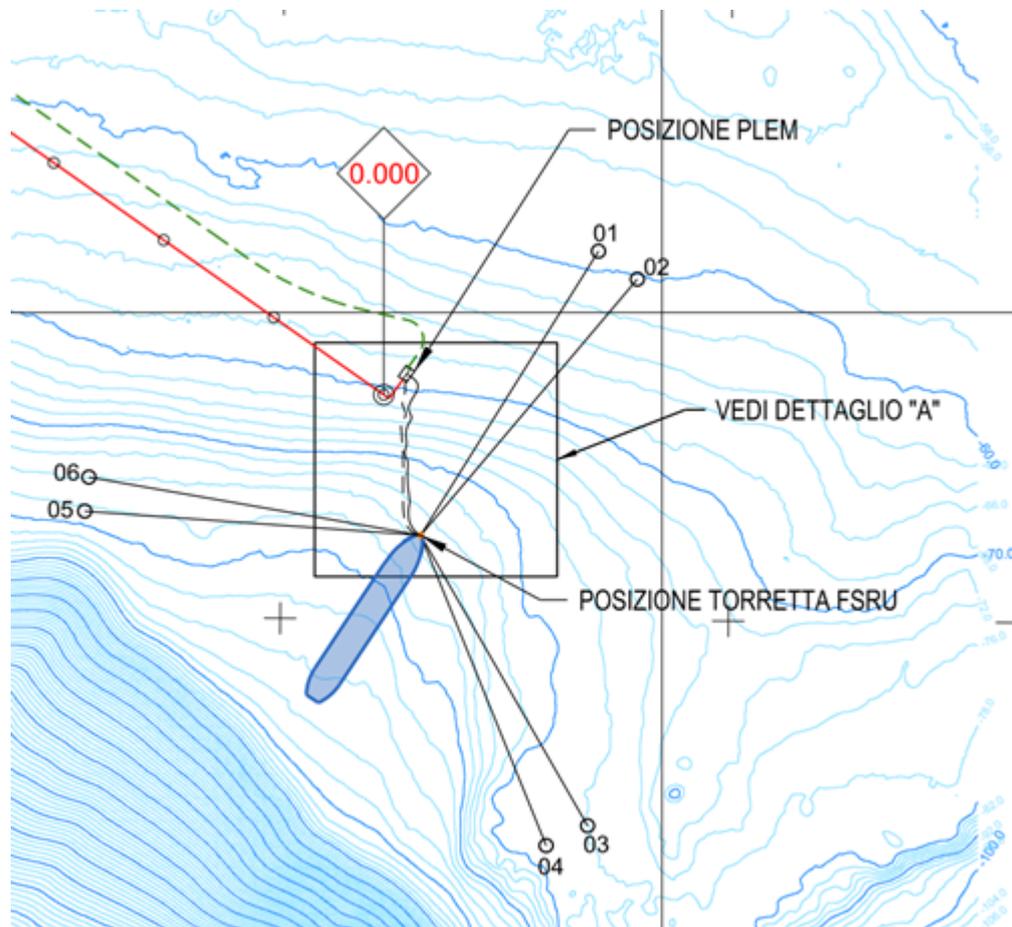


Figura 2.39: Schema di Ormeaggio

2.3.1.3. Manifold Sottomarino (PLEM)

Tramite una tubazione flessibile di diametro DN350(14") (riser), il gas naturale sarà inviato dalla FSRU al PLEM e, da quest'ultimo, attraverso la connessione flangiata alla condotta sottomarina (sealine).

Il PLEM è essenzialmente costituito da:

- una struttura di fondazione a gravità (skirt e mudmat) per l'interazione con il fondale marino e per sostenere il piping, la valvola di intercettazione sottomarina e relativi equipment di attuazione;
- una struttura sovrastante che assicura la protezione delle tubazioni e delle valvole e dall'eventuale impatto dovuto alla caduta di oggetti (dropped object).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 70 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Le dimensioni del PLEM sono contenute all'interno di un'area avente dimensioni circa 20 m x 20 m.

Una configurazione tipica del PLEM è riportata nella seguente figura.

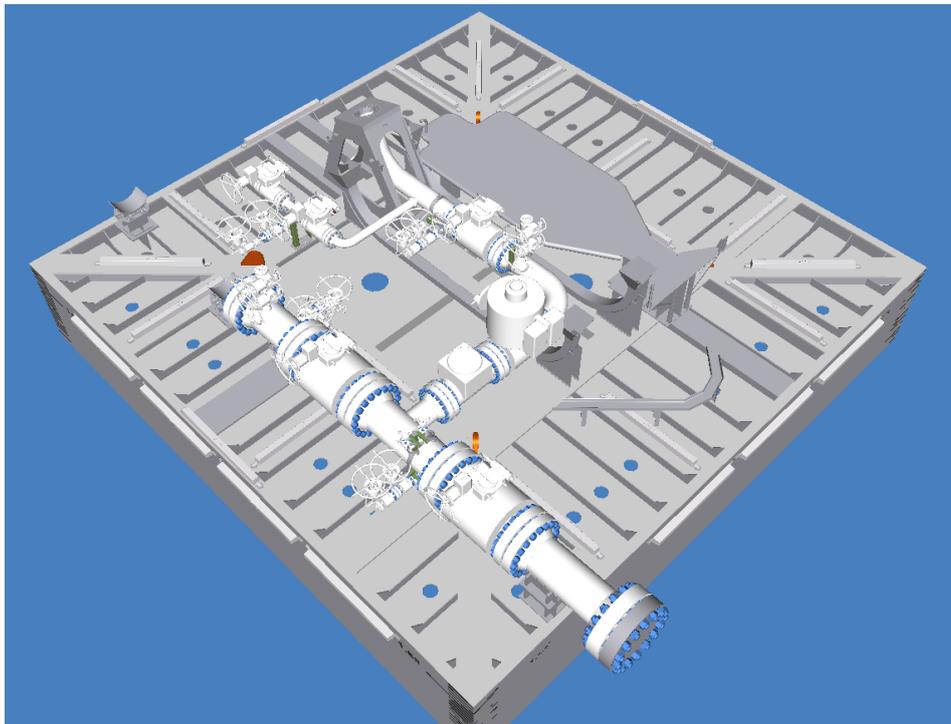


Figura 2.40: Tipica configurazione del PLEM

Nel PLEM verrà installata una valvola di intercettazione sottomarina per creare una barriera di sicurezza nel caso in cui sia necessario interrompere la linea di flusso d'esportazione. La valvola sarà operabile mediante un idoneo sistema di controllo.

La FSRU, a sua volta, sarà collegata al PLEM attraverso una tubazione flessibile DN350(14'') (denominato riser) che consentirà il passaggio del gas naturale. Il collegamento tra la FSRU ed il riser avviene attraverso il sistema di ormeggio a torretta descritto in precedenza.

2.3.2. Opere Connesse

Il Progetto FSRU Alto Tirreno include una serie di opere connesse da realizzarsi a mare ed a terra, quali:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 71 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- La condotta sottomarina (sealine) di diametro DN 650 (26") lunga circa **4,4** km che si stacca dal PLEM fino al punto di approdo a terra.
- Il cavo telecomando a fibra ottica (FOC) che connette il PLEM al punto di giunzione all'approdo costiero (circa **4,4** km di lunghezza tratto a mare) e che poi prosegue per ulteriori **26,5** km a terra fino all'impianto Area Trappole, Interconnessione e Regolazione in località Chinelli in Comune di Cairo Montenotte (SV).
- L'allacciamento FSRU Alto Tirreno tratto a terra DN 650 (26"), DP 100 bar (L= **2,7** km ca) dall'uscita a terra del microtunnel di attraversamento della linea di costa fino all'Impianto PDE in Località Gagliardi.
- La condotta di collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN **750** (30"), DP 75 bar (L= **23,8** km ca)

Di seguito per ciascuna componente delle suddette opere connesse viene fornita una descrizione tecnica sintetica rinviando per i maggiori dettagli alla documentazione progettuale.

2.3.2.1. Linea a mare (sealine)

RIEPILOGO LINEA A MARE				
n.	Descrizione	codice linea	Lunghezza	note
1	Metanodotto FRSU Alto Tirreno e Collegamento alla rete Nazionale Gasdotti	-	4,4 km	

Per la realizzazione della nuova condotta sottomarina, il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni con diametro nominale DN 650 (26") tubi con un carico unitario al limite di snervamento pari a 450 N/mm², con spessore pari a:

- WT=15.9mm per KP **0.0 - 4.411** (WD<80m).

La rotta a mare si sviluppa su una lunghezza di circa **4,4** km tra zona in prossimità della FSRU posta ad una profondità di circa **70** m e l'approdo ubicato **nei pressi della città** di Vado Ligure, in Provincia di Savona.

Il tracciato a mare mantiene un andamento curvilineo in direzione SE-NO tra la FSRU e l'isobata dei 50 m per poi assumere un andamento NE-SO verso l'isobata dei 30 m, attraverso due curve con raggio di curvatura di 2000 m. Lungo il tratto costiero, con curvatura di 3000 m si passa dalla profondità di 30 m, poco prima dell'uscita del MT, alla costa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 72 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

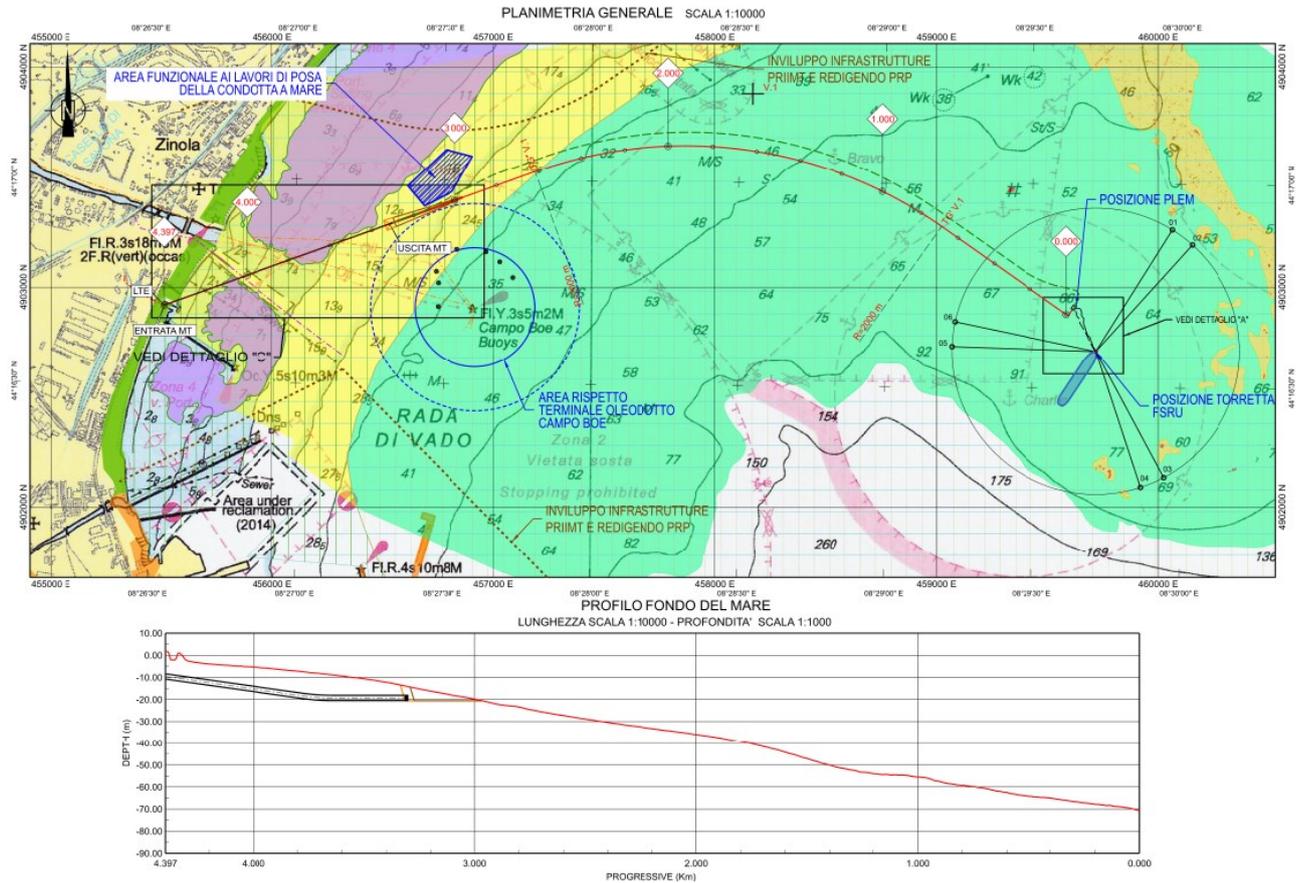


Figura 2.41: Andamento generale della condotta e profilo batimetrico

2.3.2.2. Approdo costiero

L'approdo costiero della condotta è previsto tramite tecnologia trenchless, in particolare tramite la realizzazione di un microtunnel. Tale soluzione tecnica permette di attraversare la linea di costa senza lo scavo di una trincea nel tratto onshore. Il punto di uscita a mare è localizzato a circa 1100 m dalla parete di entrata del tunnel ad una profondità di circa -20.0 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 73 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

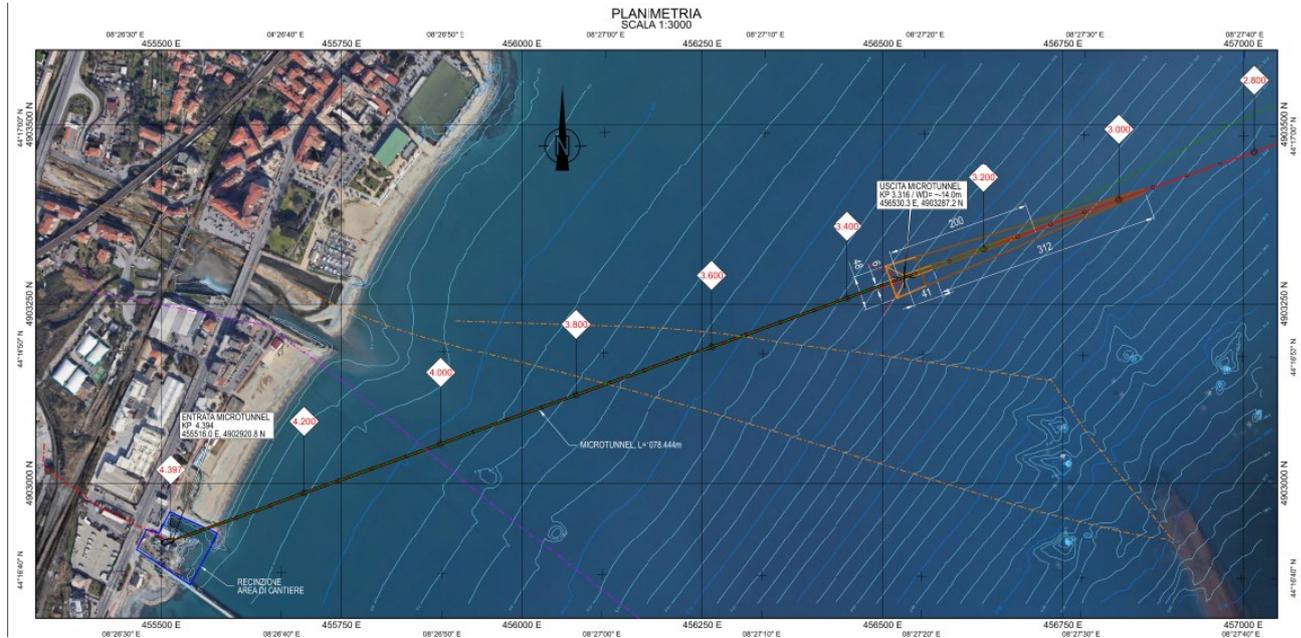


Figura 2.42: Microtunnel di approdo costiero

La lunghezza complessiva del microtunnel è pari a circa **1,1 km**. Il tracciato planimetrico è rettilineo per facilitare il tiro di inflaggio della tubazione al suo interno mentre sul piano verticale la forma è curva con un raggio di curvatura compatibile con l'elasticità della condotta.

2.3.2.3. Cavo a Fibra Ottica (FOC) sottomarino

Oltre alla condotta a mare (sealine), è prevista l'installazione di un cavo a fibra ottica (FOC) per il telecontrollo della valvola di intercetto posizionata nel PLEM. Il cavo consentirà di operare le operazioni di apertura/chiusura della valvola da remoto dal Dispacciamento (Centro di Controllo) Snam Rete Gas di San Donato Milanese. Il cavo, nel tratto sottomarino, sarà posato in parallelo alla nuova condotta DN650(26") ad una distanza di circa 50 m. Prima dell'ingresso nel microtunnel il cavo si avvicinerà alla nuova condotta e proseguirà quindi all'interno del microtunnel. A terra il cavo sarà posato nella stessa trincea della condotta fino all'area impiantistica di Chinelli per una lunghezza totale di circa **26,5 km**.

2.3.2.4. Progetto FRSU Alto Tirreno e collegamento a Rete Nazionale Gasdotti (tratti a terra)

Le opere a terra sono costituite da:

- **L'Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar della lunghezza di circa 2,7 km con i relativi punti di linea ad esso connessi (PIL 1 e PIL 2) e**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 74 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

un impianto PDE di lancio-ricevimento pig e regolazione DP100-75 bar (comune di Quiliano-SV).

- L'Impianto PDE contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra)
- Il Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar della lunghezza di circa 23,80 km con i relativi punti di linea (n. 1 PIL e n. 5 PIDI) e un impianto di lancio-ricevimento pig, interconnessione e regolazione DP 75-64 bar ubicato in località "Chinelli" (Comune di Cairo Montenotte-SV). Dalla linea in progetto sono previste i collegamenti agli allacciamenti esistenti di seguito elencati:
 - Ricollegamento ad allacciamento Bormioli DN 100 (4")
 - Rifacimento allacciamento 2i Rete Gas DN 100 (4")
 - **Ricollegamento ad Impianto di regolazione di Carcare (SV) DN 500 (20")**
 - Ricollegamento DN 100 (4") per allacciamento IREN Ambiente e Ferrania
 - Ricollegamento DN 200 (8") per allacciamento. Cartiere Carrara e Zincol Ossidi
 - Ricollegamento a cabina di riduzione di Bragno DN 100 (4")
 - Nuovo allacciamento Liguria Gas DN 100 (4")
 - Nuovo stacco per Comune di Cairo Montenotte DN 100 (4")
- la dismissione dei metanodotti Alessandria-Cairo Montenotte e Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12") esistenti, che verranno sostituiti in parte, con il DN **750**, dall'impianto PIDI 1 di interconnessione e regolazione fino all'area impiantistica di Chinelli per una lunghezza totale di circa **22,430 km**.

Per il tratto di Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN **750 (30")**, DP 75 bar lo studio ha portato a mantenere per una buona parte del tracciato la direttrice del metanodotti Alessandria-Cairo Montenotte e Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12") esistente per poi giungere all'impianto Area trappole, interconnessione e regolazione in località Chinelli.

Di seguito si riporta la descrizione dei tracciati.

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar L= 2,7 km ca

La linea di questo tratto affronta l'area a ridosso della costa che risulta decisamente antropizzata e per il suo passaggio si sono dovute prevedere una successione di opere trenchless atte a minimizzare l'impatto sul territorio utilizzando nel contempo gli esigui spazi a disposizione per la cantierizzazione.

Il tracciato del metanodotto a terra ha il suo inizio in una area recintata prospiciente la Via Aurelia (SS1) e subito dopo il Microtunnel di approdo, attraversa la stessa Via Aurelia mediante altro Microtunnel di lunghezza L=50 m ca. Successivamente, mediante tecnologia trenchless, viene attraversato un fascio di binari ferroviari sino a giungere in altra area recintata di proprietà Tirreno Power dove un fabbricato non più utilizzato dovrà essere dismesso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 75 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nell' area di approdo, tra il Microtunnel dell'Aurelia e l'attraversamento del fascio di binari è prevista l'ubicazione del PIL n. 1 valvola di intercettazione di monte prevista per gli attraversamenti ferroviari.

Successivamente il tracciato raggiunge, mediante due Microtunnel della lunghezza rispettivamente di 160 m ca e di 185 m ca, Via Cesare Briano che verrà percorsa per 220 m ca per raggiungere il greto del Torrente Quiliano. Tale configurazione ritarda la percorrenza potenziale dell'asta fluviale accorciandone la lunghezza di circa 500 m. I motivi principali di questa scelta sono tecnici:

- in questo tratto la larghezza media del corso d'acqua è leggermente inferiore al tratto a monte compensata da sponde più alte;
- il posizionamento delle condotte oleo di Sarpom risulta leggermente spostato più al centro del corso d'acqua diminuendo di fatto gli spazi per la cantierizzazione della condotta in progetto.

Al PK 0,900 ca inizia la percorrenza del Torrente Quiliano sino al KP 2,470 ca con scavi a cielo aperto dove si prevede anche la contemporanea apertura delle opere trasversali di regimazione.

Ultimata la posa della tubazione, le opere in CA trasversali verranno completamente ristrutturare e lo scavo longitudinale ritombato ricostituendo l'originale asta fluviale. In questo tratto la linea, subito dopo il sottopasso del ponte di Via San Pietro, abbandona momentaneamente la percorrenza fluviale ponendosi in sponda destra idraulica al fine di predisporre il PIL n. 2, impianto di valle dell'attraversamento ferroviario.

Lasciato il greto del T. Quiliano, il tracciato rientra in sponda destra idraulica, fino all'area di prevista realizzazione del PDE in loc. Casina (PK 2,695 ca).

Il tracciato, così come sviluppato e progettato, consente di evitare ogni interferenza con i punti di scarico e con le condotte esistenti individuate a partire dal geo-portale della Regione Liguria (servizi.regione.liguria.it) e rilievi in sito.

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar (L= 23,8 km ca)

Questo Metanodotto è il tratto più lungo del "sistema" Progetto FSRU Alto Tirreno. La linea partendo dall' impianto trappole PDE di Quiliano con direzione prevalentemente settentrionale si collega alla rete nazionale interconnettendosi con l'esistente tubazione Ponti-Cosseria DN 750 (30") in località Chinelli nel comune di Cairo Montenotte.

La nuova linea sfrutta ove possibile e comunque per lunghi tratti il "corridoio tecnologico" rappresentato dall'esistente Metanodotto Cairo M. – Savona DN 300 (12") il quale, una volta costruita e in gas la nuova condotta, verrà dismesso effettuandone di fatto la sostituzione. Il progetto prevede ovviamente il riallacciamento o il rifacimento degli esistenti punti di consegna.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 76 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La verifica del tracciato ha come già detto, privilegiato l'utilizzo del corridoio in essere del DN 300 ponendo la nuova linea in stretto parallelismo alla tubazione in esercizio. Tale scelta sotto il profilo ambientale, autorizzativo garantisce minor "consumo" del territorio.

La linea ha inizio dall'impianto trappole (PDE) con direzione Ovest per poi deviare decisamente verso Nord, dove la linea attraversa in unica soluzione mediante Microtunnel (MT Throwers L= 270 m ca) il Torrente Quiliano e il suo affluente Torrente Quazzola per poi velocemente attestarsi sul terrazzo fluviale in sinistra dei corsi d'acqua. Il tracciato, tempo di percorrere l'area cantiere del MT, entra nell'alveo del Torrente Quazzola e ne percorre il greto seguendone la meandrazione per circa 600 m sino a raggiungere un terrazzo fluviale in destra idrografica dove inizia il vero e proprio parallelismo con l'esistente DN 300 Cairo-Savona.

Il tracciato ora per quasi 9 km, percorre una stretta cresta dove sono solo presenti la tubazione in esercizio e uno stretto sentiero usato per le verifiche manutentive pedonali della condotta e come pista da Mountain Bike

Tra le KP 1 e 2 circa, sfruttando un allargamento della cresta occupato da un boschetto di acacie è prevista l'ubicazione del PIDI n. 1 impianto che permette l'interconnessione regolandone contemporaneamente la pressione con l'esistente DN 300 il quale da questo punto sino alla cabina di Savona e Vado Ligure rimarrà in funzione.

Le strade di accesso in questo tratto sono poche e spesso "stagionali" in quanto legate all'esigenza di raggiungere aree per il taglio del bosco ceduo che copre i versanti.

Raggiunta la sommità del Monte Baraccone, la linea continua a seguire la tubazione esistente non più su di una cresta ma sul ciglio di una strada bianca a servizio dell'impianto eolico "Monte Baraccone" composto da 5 turbine due delle quali in prossimità della tubazione esistente e quindi anche della linea in progetto.

Dovrà essere verificata con attenzione la presenza e la posizione planaltimetrica dei cavi AT derivanti dalle turbine e sicuramente posati in percorrenza della strada di servizio.

Al PK 9 circa (all'altezza del Forte Burot) la linea in progetto abbandona il parallelismo deviando momentaneamente verso Ovest per discendere in valle seguendo una cresta sufficientemente larga e poco pendente.

Tale deviazione si rende necessaria in quanto la linea esistente, nel suo passaggio vallivo, si trova inglobata nella percorrenza di giardini privati recintati e nelle vicinanze di ville anche storiche senza alcuna possibilità di porre la linea in progetto fuori da detti perimetri.

Raggiunto il terrazzo fluviale del Fiume Bormida, la presenza dell'area industriale di Altare obbliga la linea ad un passaggio in trenchless. Il versante sinistro della valle viene affrontato con un Microtunnel (MT Swaami L= 830 m ca). All'uscita del microtunnel, la linea inizia risalire il versante per raggiungere nuovamente il gasdotto esistente DN 300 (12") e proseguire il suo percorso ponendosi nuovamente in stretto parallelismo sino all'attraversamento della Strada Comunale Negreppie dove la linea in progetto si discosta da quella in esercizio per evitare un'area censita PAI.

In fondo alla vallucola è presente il PIDI di Vispa dove una linea DN 10" si collega al vicino impianto di riduzione di Carcare. In continuità geometrica alla recinzione esistente, tra i KP

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 77 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

12 e 13, è previsto anche il nuovo PIDI n. 2 **dove è previsto un collegamento all'impianto di riduzione di Carcare con una tubazione DN 20**".

Dopo l'impianto la linea prosegue in stretto parallelismo con la tubazione esistente DN 300 sempre con direzione Nord transitando tra l'abitato di Carcare e la zona industriale di Ferrania sino a raggiungere la località di Bragno al PK 17 ca. Durante questo lungo passaggio, oltre ad alcuni tratti di percorrenza in cresta, nelle aree vallive, vengono attraversati parecchi servizi stradali e ferroviari. Nell'ordine l'autostrada A6 corsia sud e contemporaneamente la galleria della Ferrovia Savona-Torino (in Galleria), l'Autostrada A6 corsia Nord, lo stradone della zona industriale di Ferrania (Via Antonio Gramsci - Via Giacomo Matteotti), nuovamente la Ferrovia Savona- San Giuseppe, **quindi, poco dopo il PIL 3, l'impianto di trasporto a fune delle "Funvie Savona – San Giuseppe"**.

Nei pressi del campo sportivo di Bragno, è ubicato l'impianto HPRS esistente dal quale si staccano due tubazioni: una per Italia Coke e l'altra per la zona industriale di Cairo Montenotte. Il PIDI 4 (PK 17+100 ca), previsto per ricollegare l'impianto HPRS alla nuova linea in progetto, amplia di poco il perimetro esistente.

Successivamente la linea affronta il versante Ovest della ripida e rocciosa collina Ripa dei Manzi mediante un Microtunnel (MT Bragno L= 870 m ca) sottopassando nel contempo in tutta sicurezza il Fiume Bormida, la Strada Comunale Via Stalingrado e l'area sommitale in località Villa Leoncini censita PAI.

Terminato il microtunnel nella vallucola in località Fratelli Beretta, dove i terrazzi del Rio Valchiosa si presentano adeguatamente spaziosi, il tracciato si inerpicca sul versante per ridiscendere nella valletta successiva del Rio delle Moglie dove ritrova lo stretto parallelismo con l'esistente DN 300 **(tra le PK 18 e 19 ca)**.

La linea percorre ora per circa 1 km una stretta cresta sempre verso Nord, sino a raggiungere l'ampia valle del Rio Loppa dove, dopo aver attraversato il corso d'acqua, supera i due successivi bassi contrafforti mantenendo il parallelismo con la tubazione esistente sino a giungere nell' ampia piana del Fiume Bormida.

La presenza di fabbriche e capannoni artigianali impedisce alla linea di proseguire il parallelismo con la tubazione esistente. Il tracciato prevede quindi, dopo il **PIDI n. 5 (PK 21+100 ca)**, il Microtunnel SP29 L= 245 m ca, l'attraversamento della Ferrovia San Giuseppe Acqui, il PIDI 6 (PK 22+100 ca) e prosegue continuando la percorrenza dei terrazzi in destra idrografica del Fiume Bormida anche mediante l'utilizzo di passaggi in Microtunnel (MT XXV Aprile L= 380 m) nel tratto più stretto del versante.

Il Fiume Bormida viene attraversato con scavi a cielo aperto al PK 23+200 ca.; le sponde saranno ripristinate con metodi naturali (scogliere in massi e intarsi di talee vive).

Successivamente il tracciato percorre per circa 250 m la Strada Comunale Chinelli ponendosi sul ciglio di monte. In questo tratto il ripristino del versante e la messa in sicurezza della condotta verranno effettuati mediante un muro (altezza massima 1,50 m) rivestito di pietra locale.

L'attraversamento del successivo Rio Vignaroli porta il tracciato a percorrere un pianoro a sud della frazione Chinelli di Cairo M. **dove sarà ubicato il punto terminale del metanodotto in progetto al PK 23+800**.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 78 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In questa area impiantistica, le tubazioni esistenti e in progetto saranno interconnesse fra loro, la pressione di esercizio debitamente regolata e verranno inserite le trappola di arrivo del collegamento DN 750 (30") e quella della condotta DN 300 che sino ad Alessandria rimarrà in esercizio.

Tratti particolari dei tracciati a terra

I tratti particolari del corridoio in progetto sono rappresentati dagli attraversamenti in sotterraneo con metodologia trenchless, elencati alla tabella seguente.

Comune	Modalità di attraversamento	Denominazione	Lunghezza (m)
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar			
Vado Ligure	Microtunnel	MT Aurelia (SS1)	50
Quiliano	Microtunnel	MT Tangenziale	160
	Microtunnel	MT FS/Piazzale	185
Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti (tratto a Terra) DN 750 (30"), DP 100 bar			
Quiliano	Microtunnel	MT Throwers	270
Altare	Microtunnel	MT Swaami Gitananda	830
Cairo Montenotte	Microtunnel	MT Bragno	870
	Microtunnel	MT SP 29	245
	Microtunnel	MT XXV Aprile	380

2.4. Fase di Decommissioning – Fine Esercizio della FSRU

Per decommissioning e ripristino ambientale si intendono le attività necessarie per dismettere le infrastrutture, i sistemi e le apparecchiature allo scopo di riportare l'area interessata dalle opere in condizioni simili rispetto a quelle originarie ed antecedenti alle installazioni impiantistiche.

La scelta delle tecnologie e la sequenza operativa degli interventi saranno definitivi nel dettaglio in fase di progetto esecutivo di decommissioning al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- gestione ottimale della logistica di cantiere;
- impiego di soluzioni tecnologicamente avanzate;
- impiego di macchine specifiche per le demolizioni/rimozioni delle strutture sui fondali, opportunamente dimensionate;
- gestione delle varie fasi operative in condizione di massima sicurezza;
- gestione ottimale dei rifiuti;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 79 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- minimizzazione degli impatti ambientali;
- ripristino del sito.

2.4.1. Dismissione dell'Opera

Sono di seguito elencate e descritte in maniera generale le attività necessarie per il Decommissioning per il Terminale:

- Acquisizione di tutti i necessari permessi;
- Mobilitazione dei mezzi navali necessari;
- Ispezione delle strutture prima degli interventi;
- Eliminazione totale di tutti i gas da tutta l'FSRU, compreso il GNL presente nel sistema di contenimento del carico e il gas naturale dei sistemi di processo, dei riser e della pipeline;
- Scollegamento dei risers dal Terminale;
- Recupero di tutto il materiale e successivo scarico presso il porto individuato per avvio a smaltimento/recupero;
- Pulizia generale dell'area sottomarina e ispezione finale;
- De-mobilitazione delle navi di supporto.

La mobilitazione delle navi appoggio avrà luogo presso il porto individuato.

La gestione della logistica assicurerà, per quanto possibile, la continuità delle operazioni di dismissione offshore.

L'appaltatore incaricato analizzerà le fasi necessarie per lo svolgimento delle operazioni di dismissione ed emetterà una procedura dettagliata per ciascuna operazione da eseguirsi offshore. Dopo ogni operazione, il subappaltatore incaricato emetterà un verbale finale il cui contenuto minimo dovrà essere definito nelle procedure di dismissione.

Prima dell'avvio delle operazioni sarà eseguita un HAZID/o risk assesment per l'identificazione dei pericoli legate alle attività.

2.4.2. Ripristino del Sito

Per attività di ripristino delle aree di progetto si intendono gli interventi di riqualificazione ambientale che verranno realizzati al termine degli interventi di decommissioning per recuperare i fondali.

Al completamento delle attività di decommissioning saranno condotte delle Indagini ambientali, che saranno finalizzate a verificare lo stato di qualità dei fondali e delle acque nelle aree interessate dalla presenza delle strutture e dall'esecuzione delle relative attività di dismissione. Tali indagini saranno eseguite dopo aver provveduto ad un'attenta rimozione di tutti gli eventuali materiali derivanti dalle operazioni di rimozione che possano costituire, nel tempo, fonte di inquinamento delle varie matrici ambientali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 80 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Le indagini prevederanno il prelievo di campioni e l'esecuzione di analisi di laboratorio. Il posizionamento, le profondità dei punti di indagine e la scelta del set analitico da monitorare saranno valutati in considerazione delle attività svolte e della storia pregressa del sito. Saranno inoltre considerate tutti i risultati dei monitoraggi effettuati durante la vita utile del Terminale.

I risultati delle indagini ambientali saranno descritti in una relazione tecnica descrittiva contenente:

- la storia del sito;
- la descrizione dei criteri seguiti per la pianificazione delle indagini ambientali;
- la descrizione delle modalità operative di indagine;
- il report fotografico con le immagini dei fondali;
- i risultati delle indagini ed analisi;
- la documentazione attestante il corretto smaltimento dei rifiuti durante l'esecuzione delle indagini.

Tutte le operazioni di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni dovranno essere effettuate in condizioni rigorosamente controllate in modo da evitare la perdita di rappresentatività del campione alterando le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali investigate.

2.4.3. Fine Esercizio del Gasdotto

I parametri tecnici sono continuamente tenuti sotto controllo tramite l'effettuazione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, le quali garantiscono che il trasporto del gas avvenga in condizioni di sicurezza.

Qualora invece Snam Rete Gas valuti la tubazione ed i relativi impianti/punti di linea non più utilizzabili per il trasporto del metano alle condizioni di esercizio prefissate, questi possono essere declassati, diminuendo la pressione di esercizio, ovvero messi fuori esercizio o rimossi definitivamente.

La eventuale messa fuori esercizio della condotta può consistere nel mettere in atto le seguenti operazioni:

- bonificare la linea;
- fondellare il tratto di tubazione interessato per separarlo dalla condotta in esercizio;
- riempire tale tratto con gas inerte (azoto) alla pressione di 0,5 bar;
- mantenere allo stesso la protezione elettrica;
- mantenere in essere le concessioni stipulate all'atto della realizzazione della linea, provvedendo a rescinderle su richiesta delle proprietà;
- continuare ed effettuare tutti i normali controlli della linea.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 81 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La rimozione delle tubazioni esistenti può essere effettuata per tratti di linea “chiusi”, mettendo in atto le seguenti operazioni:

- Operazioni di bonifica e messa fuori esercizio della condotta;
- individuazione, messa a giorno e protezione dei servizi presenti nel sottosuolo interferenti con le condotte da rimuovere;
- apertura della pista di lavoro all'interno dell'area di passaggio;
- esecuzione degli scavi necessari per la rimozione della linea e degli impianti;
- sezionamento della condotta nella trincea in tronconi. Prima di procedere al primo taglio di separazione di ciascun troncone, dovrà essere ripetuta la prova di esplosività;
- imbragamento e rimozione della condotta dallo scavo con idonei mezzi di sollevamento;
- sezionamento dei materiali provenienti dalla rimozione delle condotte ed impianti dimessi (indicativamente in barre della lunghezza massima di 12 m, o massimo 10 m per trasporto in cassoni chiusi);
- pulizia, trasporto ed accatastamento temporaneo dei materiali tubolari provenienti dalla rimozione in aree predisposte conformi alla normativa vigente;
- rinterro della trincea con eventuale fornitura in opera di idoneo terreno mancante (sostitutivo delle tubazioni asportate);
- esecuzione dei ripristini morfologici e delle opere accessorie.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 82 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

3. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

I principali riferimenti normativi e bibliografici del PMA sono riportati nel seguito:

- Barlow J., & Taylor B., (2007). Estimates of sperm whale abundance in the northeastern temperate pacific from a combined acoustic and visual survey. *Marine Mammal Science*, 21(3), 429-445.
- Borsani, J.F. & Farchi, C. (2011). Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne (Parti I,II,III). Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Brüggmann, L. and Kremling, K. (2007). Methods of Seawater Analysis, Third Edition (eds K. Grasshoff, K. Kremling and M. Ehrhardt), Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany;
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., & Thomas, L. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198506492.001.0001>
- Chen, C. T., & Millero, F. J. (1977). Speed of sound in seawater at high pressures. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 62(5), 1129-1135.
- D.Lgs. 152/06. "Norme in materia ambientale";
- Gnone, G. Bellingeri, M., Paraboschi, M., Campana, I., Alessi, J., Nuti, S., Salvioli, F., Tepsich, P., Rosso, M., Moulins, A., Mussi, B., Tringali, M. L., Monaco, C., Pellegrino, G., La Manna, G., Ronchetti, F., Bittau, L., Airoldi, S., Lanfredi, C., ... & Arcangeli, A. (2020). TursioMed: An international project to assess the conservation status of the bottlenose dolphin in the Mediterranean Sea. Final Scientific Report.
- Lewis, T., Gillespie, D., Lacey, C., Matthews, J., Danbolt, M., Leaper, R., McLanaghan, R., & Moscrop, A. (2007). Sperm whale abundance estimates from acoustic surveys of the Ionian Sea and Straits of Sicily in 2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 353-358. <https://doi.org/10.1017/S0025315407054896>
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (DLgs 152/2006 e smi; DLgs 163/2006 e smi) - Rev. 1° del 16/06/2014 (Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali);
- Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente per la Redazione degli Studi di Impatto Ambientale;
- Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia elaborato dall'ISPRA;
- Linee guida per il monitoraggio degli habitat di interesse comunitario elaborato dall'ISPRA;
- D.M. 260/10 (ex DM 56/09), per la definizione dei valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità dei sedimenti di aree marino costiere e di transizione. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 83 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

- D.M. 24/01/96 (Allegato B2) - Direttive inerenti alle attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino.
- D. Lgs. 13/10/2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Decisione della Commissione UE 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Habitat, ISPRA (2016);
- OSPAR Commission, 1997. "JAMP Guidelines for General Biological Effects Monitoring (Ref. No: 1997-7)";
- OSPAR Commission, 2008. "JAMP Guidelines for Contaminant-Specific Biological Effects (Ref. No: 2008-9)";
- UNESCO (1988) - The acquisition, calibration and analysis of CTD data. A report of SCOR Working Group 51. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 54 http://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/UNESCO_tech/096989eb.pdf;
- Short F.T., Coles R.G. (2001) - Global seagrass research methods. Elsevier Science and Technology, Amsterdam, pp.482;
- UNEP, RAC/SPA (2011) – Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean. UNEP (DEPI)/MED WG 359/9;
- D.P.C.M. 1/3/1991. "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge n. 447 del 26/10/1995. "Legge quadro sul rumore";
- D.P.C.M. 14/11/1997. "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16/3/1998. "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- Robinson, S. P., Lepper, P. A., & Hazelwood, R. A. (2014). *Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement*. National Measurement Office, Marine Scotland, The Crown Estate, NPL Good Practice Guide No. 133, ISSN: 1368-6550. <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/gpg133-underwater-noise-measurement.pdf>
- Thomas L., Buckland S. T., Rexstad E. A., Laake J. L., Strindberg S., Hedley S. L., Bishop J. R. B., Marques T. A., Burnham K. P. (2010). *Distance software: design and*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 84 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47, 5-14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x>

- Wong, G. S., & Zhu, S. M. (1995). Speed of sound in seawater as a function of salinity, temperature, and pressure. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97(3), 1732-1736.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 85 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

4. DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO

4.1. Obiettivi del Monitoraggio

Avere un quadro ambientale completo del contesto in cui si va ad operare è indispensabile per eseguire un monitoraggio “mirato”, e discriminare se, e in quale entità, una eventuale variazione delle caratteristiche delle matrici ambientali ritenute coinvolte, in termini di impatto, può essere imputata alle attività oggetto di progettazione o ad altri fattori.

La tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto e alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Il monitoraggio rappresenta, pertanto, l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio; esso rappresenta lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano coerenti con le previsioni effettuate.

Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate e adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

- verifica dello scenario ambientale utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale tramite l'identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (AO – Ante Operam: fase che precede la realizzazione del progetto; CO – Corso d'Opera: fase di cantiere; PO – Post Operam: fase di esercizio), possibili impatti ambientali significativi sui fattori ritenuti di interesse per il progetto (fattori ambientali e agenti fisici), e verifica dello stato dell'ambiente (scenario di base) utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale che sarà utilizzato a scopo di confronto con le fasi successive dei monitoraggi;
- progettazione del monitoraggio degli impatti ambientali (e verifica delle previsioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale), mediante la definizione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio per la rilevazione dei parametri di riferimento, a seguito dell'implementazione del progetto durante le sue diverse fasi (AO – Ante Operam: fase che precede la realizzazione del progetto; CO – Corso d'Opera: fase di cantiere; PO – Post Operam: fase di esercizio). Tali attività consentiranno inoltre di:
 - verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio,
 - individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- comunicazione dei risultati delle attività svolte nell'ambito del PMA mediante trasmissione della documentazione alle Autorità Competenti coinvolte ed eventuale pubblicazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 86 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

4.2. Criteri metodologici

Le attività da programmare e adeguatamente documentare nel PMA, in modo commisurato alla natura dell'opera e alla sua ubicazione, sono finalizzate a:

- verificare lo scenario ambientale di riferimento;
- valutare la possibilità di avvalersi di adeguate reti di monitoraggio esistenti;
- verificare le previsioni degli impatti ambientali attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell'attuazione del progetto, mediante identificazione delle azioni di progetto che generano, in fase di cantiere e di esercizio, potenziali impatti ambientali sulle componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) coinvolte negli interventi di progetto in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna tematica ambientale soggetta a un impatto significativo (fonti: progetto, studi specialistici e di approfondimento);
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) da monitorare (fonti: progetto, studi specialistici) sulla base degli interventi di progetto previsti e del contesto vincolistico dell'area di intervento;
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici) interessate da potenziali impatti per le quali sono state individuate misure di mitigazione per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere e di esercizio, e per le quali non si prevedono attività di monitoraggio;
- identificare le componenti (fattori ambientali ed agenti fisici), trattate nel PMA, in quanto interessate da impatti ambientali per le quali sono state programmate le attività di monitoraggio.

Nell'ambito del PMA sono quindi definite:

- le aree di indagine all'interno delle quali programmare le attività di monitoraggio;
- i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente (fattore ambientale/agente fisico) attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche in coerenza con le previsioni effettuate;
- le caratteristiche/tipologia del monitoraggio.

4.3. Fasi di Monitoraggio

Data la natura del progetto e la tipologia e l'entità degli impatti ambientali attesi, si prevedono disposizioni preliminari di monitoraggio per le seguenti fasi:

- **fase ante-operam (AO)**, volto alla definizione dei parametri di qualità ambientale di background ai fini della conoscenza dello stato "zero" dell'ambiente nell'area che verrà occupata dalle opere a progetto prima della loro realizzazione. La definizione dello stato "zero" consente il successivo confronto con i controlli da effettuarsi in fase di cantiere ed esercizio ed eventualmente a conclusione della vita utile delle opere;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 87 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- **fase di cantiere (CO)**, durante la realizzazione delle opere: monitoraggi svolti al fine di analizzare l'evoluzione degli indicatori ambientali rilevati nella fase precedente, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte durante la fase di cantiere dell'opera a progetto;
- **fase post-operam o di esercizio (PO)**, dopo il completamento delle attività di cantiere: si prevede la realizzazione del monitoraggio finalizzato al confronto dello stato post-operam con quello antecedente la realizzazione e al monitoraggio durante l'esercizio.

Le attività di monitoraggio potrebbero comunque essere soggette a possibili modifiche e integrazioni in relazione:

- al processo di condivisione da parte delle Autorità Competenti;
- ai risultati delle prime indagini di monitoraggio.

Le disposizioni preliminari di monitoraggio per ciascun fattore ambientale/agente fisico sono analizzate secondo uno schema articolato in:

- finalità del monitoraggio;
- componenti interessate dall'opera in progetto;
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- metodologia di campionamento e parametri analitici (oggetto di monitoraggio);
- durata e frequenza del monitoraggio.

4.4. Aree di Monitoraggio

Per ciò che concerne l'articolazione spaziale delle attività di monitoraggio, queste vengono tipicamente svolte secondo schemi definiti quali, ad esempio:

- punti di monitoraggio;
- transetti o griglie;
- indagini areali.

L'articolazione spaziale dei monitoraggi è stata pertanto definita in base all'estensione attesa degli effetti legati alle fasi di cantiere e di esercizio, la quale è risultata generalmente limitata alle aree limitrofe.

4.5. Monitoraggio dei Fattori Ambientali/Agenti Fisici di Interesse

L'individuazione delle componenti ambientali (fattori ambientali ed agenti fisici) di interesse è stata effettuata in base ai criteri analitici-previsionali utilizzati nello Studio di Impatto Ambientale per la stima degli impatti e relative azioni di mitigazione, tenendo conto delle caratteristiche del contesto ambientale e territoriale, con particolare riguardo alla presenza di ricettori e dei possibili effetti/impatti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 88 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

I “ricettori” sono rappresentati dai sistemi, o elementi di un sistema naturale o antropico, che sono potenzialmente esposti agli impatti generati da una determinata sorgente di pressione ambientale.

Al fine di incentrare il controllo sui fattori ed i parametri maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto delle opere in progetto sull’ambiente, e data la natura degli interventi di progetto, le presenti disposizioni preliminari di monitoraggio risultano incentrate sull’analisi delle seguenti componenti (fattori ambientali ed agenti fisici), rispettivamente riferiti agli ambiti on-shore ed off-shore:

- **On-Shore:**
 - Atmosfera,
 - Acque Superficiali Interne e Acque Sotterranee,
 - Suolo e Sottosuolo,
 - Rumore,
 - Biodiversità Terrestre,
 - Paesaggio;
- **Off-Shore:**
 - Atmosfera,
 - Caratteristiche meteo-marine;
 - Matrice Colonna d’acqua,
 - Sedimenti marini,
 - Comunità bentoniche,
 - Risorse Alieutiche,
 - Bioaccumulo e Biomakers;
 - Avifauna marina;
 - Mammiferi e rettili marini,
 - Rumore sottomarino.

4.6. Metodologie di Controllo Qualità, Validazione, Analisi ed Elaborazione dei Dati

I parametri ambientali, caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente ambientale, devono essere scelti in maniera da risultare significativi per il controllo degli impatti ambientali stessi e devono caratterizzare:

- sia lo scenario di base (ante operam);
- sia i potenziali effetti ambientali (monitoraggio in corso d’opera e post operam).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 89 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Al fine di assicurare la qualità dei dati saranno stabilite le procedure specifiche per ciascuna componente ambientale che regolamentino le operazioni di controllo qualità, validazione analisi ed elaborazione dei dati in relazione alle condizioni al contorno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 90 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

5. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ATMOSFERA

5.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio sulla componente Atmosfera è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria nell'area potenzialmente interessata dal progetto nelle diverse fasi (ante operam, fase di cantiere e di esercizio) mediante rilevazioni strumentali dei parametri e inquinanti ritenuti rilevanti rispetto alla tipologia di opera.

Una volta entrata in esercizio la FSRU, il monitoraggio sarà, inoltre, finalizzato a monitorare le emissioni fuggitive di metano.

5.2. Individuazione delle aree da monitorare

5.2.1. Monitoraggio della qualità dell'aria

In base agli esiti dello Studio modellistico ricadute in atmosfera in fase di esercizio della FSRU (REL-AMB-E-00003_r1), si propone il monitoraggio presso il punto ATM-01, **posto in corrispondenza dell'area residenziale in Comune di Bergeggi – Via XXV Aprile, non distante dai valori massimi di ricaduta a terra (per gli scenari massimi simulati)**, di cui si riportano nel seguito le coordinate.

Il punto di massima ricaduta, interessando un parcheggio in area portuale, è stato escluso dal monitoraggio.

Ulteriori punti potranno essere concordati con gli Enti ove ritenuto necessario.

Le coordinate definitive dei punti saranno definite anche in base alla presenza di idonee postazioni per il mezzo di monitoraggio (accessibilità, allaccio elettrico, etc.).

Tabella 5.1: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ATM-01	44°15'19.75"N	8°26'54.57"E	Area residenziale via XXV Aprile nel Comune di Bergeggi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 91 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 5.1: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera

5.2.2. Monitoraggio polveri aerodisperse

Nei punti ubicati nelle aree soggette a maggior ricaduta per la fase di movimentazione delle terre, individuate dai risultati delle simulazioni di dispersione in fase di cantiere, si prevede di effettuare il monitoraggio in corso d'opera delle polveri aerodisperse aventi lo scopo di poter verificare/escludere il potenziale impatto sulla salute umana derivante da una esposizione indiretta (ingestione e catena alimentare). Si riportano di seguito i punti di monitoraggio preliminarmente individuati.

Tabella 5.2: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera – Polveri Aerodisperse

dCodice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ATM-02	44°16'38.91"N	8°26'27.48"E	Via Aurelia in Comune di Vado Ligure, in

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 92 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

dCodice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
			corrispondenza del cantiere per il MT costiero
ATM-03	44°17'32.83"N	8°25'1.71"E	Via Bertolotto in Comune di Quiliano, presso il cantiere del MT Throwers e percorrenza T. Quazzola

5.2.3. Monitoraggio materiali fibrosi naturali (amianto)

Nelle aree in cui la cartografia geologica riporta l'affioramento di formazioni ofiolitiche (i.e. "Pietre Verdi") e potenzialmente soggette alla movimentazione e il trasporto delle terre e rocce da scavo contenenti amianto naturale, in accordo a quanto previsto nelle Linee guida SNPA (Delibera del Consiglio SNPA n. 197/23 del 22 Febbraio 2023 "*Linea guida per lo scavo, la movimentazione e il trasporto delle terre e rocce da scavo con amianto naturale e per i relativi criteri di monitoraggio*"), verranno messe in atto misure di monitoraggio atte a ridurre il rischio di dispersione aerea dei materiali fibrosi naturali che potrebbero generarsi nel corso delle lavorazioni (scavo, movimentazione del terreno e relativo accantonamento nell'area di lavoro).

L'individuazione preliminare delle postazioni di monitoraggio delle fibre aerodisperse nelle fasi Ante Operam (AO) e Corso d'opera (CO) tiene conto del seguente schema:

- punti interni al cantiere - "punti sorgente" (ambiente di lavoro) a ridosso dell'area di scavo;
- punti prossimi ma esterni al cantiere (nei pressi del limite e degli accessi definiti "punti di prima cintura") oltre la zona di abbancamento dei materiali;
- punti in ambiente di vita "punti di seconda cintura" ubicati in funzione della presenza di ricettori sensibili (edifici di civile abitazione, edifici e luoghi di aggregazione, edifici pubblici ecc.) che potrebbero essere impattati dalle fibre aerodisperse provenienti dalle attività di cantiere.

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio preliminarmente individuati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 93 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 5.3: Punti di Monitoraggio Componente Atmosfera – Materiali Fibrosi

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ATM-04	44°23'51.71"N	8°17'43.91"E	Abitazioni in St. Camponuovo in Comune di Cairo Montenotte

L'ubicazione di tali postazioni potrà essere successivamente ridefinita con ARPA Liguria e ASL territorialmente competente, anche alla luce dei risultati della caratterizzazione e dell'eventuale riscontro di amianto in concentrazioni superiori ai limiti di normativa (Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV, D. Lgs. 152/06 e s.m.i. ai sensi del comma 2 dell'Art.24 del DPR 120/2017).

5.2.4. Monitoraggio emissioni fuggitive

Con riferimento al monitoraggio delle emissioni fuggitive sarà svolto sulla FSRU, in corrispondenza di tutte le potenziali sorgenti che saranno precedentemente identificate (flange, valvole, strumenti, etc.).

5.3. Parametri Analitici

5.3.1. Monitoraggio della qualità dell'aria

Il monitoraggio della qualità dell'aria potrà essere svolto attraverso l'utilizzo di una centralina di rilevamento dotata di strumentazione per la misurazione di parametri chimici e meteorologici da installare presso il punto di campionamento prescelto.

I parametri di interesse, la cui scelta è stata effettuata sulla base dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale in termini di caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente e di valutazione degli impatti significativi correlati all'opera in progetto oltre che al contesto territoriale e ambientale nel quale l'opera si inserisce, sono:

- parametri chimici:
 - biossido di zolfo (SO₂),
 - ossidi di azoto (NO_x),
 - polveri fini PM₁₀ e PM_{2,5};
- parametri meteorologici:
 - velocità e direzione del vento,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 94 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- temperatura,
- umidità relativa,
- pressione atmosferica,
- irraggiamento solare,
- precipitazioni atmosferiche.

5.3.2. Monitoraggio polveri aerodisperse

In corrispondenza dei punti ATM-02 e ATM-03, in corso d'opera è previsto il monitoraggio delle polveri aerodisperse per la fase di movimentazione delle terre mediante campagne di misura effettuata con deposimetri.

5.3.3. Monitoraggio materiali fibrosi naturali (amianto)

Il monitoraggio ambientale ante operam (AO) e in corso d'opera (CO) sarà implementato, presso il punto ATM-04, per la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto con la Microscopia Elettronica a Scansione con associata microanalisi (SEM-EDS).

Il D.Lgs. n. 81/08 all'Art. 247 definisce "amianto" i silicati fibrosi inseriti nella seguente tabella.

Tabella 5.4: Minerali definiti amianto ai sensi del D.lgs. 81/08, Art. 247

Minerale	Formula chimica	Numero CAS
Actinolite (se asbestiforme)	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-66-4
Grunerite (Amosite)	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	12172-73-5
Antofillite (se asbestiforme)	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-67-5
Crisotilo	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	12001-29-5
Crocidolite	$Na_2Fe_2+3Fe_3+2Si_8O_{22}(OH)_2$	12001-78-4
Tremolite (se asbestiforme)	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-68-6

Il monitoraggio ante operam sarà finalizzato a definire il bianco di riferimento (fondo ambientale). Ogni punto sarà oggetto di monitoraggio per 15 giorni possibilmente consecutivi senza precipitazioni meteoriche di nessun tipo. In questa fase si ipotizza che potrebbe prevedere un prelievo di aria ambientale della durata di 15 giorni, per 3 turni, sulle 24 ore, di 8 ore consecutive con un flusso costante di 10 l/min su membrana di esteri misti di cellulosa (MCE) o policarbonato con porosità pari a 0.8 m e diametro di 47 mm specifici per l'amianto. Il volume d'aria campionato non dovrà essere inferiore a 3.000 l.

Saranno rilevati contemporaneamente all'amianto, i seguenti parametri con appositi sensori posti ad almeno 2 m di altezza dal suolo:

- velocità e direzione del vento;
- pressione atmosferica;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 95 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- radiazione solare;
- precipitazioni meteoriche.

La stessa procedura e gli stessi parametri saranno monitorati durante la fase AO che CO.

Come valori di riferimento si terranno in considerazione le Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la qualità dell'aria in Europa (Air Quality Guidelines for Europe – WHO 2000). In questa fase si ritiene che possibili limiti soglia potrebbero essere 1 fibra/litro per le aree ambiente di vita (prima e seconda cintura), mentre si ipotizza di utilizzare 2 fibre/litro nell'ambito dell'area cantiere (punto sorgente).

5.3.4. Monitoraggio emissioni fuggitive

Il monitoraggio delle emissioni fuggitive potrà essere svolto successivamente ad una identificazione di tutte le potenziali sorgenti emissive e a tale scopo si prevede di effettuare un censimento di tali punti (flange, valvole, etc.). Tale fase risulterà già effettuata durante la permanenza nel porto di Piombino.

La misura delle concentrazioni delle perdite di metano potrà essere effettuata tramite un analizzatore di gas (comunemente chiamato sniffer) e una volta misurate le emissioni procedere alla stima delle emissioni complessive.

5.4. **Articolazione temporale del monitoraggio**

Le disposizioni preliminari di monitoraggio della qualità dell'aria prevedono:

- fase ante operam (AO): No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso i punti prescelti per un totale di 8 settimane di misura, prima dell'entrata in esercizio del Terminale;
- fase post operam (PO): No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso i punti prescelti per un totale di 8 settimane di misura, nel primo anno di esercizio del Terminale.

Le disposizioni preliminari di monitoraggio delle polveri aerodisperse prevedono:

- fase di cantiere (CO): No. 1 campagna di misura con deposimetro presso ciascun punto individuato nei periodi di scavo presso tali punti.

Le disposizioni preliminari di monitoraggio dei materiali fibrosi (amianto) prevedono:

- fase ante operam (AO): No. 1 campagna di misura della durata di 15 giorni possibilmente consecutivi (compatibilmente con le condizioni meteorologiche) da svolgersi prima delle attività di scavo e movimentazione terre presso i punti individuati;
- fase di cantiere (CO): No. 1 campagna di misura della durata di 15 giorni possibilmente consecutivi (compatibilmente con le condizioni meteorologiche) da svolgersi presso ciascun punto individuato nei periodi di scavo presso tali punti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 96 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Con riferimento al monitoraggio delle emissioni fuggitive, si prevede, in fase post operam (PO), una volta entrata in esercizio la FSRU nella nuova ubicazione:

- No. 1 campagna di misura nel primo anno di esercizio, da ripetersi ogni 3 anni per l'intero esercizio della FSRU.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 97 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – ACQUE SUPERFICIALI INTERNE E SOTTERRANEE

6.1. Acque Superficiali Interne

6.1.1. Finalità del Monitoraggio

Le attività di monitoraggio descritte nel presente paragrafo sono finalizzate alla valutazione e al controllo dei potenziali effetti/impatti sulle acque superficiali potenzialmente interessate dal progetto, attraverso l'esecuzione di indagini specifiche.

6.1.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il progetto in esame prevede la percorrenza di alvei fluviali e attraversamenti di corsi d'acqua. Il progetto, ad ogni modo, è stato studiato al fine di massimizzare l'utilizzo della tecnologia trenchless per gli interventi che interessano i corsi d'acqua superficiali interni.

Di seguito si riporta, pertanto, l'elenco dei corsi d'acqua superficiali interessati da attività con scavo a cielo aperto e presso i quali saranno previsti monitoraggi della qualità delle acque con due stazioni, una a monte e una a valle rispetto all'interferenza.

Tabella 6.1: Corsi d'Acqua oggetto di Monitoraggio

Codice punto	Coordinate UTM (WGS 84)		Denominazione Corpo Idrico/Note
	Latitudine	Longitudine	
AS_01	454956,00	4903580,00	T. Quiliano
AS_02	453686,00	4904251,00	
AS_03	453526,00	4904483,00	Torrente Quazzola
AS_04	453292,00	4905044,00	
AS_05	447390,00	4906608,00	Rio Sarasino
AS_06	447427,00	4906669,00	
AS_07	445335,00	4909496,00	Rio Miserere
AS_08	445333,00	4909602,00	
AS_09	444989,00	4913197,00	Rio
AS_10	444881,00	4913266,00	
AS_11	444892,00	4913445,00	Rio
AS_12	444804,00	4913462,00	
AS_13	444311,00	4914847,00	Rio delle Moglie
AS_14	444319,00	4914957,00	
AS_15	443899,00	4916020,00	Rio Moglie della Cipolla
AS_16	443951,00	4916294,00	
AS_17	443889,00	4916375,00	Rio Loppa – Rio Chiappin
AS_18	443785,00	4916448,00	
AS-19	443788,00	4916493,00	
AS_20	443296,00	4916917,00	Rio Vesima
AS_21	443451,00	4916991,00	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 98 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice punto	Coordinate UTM (WGS 84)		Denominazione Corpo Idrico/Note
	Latitudine	Longitudine	
AS_22	443106.00	4917280.00	Rio Cancare
AS_23	443041.00	4917259.00	Rio Cancare
AS_24	442802.00	4917465.00	Rio Cancare
AS_25	442796.00	4917554.00	Rio Cancare
AS_26	442735.00	4917584.00	Rio Fonga
AS_27	442649.00	4917608.00	Rio Fonga
AS_28	442907.00	4918566.00	Fiume Bormida di Spigno
AS_29	442970.00	4918603.00	Fiume Bormida di Spigno
AS_30	443122.00	4918995.00	Rio Vignaroli
AS_31	443079.00	4919042.00	Rio Vignaroli
AS_32	447073.00	4908627.00	Rio Torre
AS_33	447023.00	4908615.00	Rio Torre
AS_34	446420.00	4909110.00	F. Bormida di Mallare
AS_35	446429.00	4909169.00	F. Bormida di Mallare
AS_36	446330.00	4909251.00	F. Bormida di Mallare
AS_37	446297.00	4909261.00	F. Bormida di Mallare
AS_38	446233.00	4909213.00	Rio Femmina Morta
AS_39	446223.00	4909267.00	Rio Femmina Morta
AS_40	444893.00	4913725.00	F. Bormida di Mallare
AS_41	444798.00	4913721.00	F. Bormida di Mallare
AS_42	444654.00	4914437.00	Rio Valchiosa
AS_43	444627.00	4914415.00	Rio Valchiosa
AS_44	444268.00	4914801.00	Rio delle Moglie
AS_45	442615.00	4917664.00	Fiume Bormida di Spigno
AS_46	442627.00	4917747.00	Fiume Bormida di Spigno

Si evidenzia, inoltre, come la rete regionale ARPAL preveda già il monitoraggio di alcuni corpi idrici interessati dal progetto nelle seguenti stazioni, senza interferenze dirette con le stesse.

Codice Stazione ARPAL	Coordinate UTM (WGS 84)		Corpo Idrico Superficiale interessato
	Latitudine	Longitudine	
BOSP41	442863	4918538	Bormida di Spigno
BOMA02*	445588	4913430	F. Bormida di Mallare
QUQU02	455392	4903388	Torrente Quiliano

*La stazione di monitoraggio ARPAL si trova a monte rispetto al tratto fluviale interessato dall'opera

6.1.3. Metodologia di rilevamento

Lo stato qualitativo delle acque superficiali dei corsi d'acqua sopra riportati sarà monitorato in corrispondenza di due stazioni per ciascuna interferenza (una stazione a monte e una a valle), secondo quanto previsto dalla Parte III del D.Lgs 152/06 e s.m.i. all'Allegato 1.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 99 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Di seguito si riportano i parametri chimico-fisici e microbiologici per la caratterizzazione dello stato di qualità dei corsi d'acqua.

Tabella 6.2: Tabella Parametri Chimico-Fisici e Microbiologici di Riferimento

PARAMETRO	UM	LR	Metodo
Ione nitrito (NO ₂ -)	µg/l	0.01	APAT IRSA CNR 4020 Man.29B 2003
Ione Ammonio (NH ₄ -)	mg/l	0.04	APAT IRSA CNR 4020 Man.29B 2003
Fosforo totale (come P)	mg/l	0.01	ISO 17294-2:2016
Calcio	mg/l	1	ISO 17294-2:2016
Cloruri	mg/l	0.1	APAT IRSA CNR 4020 Man 29B 2003
Solfati	mg/l	1	APAT IRSA CNR 4020 Man.29B 2003
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/l	100	ISPRA Man 123 2005 Metodo A + B
Composti Organici Volatili (VOC)	µg/l	1	EPA 5021 + EPA 8260 o EPA 5030 + EPA 8260
Temperatura dell'acqua	°C	0.1	
pH	unità pH	0.1	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
EC Conducibilità elettrica specifica	µS/cm	1	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
DO Ossigeno disciolto (concentrazione)	mg/l	0.1	Metodo potenziometrico
DO Ossigeno disciolto (% saturazione)	%	1	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Torbidità	NTU	1	APAT -IRSA - CNR 2110 /2003
Domanda biochimica di ossigeno (BOD ₅)	mg/l di O ₂	5	Metodo Lange per B.O.D.5
Domanda chimica di ossigeno (COD)	mg/l di O ₂	4	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
Carbonio Organico Disciolto (DOC) - TOC	mg/l	1	UNI EN 1484:1999
TSS Solidi sospesi Totali	mg/l	10	APAT CNR IRSA 2090 Man 29 2003
Alcalinità (come CaCO ₃)	mg/l	0.1	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
Ione nitrato (NO ₃ -)	mg/l	0.1	APAT IRSA CNR 4020 Man.29B 2003

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 100 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Metalli (disciolti):			
Arsenico	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Cadmio	µg/l	0.2	ISO 17294-2:2016
Cromo totale	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Cromo VI	µg/l	1	APAT CNR IRSA 3150C Man 29 2003
Mercurio totale	µg/l	0.1	ISO 17294-2:2016
Rame	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Zinco	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Piombo	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Nichel	µg/l	1	ISO 17294-2:2016
Parametro microbiologico			
<i>Escherichia coli</i>	UCF/100ml	0	UNI EN ISO 9308-1:2017

Per la componente biologica sarà applicato l'indice STAR-ICMi (o Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione), che consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici per la definizione dello Stato Ecologico.

Per la componente chimica sarà effettuato almeno un campionamento ogni tre mesi con un profilo analitico che tenga in considerazione anche i parametri della tabella 1/A dell'Allegato 1 alla parte terza del D.Lgs.152/06.

Tabella 6.3: Standard di Qualità nella Colonna d'Acqua per le Sostanze dell'Elenco di Priorità (da Tabella 1/A Allegato 1 alla Parte III del D. Lgs 152/06)

N	Numero CAS	(1)	Sostanza	(µg/l)	
				SQA-MA ⁽²⁾ (acque superficiali interne) ⁽³⁾	SQA-CMA ⁽³⁾
1	15972-60-8	P	Alaclor	0,3	0,7
2	85535-84-8	PP	Alcani, C ₁₀ -C ₁₃ , cloro	0,4	1,4

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 101 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

N	Numero CAS	(1)	Sostanza	(µg/l)	
				SQA-MA ⁽²⁾ (acque superficiali interne) ⁽³⁾	SQA-CMA ⁽³⁾
3		E	Antiparassitari ciclodiene	Σ = 0,01	
	309-00-2		Aldrin		
	60-57-1		Dieldrin		
	72-20-8		Endrin		
	465-73-6		Isodrin		
4	120-12-7	PP	Antracene	0,1	0,4
5	1912-24-9	P	Atrazina	0,6	2,0
6	71-43-2	P	Benzene	10 ⁽⁶⁾	50
7	7440-43-9	PP	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza) ⁽⁷⁾	≤0,08 (Classe 1) 0,08 (Classe 2) 0,09 (Classe 3) 0,15 (Classe 4) 0,25 (Classe 5)	≤0,45 (Classe 1) 0,45 (Classe 2) 0,6 (Classe 3) 0,9 (Classe 4) 1,5 (Classe 5)
8	470-90-6	P	Clorfenvinfos	0,1	0,3
9	2921-88-2	P	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	0,03	0,1
10		E	DDT totale ⁽⁸⁾	0,025	
	50-29-3	E	p.p'-DDT	0,01	
11	107-06-2	P	1,2-Dicloroetano	10	
12	75-09-2	P	Diclorometano	20	
13	117-81-7	P	Di(2-etilesilftalato)	1,3	
14	32534-81-9	PP	Difenil etero bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99, 100, 153 e 154)	0,0005	
15	330-54-1	P	Diuron	0,2	1,8
16	115-29-7	PP	Endosulfan	0,005	0,01
17	118-74-1	PP	Esaclorobenzene	0,005	0,02
18	87-68-3	PP	Esaclorobutadiene	0,05	0,5
19	608-73-1	PP	Esaclorocicloesano	0,02	0,04
20	206-44-0	P	Fluorantene	0,1	1
21		PP	Idrocarburi policiclici aromatici ⁽⁹⁾		
	50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	0,05	0,1
	205-99-2	PP	Benzo(b)fluorantene	Σ = 0,03	
	207-08-9	PP	Benzo(k)fluoranthene		
	191-24-2	PP	Benzo(g,h,i)perylene	Σ = 0,02	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 102 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

N	Numero CAS	(1)	Sostanza	(µg/l)	
				SQA-MA ⁽²⁾ (acque superficiali interne) ⁽³⁾	SQA-CMA ⁽³⁾
	193-39-5	PP	Indeno(1,2,3-cd)pyrene		
22	34123-59-6	P	Isoproturon	0,3	1,0
23	7439-97-6	PP	Mercurio e composti	0,03	0,06
24	91-20-3	P	Naftalene	2,4	
25	7440-02-0	P	Nichel e composti	20	
26	84852-15-3	PP	4- Nonilfenolo	0,3	2,0
27	140-66-9	P	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil-fenolo)	0,1	
28	608-93-5	PP	Pentaclorobenzene	0,007	
29	87-86-5	P	Pentaclorofenolo	0,4	1
30	7439-92-1	P	Piombo e composti	7,2	
31	122-34-9	P	Simazina	1	4
32	56-23-5	E	Tetracloruro di carbonio	12	
33	127-18-4	E	Tetracloroetilene	10	
33	79-01-6	E	Tricloroetilene	10	
34	36643-28-4	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	0,0002	0,0015
35	12002-48-1	P	Triclorobenzeni ⁽¹⁰⁾	0,4	
36	67-66-3	P	Triclorometano	2,5	
37	1582-09-8	P	Trifluralin	0,03	

Inoltre, in fase di AO e di PO, sugli stessi corsi d'acqua, ove applicabile e compatibilmente con le caratteristiche dei corsi d'acqua oggetto di intervento, si farà riferimento agli indici IQM/ IQMm (Indice di qualità morfologica e di monitoraggio dei corsi d'acqua) ai fini della valutazione degli impatti sulla qualità morfologica dei corsi d'acqua, con priorità per i tratti dei corpi idrici tipizzati ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (T. Quiliano e F. Bormida di Spigno).

Infine, con riferimento specifico al T. Quiliano, inoltre, in corrispondenza dei punti di monitoraggio previsti nella tratta di interesse, saranno eseguite le analisi chimiche, chimico – fisiche e microbiologiche dei sedimenti di fondo alveo, in quanto rappresentativi e buoni indicatori dello stato di qualità della colonna d'acqua sovrastante (della quale ne costituiscono gli adsorbenti naturali e recettori finali di tutti i contaminanti dispersi in essa). In via preliminare, si prevede l'analisi degli inquinanti chimici quali Fosforo totale (P), Azoto totale (come N), Carbonio organico totale (TOC), Idrocarburi pesanti (C>12), Enterococchi (streptococchi fecali), Coliformi totali, *Escherichia coli*.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 103 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

6.1.4. Saggi Ecotossicologici

Si prevedono inoltre monitoraggi ambientali mediante l'uso di valutazioni di tipo biologico (test di genotossicità e di ecotossicologia) conformemente a quanto suggerito al Paragrafo 3.5 delle ultime Linee Guida VIS (Rapporti ISTISAN 22/35 - Istituto Superiore di Sanità, 2022), con priorità ai principali corsi d'acqua tra quelli riportati nella precedente Tabella 6.1 (T. Quliano, T. Quazzola e F. Bormida di Spigno).

Si prevede la caratterizzazione con un'apposita batteria di 4 saggi per sito, mediante Test in vivo di laboratorio generalmente utilizzati per monitoraggi ambientali in acque superficiali descritti nella OECD 236 (OECD,2013); in particolare:

- Test ecotossicologici di tossicità acuta:
 - Saggio di tossicità acuta con un crostaceo (ad esempio *Daphnia magna*),
 - Saggio di tossicità con embrioni di pesce;
- Test ecotossicologici di tossicità cronica:
 - Saggio di tossicità cronica (ad esempio con l'alga *Pseudokirchneriella subcapitata*),
- Test di genotossicità:
 - Saggi Comet Assay o saggi Salmonella/microsome test (Ames test).

I monitoraggi saranno effettuati in Fase di Scoping (Ante Operam) e in Fase di Monitoring (Corso d'opera ed Esercizio) nei punti di monitoraggio e nelle modalità previste nel PMA mediante l'individuazione dei punti ritenuti rilevanti nell'ambito del progetto.

6.1.5. Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi con riferimento ai parametri chimico-fisici e microbiologici:

- Fase ante operam (AO): No. 1 campionamento ogni tre mesi con un profilo analitico che tenga in considerazione i parametri delle Tabella 6.2 e 6.3 di cui sopra, nell'anno precedente l'inizio delle attività;
- Fase di cantiere (CO): No. 1 campionamento ogni tre mesi con il profilo analitico come descritto nella fase AO;
- Fase post operam (PO): No. 1 campionamento ogni tre mesi con il profilo analitico descritto nella fase AO, nell'anno successivo al termine delle attività.

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi con riferimento ai parametri biologici (applicazione l'indice STAR-ICMi):

- Fase ante operam (AO): No. 1 campionamento in primavera e 1 in autunno nell'anno precedente l'inizio delle attività di cantiere;
- Fase post operam (PO): No. 1 campionamento in primavera e 1 in autunno fino alla stabilizzazione dei parametri rispetto alla condizione rilevata in Ante Operam e comunque per non più di cinque anni successivi all'ultimazione dell'opera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 104 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Infine, con riferimento all'indice IQM:

- Fase ante operam (AO): No. 1 campagna nell'anno precedente l'inizio delle attività di cantiere;
- Fase post operam (PO): No. 1 campagna nell'anno successivo al termine dei ripristini e dopo 5 anni.

6.2. Acque Sotterranee

6.2.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio della componente ha come obiettivo la conservazione delle falde idriche sotterranee, con particolare riferimento alle potenziali interazioni legate agli attraversamenti in trenchless previsti in fase di cantiere.

6.2.2. Individuazione delle aree da monitorare

Al fine di monitorare l'interferenza delle attività in progetto con il livello di falda, si ritiene necessario effettuare il monitoraggio della portata, del livello e della torbidità delle falde riscontrate in corrispondenza degli attraversamenti in trenchless previsti successivamente al superamento delle aree industriali e degli attraversamenti infrastrutturali (ferrovia e autostrada) in zona approdo, lungo il tracciato di progetto, attraverso l'installazione di piezometri. **Sarà ad ogni modo previsto un piezometro anche in corrispondenza dell'area di approdo (ASot-01), in considerazione della potenziale presenza di falda superficiale (si veda anche la Relazione Idrogeologica (Doc. No. REL-CI-E-11090).**

I punti di monitoraggio delle acque sotterranee sono indicati con la sigla **ASott**. Ad ogni punto indicato è associata, ove possibile, una coppia di piezometri ubicati a monte e a valle rispetto all'andamento della falda.

La precisa ubicazione dei punti di monitoraggio potrebbe subire modifiche sulla base degli accordi da stipulare con le ditte proprietarie dei terreni.

Di seguito si riporta, ad ogni modo, una proposta di ubicazione di tali punti.

Tabella 6.4: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ASott-01	44°16'43.08"N	8°26'29.81"E	MT SS1 Aurelia
ASott-02	44°17'32.70"N	8°25'4.80"E	MT Throwers
ASott-03	44°20'1.14"N	8°19'32.22"E	MT Swaami Gitananda
ASott-04	44°22'55.40"N	8°18'20.48"E	MT Bragno
ASott-05	44°24'31.07"N	8°16'58.43"E	MT SP29

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 105 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
ASott-06	44°24'49.24"N	8°16'48.10"E	MT XXV Aprile



Figura 6.1: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (1 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 106 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

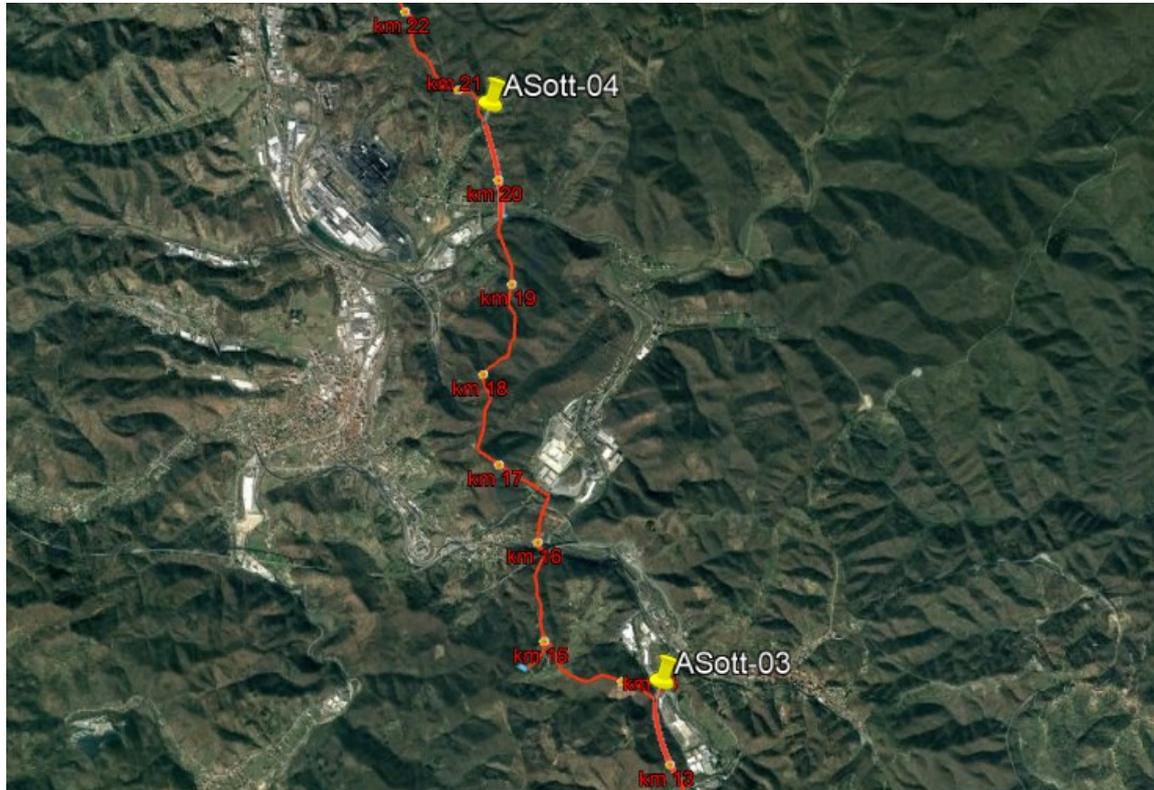


Figura 6.2: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (2 di 3)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 107 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 6.3: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee (3 di 3)

6.2.3. Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio delle acque sotterranee prevede No. 5 punti di monitoraggio complessivi in corrispondenza dei principali attraversamenti in trenchless delle Opere Connesse (con, ad ogni punto, associata una coppia di piezometri, ove possibile, ubicati a monte e a valle rispetto all'andamento della falda).

In corrispondenza di ciascun punto di monitoraggio sarà effettuata una lettura freaticometrica e prelevato un campione di acqua per le determinazioni di laboratorio.

I campioni d'acqua prelevati saranno sottoposti ad analisi presso laboratori accreditati ACCREDIA; i parametri chimici e chimico-fisici previsti sono quelli riportati nel seguito.

Per questi parametri il laboratorio incaricato, in conformità al D.Lgs. n. 152/2006, applicherà metodi analitici riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale.

I parametri oggetto di monitoraggio sono indicati nella seguente tabella.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 108 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 6.5: Parametri di laboratorio da analizzare sulle acque sotterranee

Parametro	Unità di misura
Torbidità	NTU
Temperatura dell'acqua	°C
Livello freaticometrico	m da p.c.
pH	unità pH
Conducibilità elettrica specifica	mS/cm
Potenziale Redox	mV
Ossigeno disciolto	mg/l
Sb	mg/l
O2	mg/l
Cloruri	mg/l
Idrocarburi (n-esano)	mg/l
Alluminio	mg/l
Ferro	mg/l
Manganese	mg/l
Arsenico	mg/l
Cadmio	mg/l
Cromo totale	mg/l
Cromo VI	mg/l
Mercurio	mg/l
Nichel	mg/l
Rame	mg/l
Zinco	mg/l
Piombo	mg/l

6.2.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante operam (AO): No.1 campionamento precedente l'apertura del cantiere;
- Fase di cantiere (CO): No.1 campionamento nel periodo di realizzazione dell'attraversamento in trenchless;
- Fase post operam (PO): No.1 campionamento stagionale (per un totale di 4 campionamenti) da effettuarsi nel primo anno a decorrere dalla data di completamento dell'opera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 109 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

7. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – SUOLO E SOTTOSUOLO

7.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo ha lo scopo di analizzare e caratterizzare i terreni interessati dalle attività di cantiere. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni di tali caratteristiche, a valle delle operazioni di impianto dei cantieri stessi e delle relative lavorazioni in corso d'opera, al momento della restituzione dei terreni stessi al precedente uso.

7.2. Individuazione delle aree da monitorare

L'attività di monitoraggio mira a verificare la qualità dei terreni, l'assenza di contaminazioni legate alla fase di cantiere ed il recupero della capacità d'uso del suolo al termine delle attività di cantiere e dei relativi interventi di ripristino.

Le aree individuate per il monitoraggio ante operam delle caratteristiche chimiche del suolo sono identificate nel Piano di utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo (**Doc. n. REL-PDC-E-11001_r1**) e relative carte (**DIS-PDU-E-11213_r1** e **DIS-PDU-E-11413_r1**) al quale si rimanda.

In accordo con l'Allegato 2 al D.P.R. 120/2017, relativamente alle infrastrutture lineari, sono stati ubicati punti di indagine con interasse di 500 m lungo il tracciato definitivo di progetto sia per il periodo 1 che per il periodo 2.

I punti d'indagine, pur nel rispetto dell'interasse precedentemente indicato sono stati ubicati dove è più facile l'accesso e minore il disturbo alle colture. Per tale motivo la distanza tra ogni singolo punto non è rigorosamente di 500 m, ma tende a tale valore compatibilmente con quelli che sono i condizionamenti legati al territorio.

Sono inoltre previsti punti di campionamento aggiuntivi (distanze inferiori ai 500 m) qualora si verifichi l'intersezione della linea con le litologie amiantifere (Pietre Verdi).

Di seguito si riportano i punti di campionamento.

Tabella 7.1: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati in progetto

Nome	x	y	Campione n	Prof. m	BTEX /IPA	Comune
PN06	442737.790	4917529.380	3	3	0	Cairo Montenotte
PN24	445183.304	4911121.775	3	3	0	Cairo Montenotte
PN012	443910.115	4916316.551	3	3	0	Cairo Montenotte
PN11	443884.722	4916348.524	3	3	0	Cairo Montenotte
PN13	443962.029	4916228.025	3	3	0	Cairo Montenotte
PN41	449801.461	4906269.549	3	3	0	Quiliano
PN42	450076.077	4906233.587	3	3	0	Quiliano
PN43	450286.554	4906229.693	3	3	0	Quiliano
PN33	446987.189	4907702.465	3	3	0	Altare

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 110 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	x	y	Campione n	Prof. m	BTEX /IPA	Comune
PN23	445000.886	4911234.328	3	3	0	Cairo Montenotte
PN25	445194.265	4910889.819	3	3	0	Cairo Montenotte
PA01	453827.447	4904217.208	3	3	1	Quiliano
PA02	454389.203	4903994.417	3	3	0	Quiliano
PA03	454779.103	4903741.761	3	3	0	Quiliano
PN02	443086.870	4919007.291	3	3	0	Cairo Montenotte
PN03	442973.123	4918668.319	3	3	0	Cairo Montenotte
PN09	443327.114	4917054.790	3	3	0	Cairo Montenotte
PN10	443699.293	4916633.991	3	3	0	Cairo Montenotte
PN14	443922.302	4915676.009	3	3	0	Cairo Montenotte
PN15	444033.351	4915403.827	3	3	0	Cairo Montenotte
PN16	444252.138	4914985.110	3	3	0	Cairo Montenotte
PN19	444926.591	4912816.936	3	3	0	Cairo Montenotte
PN20	444863.974	4912360.665	3	3	0	Cairo Montenotte
PN21	444730.850	4911997.419	3	3	0	Cairo Montenotte
PN22	444606.880	4911520.321	3	3	0	Cairo Montenotte
PN26	445223.144	4910509.868	3	3	1	Carcare
PN27	445187.452	4909967.006	3	3	0	Carcare
PN28	445333.170	4909552.085	3	3	0	Carcare
PN29	445713.089	4909381.542	3	3	0	Altare
PN32	446550.058	4907913.556	3	3	0	Altare
PN34	447285.472	4907359.728	3	3	0	Quiliano
PN35	447261.811	4906868.020	3	3	0	Quiliano
PN36	447560.235	4906677.532	3	3	0	Quiliano
PN37	448040.585	4906784.692	3	3	0	Quiliano
PN38	448522.818	4906821.842	3	3	0	Quiliano
PN39	448978.105	4906718.923	3	3	0	Quiliano
PN40	449413.622	4906495.386	3	3	0	Quiliano
PN44	450764.439	4906158.221	3	3	0	Quiliano
PN45	451243.619	4906151.445	3	3	0	Quiliano
PN46	451670.609	4905909.229	3	3	0	Quiliano
PN47	452122.922	4905743.233	3	3	0	Quiliano
PN48	452383.417	4905338.508	3	3	0	Quiliano
PN49	452752.339	4905044.793	3	3	0	Quiliano
PN50	453245.780	4905007.870	3	3	0	Quiliano
PN51	453381.367	4904680.581	3	3	0	Quiliano
PN53	453497.320	4904205.082	3	5	0	Quiliano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 111 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	x	y	Campione n	Prof. m	BTEX /IPA	Comune
PA05	455304.420	4903118.589	3	5	1	Quiliano
PN04	442675.826	4918093.256	3	5	0	Cairo Montenotte
PN05	442680.985	4917690.830	3	5	0	Cairo Montenotte
PN07	442913.179	4917518.114	3	5	1	Cairo Montenotte
PN08	443048.896	4917312.131	3	5	0	Cairo Montenotte
PN17	444696.648	4914552.560	3	5	0	Cairo Montenotte
PN18	444838.068	4913664.117	3	5	0	Cairo Montenotte
PN30	446232.453	4909164.170	3	5	0	Altare
PN31	446476.229	4908360.952	3	5	0	Altare
PN52	453558.265	4904484.455	3	5	0	Quiliano
PF04S	453985.642	4904168.277	3	4	1	Quiliano
PF05S	454076.008	4904123.660	3	4	1	Quiliano
PF06S	454165.694	4904084.706	3	4	1	Quiliano
PF02D	453721.273	4904224.989	3	4	0	Quiliano
PF02S	453736.415	4904262.348	3	4	1	Quiliano
PF03D	453832.462	4904185.844	3	4	0	Quiliano
PF03S	453847.502	4904222.928	3	4	1	Quiliano
PF04D	453968.769	4904126.718	3	4	0	Quiliano
PF05D	454057.436	4904088.329	3	4	0	Quiliano
PF06D	454151.199	4904050.280	3	4	0	Quiliano
PF07D	454246.775	4904016.874	3	4	0	Quiliano
PF07S	454259.571	4904045.298	3	4	0	Quiliano
PF08D	454350.163	4903983.921	3	4	0	Quiliano
PF08S	454359.222	4904013.817	3	4	0	Quiliano
PF09D	454459.554	4903939.078	3	4	0	Quiliano
PF09S	454468.386	4903969.427	3	4	0	Quiliano
PF10D	454560.338	4903905.672	3	4	0	Quiliano
PF10S	454574.833	4903931.944	3	4	0	Quiliano
PF11D	454633.265	4903854.034	3	4	0	Quiliano
PF11S	454652.969	4903885.742	3	4	0	Quiliano
PF12D	454680.472	4903805.865	3	4	0	Quiliano
PF12S	454729.519	4903818.024	3	4	0	Quiliano
PF13D	454776.159	4903727.260	3	4	0	Quiliano
PF13S	454798.822	4903737.397	3	4	0	Quiliano
PF14D	454851.350	4903644.566	3	4	1	Quiliano
PF14S	454864.955	4903663.564	3	4	1	Quiliano
PF15S	454938.397	4903594.664	3	4	1	Quiliano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 112 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	x	y	Campione n	Prof. m	BTEX /IPA	Comune
PF19D	453316.512	4904983.147	3	4	0	Quiliano
PF19S	453332.726	4904987.504	3	4	0	Quiliano
PF20D	453332.118	4904875.222	3	4	0	Quiliano
PF20S	453354.210	4904878.263	3	4	0	Quiliano
PF21D	453311.243	4904764.157	3	4	0	Quiliano
PF21S	453336.375	4904762.130	3	4	0	Quiliano
PF22D	453380.051	4904667.785	3	4	0	Quiliano
PF22S	453391.806	4904687.444	3	4	0	Quiliano
PF23D	453467.151	4904619.396	3	4	0	Quiliano
PF23S	453476.676	4904628.669	3	4	0	Quiliano
PF24D	453510.523	4904557.378	3	4	0	Quiliano
PF24S	453523.494	4904566.143	3	4	0	Quiliano
PF15D	454937.181	4903570.513	3	5	1	Quiliano
PA06	442701.626	4917455.082	3	3	0	Cairo Montenotte
PA07	445159.550	4909558.852	3	3	0	Carcare
PQ01	453516.108	4904104.878	5	5	0	Quiliano
PQ02	453537.041	4904123.663	5	5	0	Quiliano
PQ03	453559.648	4904149.767	5	5	0	Quiliano
PQ04	453534.977	4904093.518	5	5	0	Quiliano
PQ05	453560.830	4904114.134	5	5	0	Quiliano
PQ06	453577.350	4904141.898	5	5	0	Quiliano
PQ07	453551.820	4904081.354	5	5	0	Quiliano
PQ08	453578.168	4904087.052	5	5	0	Quiliano
PQ09	453586.994	4904109.645	5	5	0	Quiliano
PQ10	453567.146	4904063.702	5	5	0	Quiliano
PQ11	453588.692	4904059.380	5	5	0	Quiliano
PQ12	453606.711	4904088.958	5	5	0	Quiliano
PI01	443191.665	4919106.988	3	3	0	Cairo Montenotte
PI02	443227.012	4919144.125	3	3	0	Cairo Montenotte

Tabella 7.2: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati in dismissione

Name	Campione n	Prof. (m)	BTEX/ IPA	Comune	X	Y
PD12	3	3	0	Altare	447325.302	4908124.283
PD11	3	3	0	Altare	447109.005	4908520.033

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 113 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Name	Campione n	Prof. (m)	BTEX/ IPA	Comune	X	Y
PD10	3	3	0	Altare	446800.673	4908874.299
PD09	3	3	0	Altare	446408.271	4909160.965
PD08	3	3	0	Cairo Montenotte	444833.787	4914192.637
PD07	3	3	0	Cairo Montenotte	444478.757	4914501.346
PD06	3	3	0	Cairo Montenotte	444281.751	4914841.937
PD05	3	3	0	Cairo Montenotte	442699.548	4917631.178
PD04	3	3	0	Cairo Montenotte	442564.118	4918063.939
PD03	3	3	0	Cairo Montenotte	442647.514	4918514.878
PD02	3	3	0	Cairo Montenotte	442967.787	4918894.984

Tabella 7.3: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo nelle Piazzole per i tratti in Progetto

Nome	Y	X	Prog piazzola	BTEX/IPA	COMUNE
PP105	4919199.905	443149.813	1	0	Cairo Montenotte
PP107	4919178.613	443180.846	1	0	Cairo Montenotte
PP104	4919233.747	443141.117	1	0	Cairo Montenotte
PP106	4919213.293	443171.723	1	0	Cairo Montenotte
PP025	4919078.234	442818.369	2	0	Cairo Montenotte
PP026	4919056.227	442831.552	2	0	Cairo Montenotte
PP027	4919058.083	442808.729	2	0	Cairo Montenotte
PP089	4919051.898	442773.306	3	0	Cairo Montenotte
PP090	4919070.261	442782.671	3	0	Cairo Montenotte
PP091	4919034.869	442758.797	3	0	Cairo Montenotte
PP068	4918868.619	443103.864	4	0	Cairo Montenotte
PP069	4918862.298	443132.782	4	0	Cairo Montenotte
PP070	4918852.282	443115.621	4	0	Cairo Montenotte
PP007	4918311.500	442664.057	5	0	Cairo Montenotte
PP008	4918356.137	442757.120	5	0	Cairo Montenotte
PP009	4918340.012	442677.473	5	0	Cairo Montenotte
PP010	4918379.634	442732.442	5	0	Cairo Montenotte
PP011	4918366.286	442703.391	5	0	Cairo Montenotte
PP082	4917495.433	442701.828	6	0	Cairo Montenotte
PP083	4917474.162	442710.194	6	0	Cairo Montenotte
PP084	4917463.961	442678.207	6	0	Cairo Montenotte
PP085	4917442.429	442655.311	6	0	Cairo Montenotte

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 114 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	Y	X	Prog piazzola	BTEX/IPA	COMUNE
PP113	4916941.349	443396.494	7	0	Cairo Montenotte
PP109	4916962.009	443378.013	7	0	Cairo Montenotte
PP108	4916972.071	443369.976	7	0	Cairo Montenotte
PP111	4916956.561	443391.683	7	0	Cairo Montenotte
PP112	4916936.480	443387.296	7	0	Cairo Montenotte
PP110	4916948.785	443382.050	7	0	Cairo Montenotte
PP114	4916949.082	443402.526	7	0	Cairo Montenotte
PP035	4916471.037	443831.540	8	0	Cairo Montenotte
PP036	4916477.160	443808.328	8	0	Cairo Montenotte
PP037	4916492.240	443821.912	8	0	Cairo Montenotte
PP057	4913929.163	444249.393	9	0	Cairo Montenotte
PP058	4913974.153	444238.844	9	0	Cairo Montenotte
PP059	4913950.654	444238.303	9	0	Cairo Montenotte
PP065	4913967.881	444304.609	9	0	Cairo Montenotte
PP066	4913937.084	444291.406	9	0	Cairo Montenotte
PP067	4913962.582	444280.568	9	0	Cairo Montenotte
PP060	4913774.561	444676.311	10	0	Cairo Montenotte
PP061	4913807.827	444659.304	10	0	Cairo Montenotte
PP062	4913781.122	444635.944	10	0	Cairo Montenotte
PP063	4913815.978	444631.271	10	0	Cairo Montenotte
PP064	4913802.937	444687.236	10	0	Cairo Montenotte
PP018	4913548.832	444684.295	11	0	Cairo Montenotte
PP019	4913597.701	444662.511	11	0	Cairo Montenotte
PP020	4913570.135	444671.026	11	0	Cairo Montenotte
PP012	4913684.104	444932.089	12	0	Cairo Montenotte
PP013	4913692.022	444909.108	12	0	Cairo Montenotte
PP014	4913678.354	444911.960	12	0	Cairo Montenotte
PP048	4911401.968	445639.619	13	1	Cairo Montenotte
PP049	4911476.396	445603.185	13	1	Cairo Montenotte
PP050	4911430.793	445607.603	13	1	Cairo Montenotte
PP051	4911455.306	445576.448	13	1	Cairo Montenotte
PP052	4911445.207	445640.458	13	1	Cairo Montenotte
PP098	4910602.782	445097.308	14	0	Carcare
PP099	4910606.261	445065.249	14	0	Carcare
PP100	4910593.358	445126.811	14	0	Carcare

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 115 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	Y	X	Prog piazzola	BTEX/IPA	COMUNE
PP115	4909747.783	445191.207	15	0	Carcare
PP116	4909759.815	445217.477	16	0	Carcare
PP117	4909743.171	445220.686	16	0	Carcare
PP101	4909435.948	445301.012	17	0	Carcare
PP102	4909427.330	445284.530	17	0	Carcare
PP103	4909441.758	445280.410	17	0	Carcare
PP092	4909391.196	445135.934	18	0	Carcare
PP093	4909414.791	445199.689	18	0	Carcare
PP094	4909403.688	445169.082	18	0	Carcare
PP071	4908391.091	446535.060	19	0	Altare
PP072	4908415.802	446524.892	19	0	Altare
PP073	4908419.764	446558.273	19	0	Altare
PP074	4908384.138	446571.894	19	0	Altare
PP075	4908365.914	446542.861	19	0	Altare
PP045	4908055.140	447822.918	20	0	Quiliano
PP046	4908042.421	447814.521	20	0	Quiliano
PP047	4908060.439	447813.033	20	0	Quiliano
PP128	4904511.856	453615.623	22	0	Quiliano
PP130	4904497.166	453598.441	22	0	Quiliano
PP129	4904508.232	453591.677	22	0	Quiliano
PP053	4904225.546	453471.299	23	0	Quiliano
PP054	4904253.312	453476.446	23	0	Quiliano
PP055	4904237.225	453451.204	23	0	Quiliano
PP056	4904274.782	453460.917	23	0	Quiliano
PP076	4903798.644	454643.520	24	0	Quiliano
PP077	4903793.588	454659.890	24	0	Quiliano
PP078	4903810.832	454655.267	24	0	Quiliano
PP004	4903626.904	454776.017	25	1	Quiliano
PP005	4903655.037	454785.322	25	1	Quiliano
PP006	4903641.153	454795.208	25	1	Quiliano
PP086	4903276.572	455283.511	26	1	Quiliano
PP087	4903268.274	455270.702	26	1	Quiliano
PP088	4903260.439	455257.905	26	1	Quiliano
PI03	4919080.362	443209.706	0	0	Cairo Montenotte
PI04	4919104.921	443231.099	0	0	Cairo Montenotte

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 116 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	Y	X	Prog piazzola	BTEX/IPA	COMUNE
PI05	4919130.705	443256.804	0	0	Cairo Montenotte

Tabella 7.4: Elenco dei punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo nelle Piazzole per i tratti in dismissione

Nome	ID Piazzola	X	Y	BTEX/IPA	COMUNE
PPD38	1	442917.301	4918865.011	0	Cairo Montenotte
PPD39	1	442893.422	4918844.123	0	Cairo Montenotte
PPD40	1	442906.1095	4918852.988	0	Cairo Montenotte
PPD56	2	442505.8487	4918244.927	0	Cairo Montenotte
PPD57	2	442523.1848	4918243.7	0	Cairo Montenotte
PPD58	2	442540.5293	4918241.799	0	Cairo Montenotte
PPD23	3	442518.8828	4917732.408	0	Cairo Montenotte
PPD24	3	442487.8741	4917732.346	0	Cairo Montenotte
PPD25	3	442491.1104	4917713.213	0	Cairo Montenotte
PPD01	4	442867.7114	4917345.419	0	Cairo Montenotte
PPD02	4	442878.1716	4917324.294	0	Cairo Montenotte
PPD03	4	442849.2537	4917322.206	0	Cairo Montenotte
PPD04	4	442844.4264	4917349.029	0	Cairo Montenotte
PPD14	6	443870.8659	4916372.2	0	Cairo Montenotte
PPD15	6	443895.3919	4916352.443	0	Cairo Montenotte
PPD16	6	443884.4573	4916362.819	0	Cairo Montenotte
PPD11	7	444226.2875	4914495.521	0	Cairo Montenotte
PPD12	7	444231.3523	4914526.872	0	Cairo Montenotte
PPD13	7	444228.9132	4914510.741	0	Cairo Montenotte
PPD26	8	444727.3021	4914294.909	0	Cairo Montenotte
PPD27	8	444717.4294	4914308.919	0	Cairo Montenotte
PPD28	8	444721.9304	4914301.628	0	Cairo Montenotte
PPD41	9	444679.5284	4913354.887	0	Cairo Montenotte
PPD42	9	444694.2538	4913338.404	0	Cairo Montenotte
PPD43	9	444709.512	4913321.439	0	Cairo Montenotte
PPD20	10	443727.2084	4911696.803	0	Carcare
PPD21	10	443712.5986	4911689.019	0	Carcare
PPD22	10	443726.0717	4911687.329	0	Carcare
PPD44	11	443985.6249	4911642.428	0	Carcare
PPD45	11	443993.6663	4911639.834	0	Carcare

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 117 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nome	ID Piazzola	X	Y	BTEX/IPA	COMUNE
PPD46	11	444000.0216	4911634.16	0	Carcare
PPD35	12	445138.3285	4911371.312	1	Cairo Montenotte
PPD36	12	445140.759	4911389.72	1	Cairo Montenotte
PPD37	12	445144.4719	4911408.223	1	Cairo Montenotte
PPD08	13	445271.2495	4911117.637	1	Cairo Montenotte
PPD09	13	445263.234	4911120.847	1	Cairo Montenotte
PPD10	13	445279.2586	4911114.819	1	Cairo Montenotte
PPD05	14	445103.5373	4910806.382	0	Carcare
PPD06	14	445109.2652	4910810.067	0	Carcare
PPD07	14	445102.3282	4910810.148	0	Carcare
PPD29	15	445167.5442	4910617.88	0	Carcare
PPD30	15	445179.1618	4910614.832	0	Carcare
PPD31	15	445165.9776	4910610.252	0	Carcare
PPD17	16	446320.8575	4909213.395	0	Altare
PPD18	16	446334.4066	4909206.879	0	Altare
PPD19	16	446306.1621	4909220.748	0	Altare
PPD50	17	446532.23	4909082.482	0	Altare
PPD51	17	446539.6993	4909074.032	0	Altare
PPD52	17	446524.8188	4909068.278	0	Altare
PPD47	18	447018.0143	4908623.641	0	Altare
PPD48	18	447030.5235	4908622.785	0	Altare
PPD49	18	447021.0545	4908632.344	0	Altare
PPD53	19	448257.3877	4908640.193	1	Altare
PPD54	19	448259.2917	4908661.953	1	Altare
PPD55	19	448252.4682	4908682.213	1	Altare
PPD59	20	443020.4654	4917181.162	0	Cairo Montenotte
PPD60	20	443031.4968	4917235.679	0	Cairo Montenotte
PPD61	20	443050.3816	4917201.303	0	Cairo Montenotte
PPD62	20	443019.0137	4917212.097	0	Cairo Montenotte

Con riferimento alla verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli, sono stati identificati due punti di monitoraggio elencati nella tabella seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 118 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 7.5: Punti di Monitoraggio Suolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli

Codice punto	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
SUO-01	44°17'52.00"N	8°24'20.46"E
SUO-02	44°25'25.04"N	8°17'12.22"E

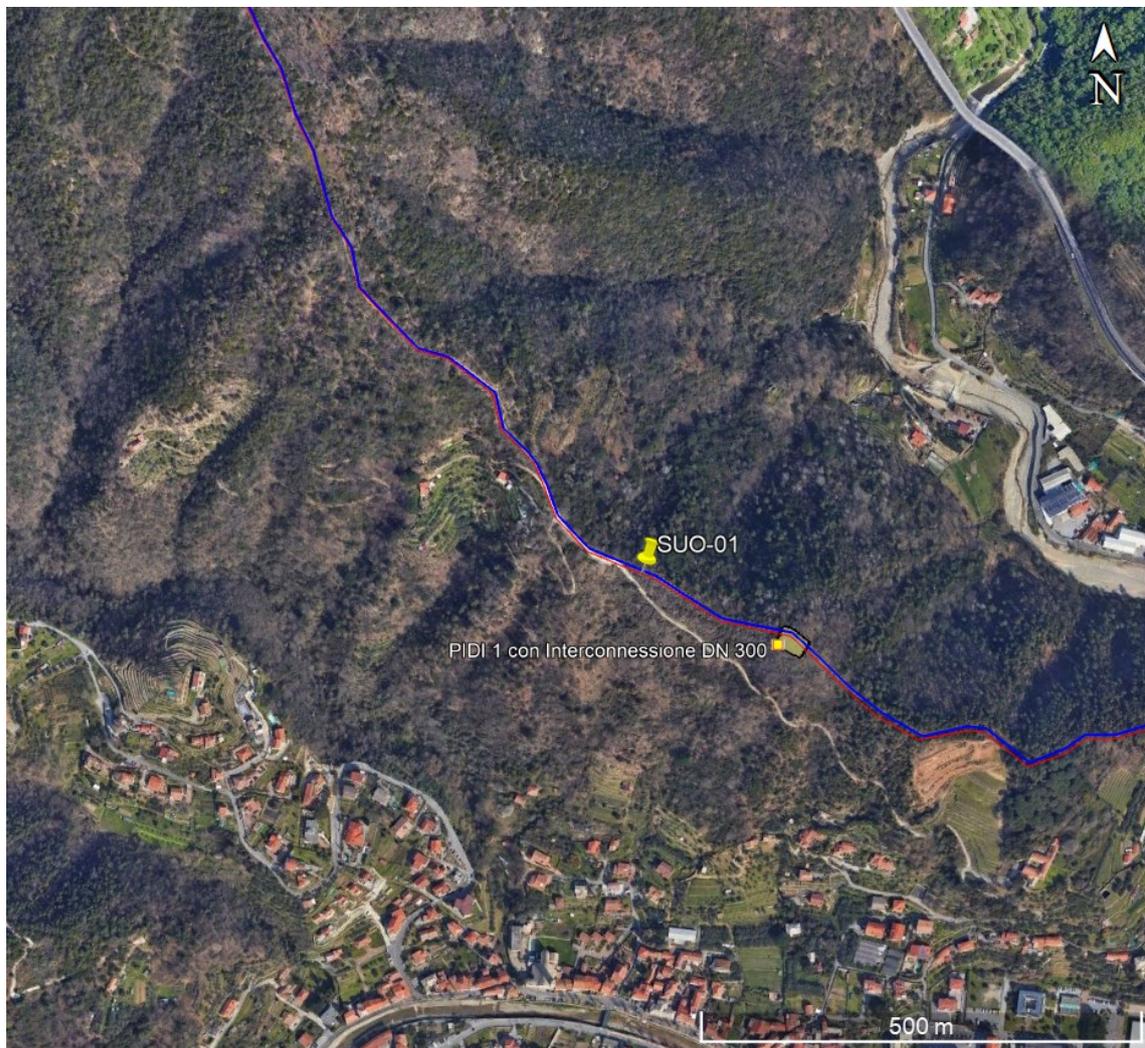


Figura 7.1: Punti di Monitoraggio Componente Suolo e Sottosuolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (1 di 2)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 119 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 7.2: Punti di Monitoraggio Componente Suolo e Sottosuolo - verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (2 di 2)

In considerazione della variabilità dei pedo-tipi lungo il tracciato del metanodotto, riscontrata tramite la consultazione della Carta Ecopedologica disponibile sul portale ufficiale del MASE, sono stati individuati i suoli maggiormente rappresentativi delle principali realtà pedogenetiche intercettate dal tracciato e di conseguenza sono stati scelti i siti dove eseguire il monitoraggio sia ante che post operam.

In particolare, le opere previste dal progetto, nel primo chilometro di tratta dalla zona di approdo, attraversano un'area catalogata come "Altro" e più specificatamente indicata come "Area Urbana", presso la quale non si ritiene necessario effettuare il monitoraggio.

Più nell'entroterra, sono intercettati i "Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche e clima temperato montano" e più specificatamente le "Basse montagne e colline delle Alpi Liguri della Riviera di Ponente, prospicienti il mare, incise da valli strette e brevi (m 0-600)". Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di scisti filladici e carboniosi, con vulcaniti. Si propone pertanto il monitoraggio in corrispondenza del punto SUO-01.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 120 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nel tratto finale (di maggiore lunghezza), viene attraversata l'area catalogata come "Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche e clima temperato montano" e più specificatamente le "Colline e montagne prealpine delle Alpi Liguri, a medie e basse quote, a forme arrotondate e frequenti versanti ripidi, generalmente coltivate nelle porzioni medio-basse dei versanti più dolci (m 300-1300)". Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di sabbie, arenarie e conglomerati prevalentemente calcarei. Si propone pertanto il monitoraggio in corrispondenza del punto SUO-02.

7.3. Metodologia di rilevamento

Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati

Il prelievo dei campioni di terreno, eseguito in accordo con quanto definito dall'Allegato 2 del DPR 120/2017 e, in generale, secondo le indicazioni del D.Lgs.152/06 e s.m.i. I campioni, formati dopo appropriata quartatura degli incrementi dell'intervallo da caratterizzare ed eliminando in campo la frazione granulometrica con diametro maggiore di 2 cm, mettendo in atto opportuni accorgimenti tesi a confezionare campioni rappresentativi dello stato chimico-fisico dei terreni ed a evitare potenziali fenomeni di cross-contamination.

I campioni di terreno, dopo il confezionamento e l'apposizione della etichetta identificativa (sigla punto di indagine, sigla del campione, profondità di prelievo e data di prelievo), sono stati conservati a bassa temperatura sino al recapito presso il laboratorio di analisi.

Per ciascun campione di terreno è stato considerato il set analitico ridotto previsto dalla Tab. 4.1 dell'All.4 del DPR 120/17 (tabella seguente).

Tabella 7.6: Set Analitico Terreni

Set analitico "ridotto" - Tab. 4.1 All. 4 DPR 120/17
- Umidità a 105 °C
- Scheletro
- Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo VI)
- Idrocarburi C>12
- Amianto (solo nei campioni 0÷1 m da p.c.)
- BTEX e IPA (solo in prossimità di infrastrutture stradali, ferroviarie e insediamenti industriali)

I risultati delle analisi chimiche sui terreni saranno confrontati con le CSC di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV, D. Lgs. 152/06 e s.m.i. con riferimento alla specifica destinazione urbanistica dell'area desunta dalla pianificazione territoriale di livello comunale (Colonna A per i terreni a destinazione agricola e Colonna B per i terreni con destinazione industriale/commerciale).

Tuttavia, in seguito a informazioni bibliografiche (vedi atlante geochimico Regionale e Carta delle Pietre Verdi) sull'area oggetto di studio il proponente si riserva facoltà di individuare dei

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 121 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

valori di fondo naturali (VFN) da utilizzare come riferimento per valutare l'idonea qualità delle TRS per il riutilizzo in sito secondo quanto stabilito dall'articolo 11 del DPR 120/17.

Con nota n° prot. ARPAL 12221 del 29/04/2022, SNAM-SRG aveva già attivato un procedimento ai sensi dell'art. 11 del DPR 120/2017 per la tratta di metanodotto Alessandria - Cairo Montenotte e per la tratta Cairo Montenotte - Savona. Tale procedimento si è concluso con l'espressione di compatibilità geologica da parte di ARPAL (nota n° prot. 31441 del 03/11/2023) per i parametri Nichel, Cromo totale, Cobalto, Arsenico e Zinco. Nelle tratte in sovrapposizione con il nuovo progetto si fanno quindi salve le risultanze di tale studio e si applicheranno come valori soglia dei sopra-menzionati parametri i massimi valori riscontrati nel procedimento già concluso.

Verifica del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli

Per quanto riguarda la matrice suolo (top soil), si prevedono inoltre 3 saggi, in corrispondenza dei punti da SUO-01 e SUO-02 e in corrispondenza dei punti ATM-02, ATM-03 e ATM-04:

- un saggio ecotossicologico sul suolo tal quale (TQ):
 - Test di fitotossicità con *Lepidium sativum*, *Sinapis alba* e *Sorghum saccharatum* (UNI 11357:2010);
- un saggio su elutriato del suolo (estratto acquoso dei suoli -EA):
 - Saggio di tossicità acuta con il crostaceo *Daphnia magna* (ISO 6341:2013);
 - Saggio di tossicità cronica con l'alga *Pseudokirchneriella subcapitata* (ISO 8692:2012);
- un saggio di genotossicità:
 - sull'estratto organico del suolo (EO) mediante saggi Salmonella/microsome test (Ames test).

Il monitoraggio dei suoli finalizzato alla valutazione del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli interessati dalla pista lavoro, in seguito ai ripristini vegetazionali e morfologici effettuati, verrà effettuato, sia in fase di caratterizzazione (ante operam) che in fase di verifica (post operam).

Il monitoraggio consisterà nella descrizione del top soil e del subsoil, e nel prelievo di campioni per l'analisi di laboratorio (un campione per ciascun orizzonte pedogenetico), in corrispondenza dei primi due orizzonti a partire dal piano campagna.

La descrizione dei suoli sarà effettuata secondo quanto riportato nella "Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla definizione delle loro qualità" (2002) Gardin L., Costantini E. A. C., Napoli R." e secondo i criteri riportati nel "Soil Survey Manual" (Soil Survey Staff S.C.S. U.S.D.A., 1993). Il sistema di classificazione di riferimento per la classificazione dei suoli è il sistema WRB (IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS World Reference Base for Soil Resources, edizione Italiana - 1999).

Il monitoraggio dei suoli consisterà nella descrizione e campionamento di un profilo di suolo per ogni area test.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 122 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In particolare, saranno effettuate le seguenti descrizioni. La descrizione dell'ambiente in cui si trovano i suoli, oltre all'anagrafica del punto (sigla, località, comune, provincia), le coordinate geografiche, l'utilizzazione prevalente del suolo/vegetazione, la quota in metri sul livello del mare e gli aspetti superficiali; la descrizione dei caratteri stazionali indicandone eventuale pendenza, quota, pietrosità, rocciosità, substrato, uso del suolo, tipo e intensità dei processi erosivi. Successivamente saranno individuati gli orizzonti pedogenetici e per ogni livello individuato sarà stimata la tessitura, il colore e le screziature secondo gli standard delle Munsell Soil Charts (1954), la presenza di scheletro, l'effervescenza, il drenaggio, la consistenza, la struttura, la porosità, la profondità utile alle radici, ed il grado di umidità. La descrizione del profilo sarà effettuata tramite la scheda di rilevamento elaborata dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.

Ogni orizzonte pedogenetico individuato sarà opportunamente campionato; nel caso di insufficiente profondità del suolo, il prelievo verrà fatto nei primi 10-15 cm del profilo, comunque corrispondenti all'orizzonte superficiale. Per ciascun orizzonte verrà prelevato un campione, non inferiore a 1kg di suolo per le determinazioni chimico fisiche.

Sui campioni degli orizzonti pedogenetici verranno eseguite una serie di analisi chimico-fisiche secondo i metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche, per la determinazione dei seguenti parametri:

- Tessitura (sabbia, limo, argilla);
- pH;
- carbonati totali;
- carbonio organico;
- azoto totale;
- fosforo assimilabile;
- potassio assimilabile;
- basi di scambio (Ca, Mg, Na, K);
- conduttività elettrica;
- Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)

7.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo lungo i tracciati:

- Fase ante operam (AO): No.1 campionamento per ciascun punto di monitoraggio.

Il monitoraggio del recupero della fertilità e della capacità d'uso dei suoli (inclusi i saggi ecotossicologici e genotossici) nelle stazioni di monitoraggio SUO-01 e SUO-02 si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante operam (AO): No. 1 campionamento (preferibilmente in primavera o in autunno);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 123 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Fase di cantiere (CO): durante il periodo in cui sarà presente il cantiere non saranno effettuate campagne di misura;
- Fase post operam (PO): No. 1 campionamento annuale per i 3 anni successivi alle attività di ripristino morfologico/vegetazionale all'interno della fascia lavori, preferibilmente in primavera o in autunno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 124 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

8. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RUMORE E VIBRAZIONI

8.1. Rumore

8.1.1. Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio del clima acustico è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie potenzialmente interessate dal progetto nelle diverse fasi (ante operam, fase di cantiere e di esercizio) mediante rilevazioni strumentale e rispetta quanto riportato nelle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (DLgs 152/2006 e smi; DLgs 163/2006 e smi) –Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore (Capitolo 6.5.) Rev. 1” del 30/12/2014 (Ministero dell’ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali).

8.1.2. Individuazione delle aree da monitorare

I ricettori identificati sono stati individuati nelle aree ad uso residenziale, o comunque potenzialmente frequentate, che risultano ubicate in prossimità agli interventi/attività onshore di progetto, al traffico indotto dei mezzi di cantiere e alla dismissione del Metanodotto Cairo Montenotte-Savona, entro 100 metri dalle lavorazioni.

Il monitoraggio della componente rumore in fase Ante Operam analizza il clima acustico del territorio prima dell’inizio dell’attività di realizzazione delle opere e dell’apertura dei cantieri, un adeguato scenario di indicatori acustici atti a rappresentare lo “stato di bianco”, cui riferire l’esito dei successivi monitoraggi.

Il monitoraggio della componente rumore in corso d’opera prevede il controllo dell’evolversi della situazione ambientale, il controllo delle emissioni acustiche delle lavorazioni al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche, o di adottare eventuali misure di mitigazione degli impatti. Il riferimento di tale attività di monitoraggio deve essere il rispetto dei limiti posti dalla normativa vigente.

Le attività di cantiere per la realizzazione di un metanodotto hanno carattere temporaneo nel tempo e nello spazio. Le principali operazioni di cantiere possono essere schematizzate suddividendo l’intero tracciato in settori su cui si succedono temporalmente le varie fasi di lavoro.

Campagne di misura in corso d’opera saranno, pertanto, realizzate in corrispondenza delle fasi di cantiere maggiormente impattanti da un punto di vista del clima acustico, e presso i ricettori più vicini alle aree di intervento entro 100 metri dalle lavorazioni.

In fase di esercizio saranno, infine, previste campagne di misura in corrispondenza dei ricettori potenzialmente interessati dalle emissioni sonore dell’impianto PDE, già oggetto di campagna di misura del clima acustico attuale (23 Gennaio 2024).

Di seguito si riporta la tabella descrittiva dei punti di monitoraggio previsti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 125 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 8.1: Punti di Monitoraggio Componente Rumore

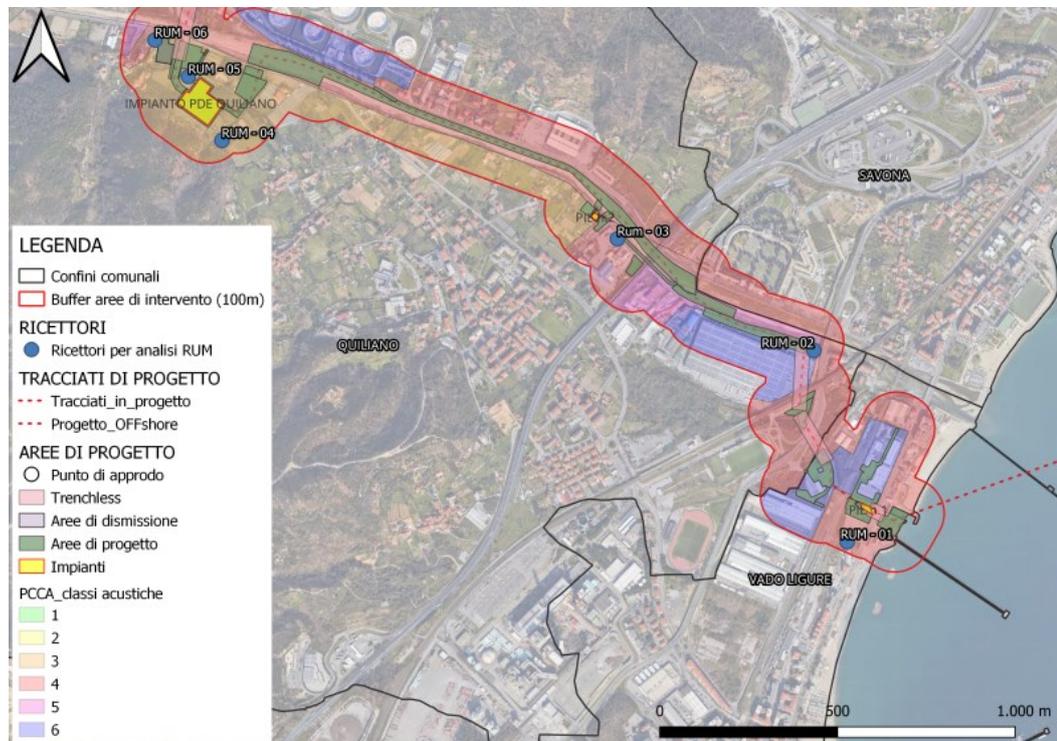
Caratteristiche ricettore					Coordinate	
Codice ID	Comune	Destinazione e d'uso	PCC A	Distanza dalla linea di progetto (m)	Latitudine	Longitudine
RUM - 01	Vado Ligure	Residenziale	4	104,4	44°16'39.37"N	8°26'27.10"E
RUM - 02	Quiliano	Residenziale	6	20,8	44°16'56.92"N	8°26'22.79"E
RUM - 03	Quiliano	Residenziale	4	41,5	44°17'7.04"N	8°25'57.76"E
RUM - 04	Quiliano	Residenziale	3	74,1	44°17'15.97"N	8°25'07.68"E
RUM - 05	Quiliano	Residenziale	3	29,5	44°17'21.53"N	8°25'03.49"E
RUM - 06	Quiliano	Residenziale	3	68,0	44°17'24.98"N	8°24'58.91"E
RUM - 07	Quiliano	Residenziale	4	31,2	44°17'28.52"N	8°25'5.24"E
RUM - 08	Quiliano	Residenziale	4	23,8	44°17'36.61"N	8°24'56.74"E
RUM - 09	Quiliano	Religioso	3	89,3	44°17'41.52"N	8°24'40.75"E
RUM - 10	Quiliano	Residenziale	3	32,0	44°17'55.27"N	8°24'13.96"E
RUM - 11	Quiliano	Residenziale	3	760,9	44°17'57.54"N	8°23'16.35"E
RUM - 13	Altare	Residenziale	3	1440,6	44°19'43.65"N	8°21'2.83"E
RUM - 14	Altare	Residenziale	5	653,8	44°19'47.57"N	8°20'8.25"E
RUM - 15	Altare	Residenziale	5	44,5	44°20'6.43"N	8°19'35.15"E
RUM - 16	Carcare	Residenziale	3	98,8	44°20'8.04"N	8°18'39.96"E
RUM - 17	Carcare	Residenziale	3	46,1	44°20'17.11"N	8°18'43.01"E
RUM - 18	Carcare	Residenziale	4	52,4	44°20'49.31"N	8°18'40.18"E
RUM - 19	Cairo Montenotte	Residenziale	4	30,2	44°21'4.81"N	8°18'40.64"E
RUM - 20	Carcare	Residenziale	3	564,5	44°21'21.17"N	8°17'52.36"E
RUM - 21	Carcare	Residenziale	4	923,8	44°21'23.50"N	8°17'36.62"E
RUM - 22	Cairo Montenotte	Residenziale	4	21,7	44°22'29.83"N	8°18'26.34"E
RUM - 23	Cairo Montenotte	Residenziale	3	591,9	44°22'34.31"N	8°17'59.94"E
RUM - 24	Cairo Montenotte	Residenziale	3	48,9	44°22'53.90"N	8°18'18.55"E
RUM - 25	Cairo Montenotte	Residenziale	3	458,4	44°22'51.45"N	8°17'59.38"E
RUM - 26	Cairo Montenotte	Residenziale	3	38,3	44°23'57.61"N	8°17'42.52"E
RUM - 27	Cairo Montenotte	Residenziale	3	20,1	44°24'15.95"N	8°17'20.10"E
RUM - 28	Cairo Montenotte	Residenziale	4	20,9	44°24'22.75"N	8°17'9.75"E

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 126 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

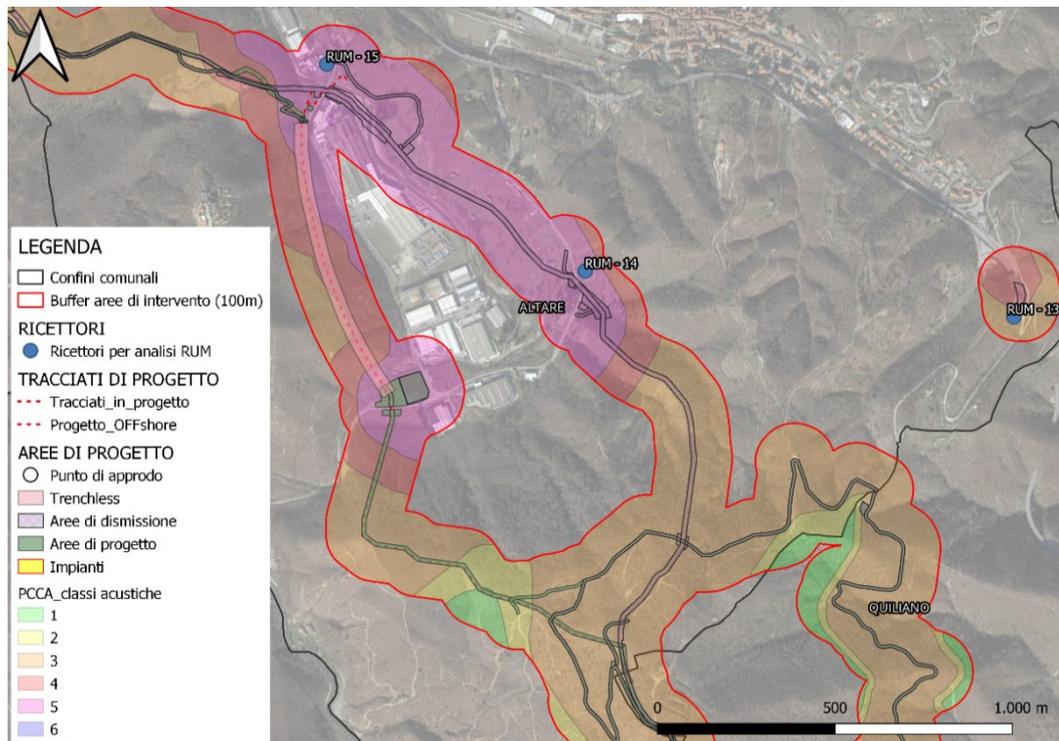
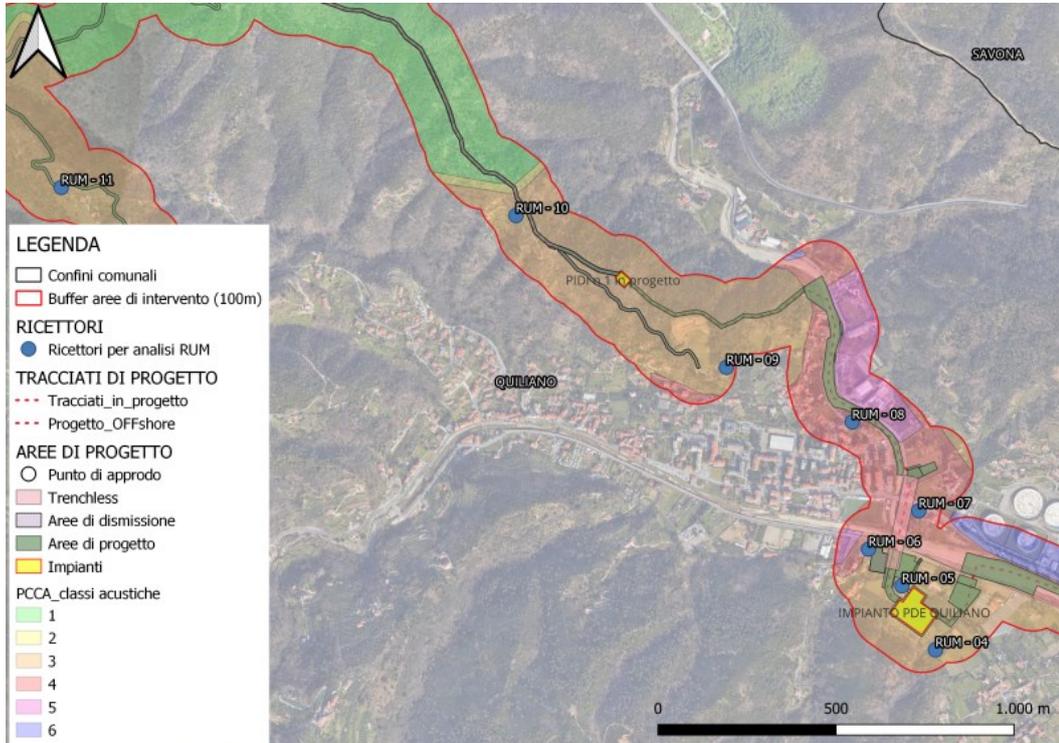
Caratteristiche ricettore					Coordinate	
Codice ID	Comune	Destinazione e d'uso	PCC A	Distanza dalla linea di progetto (m)	Latitudine	Longitudine
RUM - 29	Cairo Montenotte	Residenziale	4	81,3	44°24'36.13"N	8°16'52.61"E
RUM - 30	Cairo Montenotte	Residenziale	4	192,6	44°24'59.93"N	8°16'43.80"E
RUM - 31	Cairo Montenotte	Residenziale	3	79,7	44°25'15.32"N	8°17'1.36"E
RUM - 32	Cairo Montenotte	Residenziale	3	137,1	44°25'25.66"N	8°17'3.80"E
RUM - 33	Cairo Montenotte	Residenziale	3	222,5	44°25'37.29"N	8°17'1.82"E

Di seguito si riportano le immagini con l'ubicazione dei punti di monitoraggio previsti.



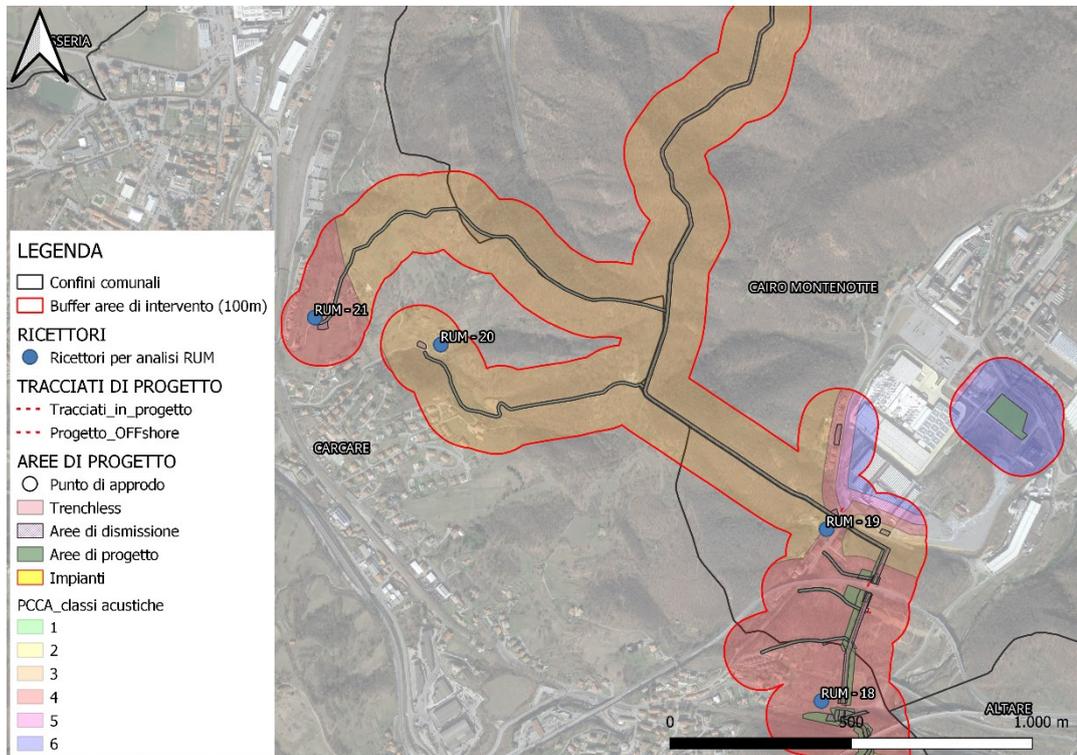
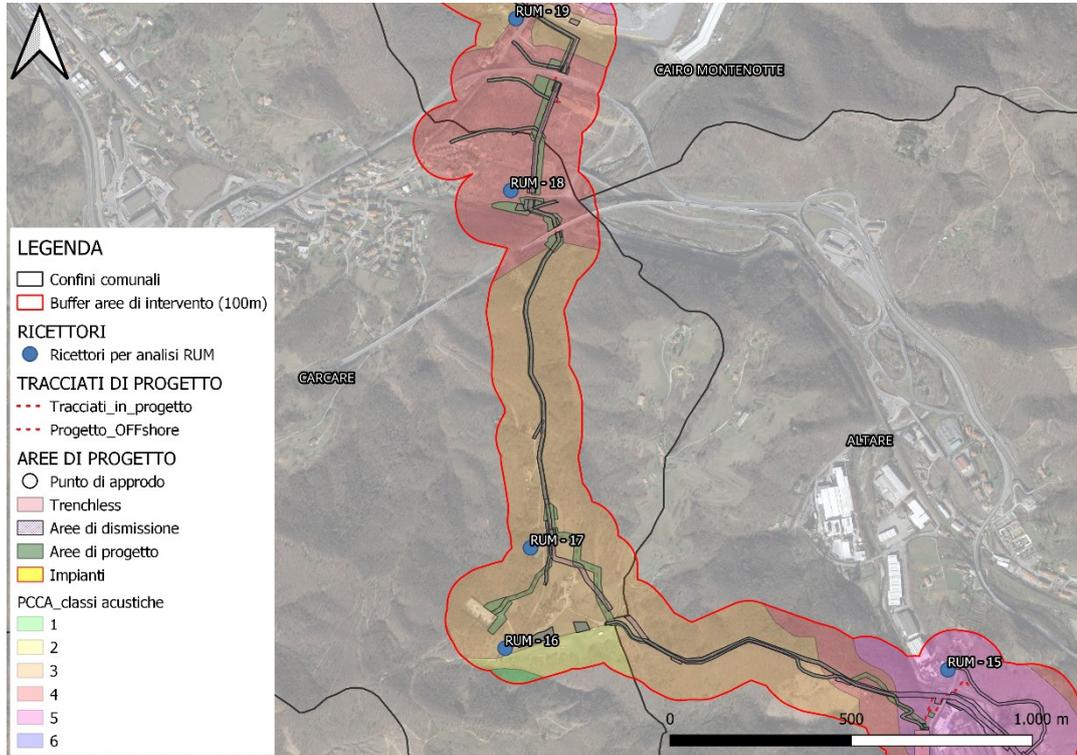
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 127 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



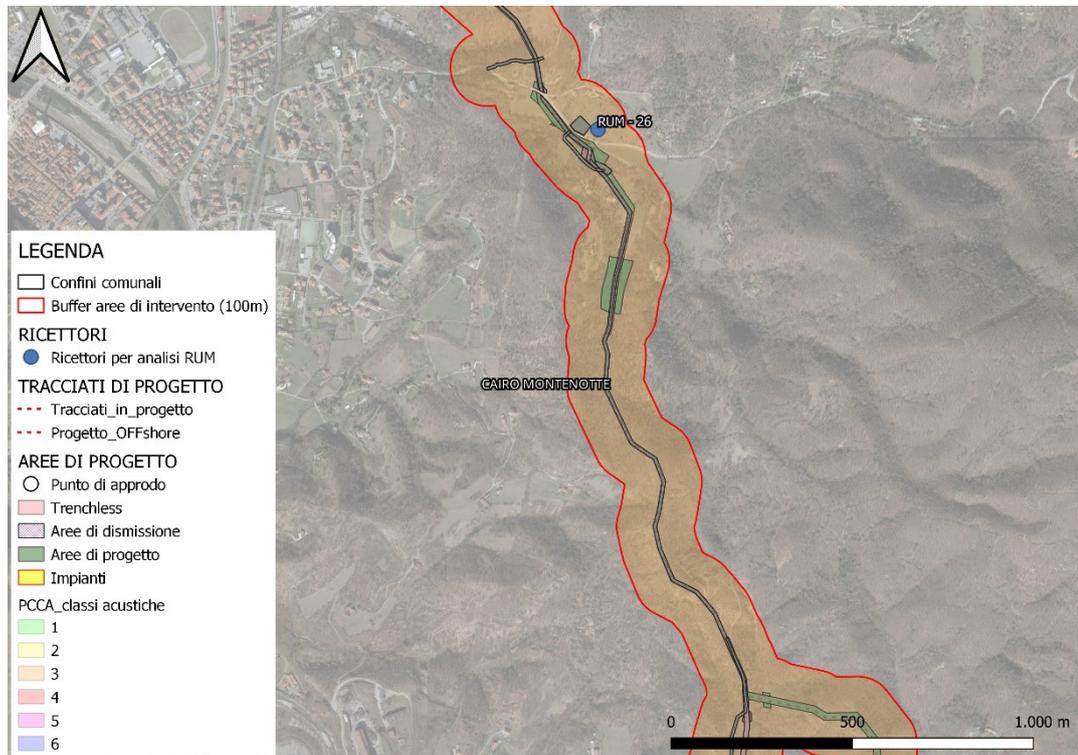
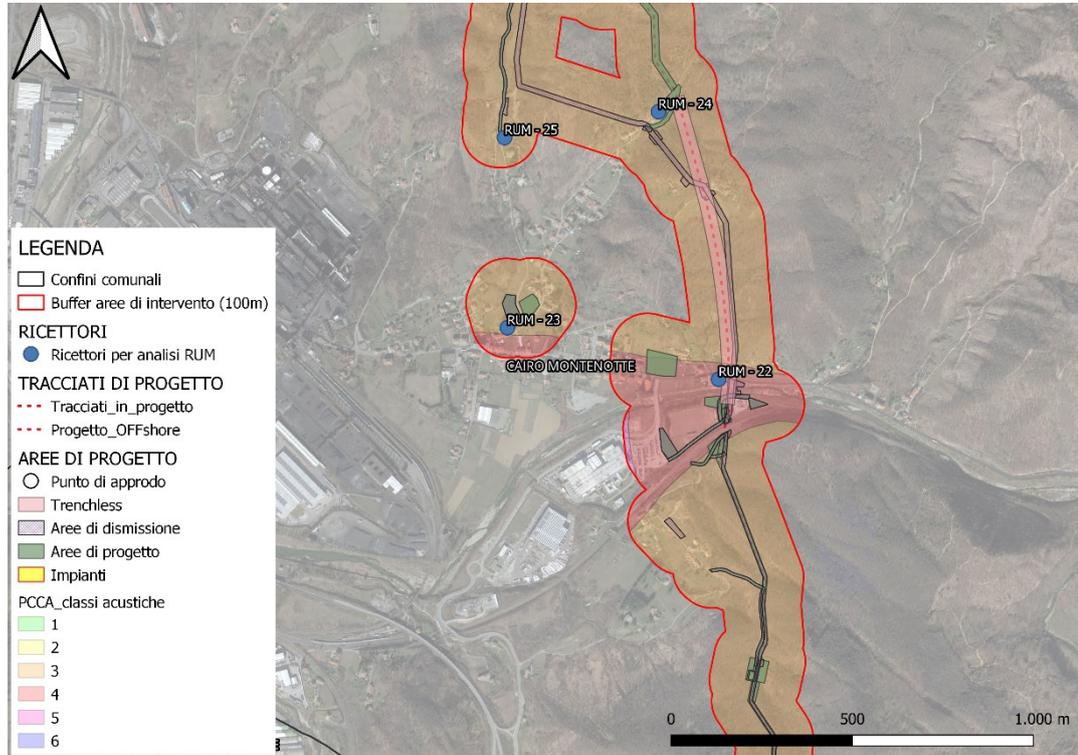
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 128 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 129 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 130 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

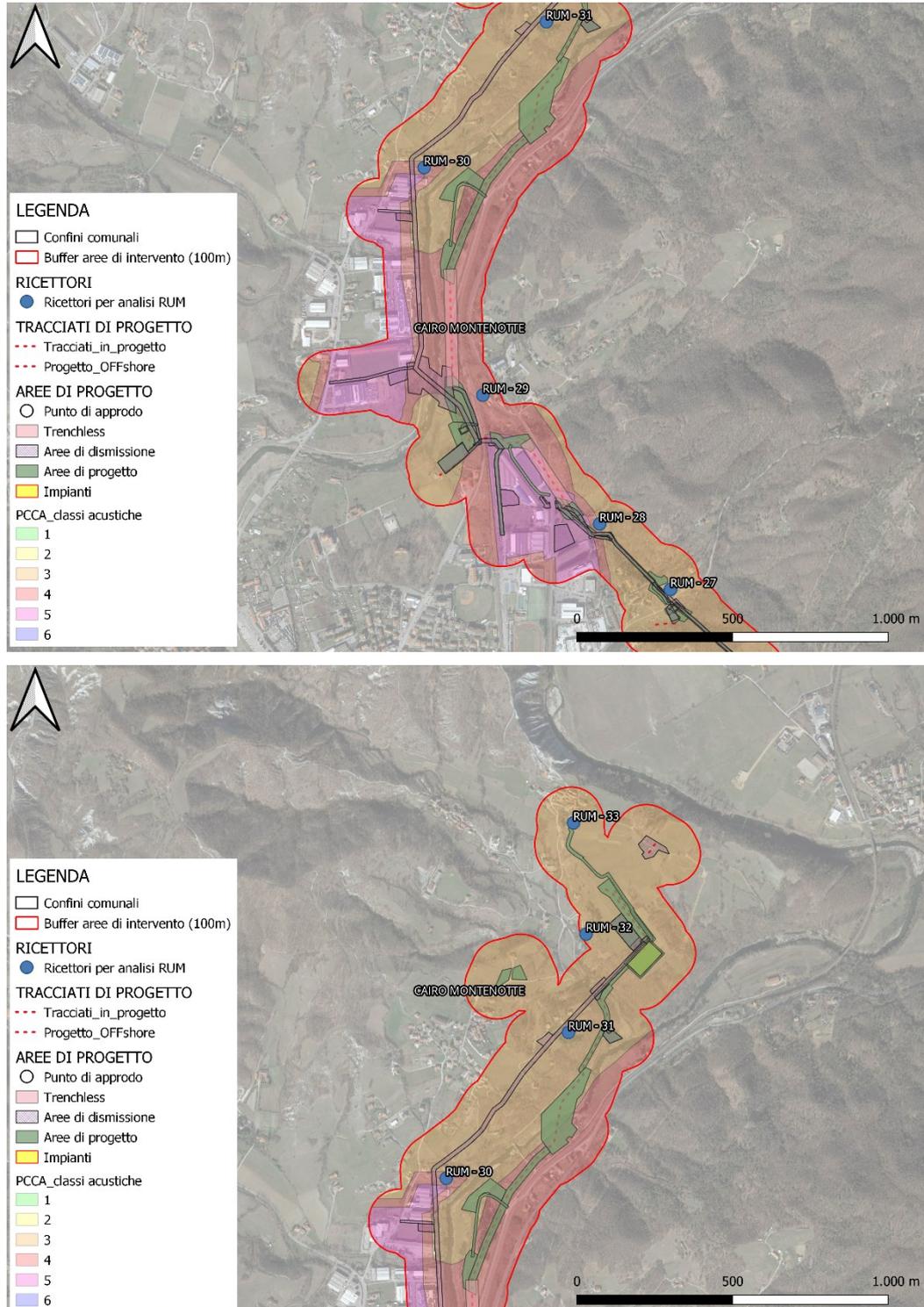


Figura 8.1: Punti di Monitoraggio Componente Rumore

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 131 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si fa presente che l'esecuzione delle misure è subordinata all'accessibilità alle pertinenze dei ricettori.

8.1.3. Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio del rumore sarà svolto da tecnico competente in acustica attraverso l'utilizzo di apposita strumentazione conforme agli standard EN-CEI.

Per i rilievi fonometrici verranno utilizzati un fonometro ed un calibratore conformi alle indicazioni riportate nel D.M.A. 16/03/1998. In riferimento alle specifiche tecniche richieste dallo stesso decreto, la strumentazione verrà calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura.

Le misure saranno eseguite da Tecnici Competenti in Acustica iscritti all'elenco ENTECA, ai sensi del d.lgs. 42/2017.

In considerazione del fatto che le attività di cantiere generalmente inizieranno circa alle ore 07.30 e termineranno approssimativamente alle ore 17.30, si programmeranno le misure di corso d'opera ad integrazione continua unicamente durante l'intervallo diurno (6.00-22.00).

In fase ante operam e di esercizio, la misurazione del rumore ambientale esterno, espresso in livello equivalente continuo "Leq in dB(A)" sarà prevista sia in periodo diurno, sia in periodo notturno, sempre tramite misure ad integrazione continua.

8.1.3.1. Strumentazione di misura

Tutta la strumentazione utilizzata sarà conforme alle normative vigenti, tarata nel biennio antecedente l'esecuzione delle misure e fornita di certificato di taratura in corso di validità.

Come previsto dalla normativa vigente, i fonometri integratori dovranno soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994; i filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995; i calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4. EPer il monitoraggio in oggetto saranno impiegati analizzatori in tempo reale dotati di preamplificatore e microfono, dove, il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

8.1.3.2. Indicatori acustici

Gli indicatori ambientali del rumore sono tratti dal DPCM 1.03.1991 e DPCM 14.11.1997 per la valutazione del rumore diurno ed in particolare:

- Limite di emissione in Leq in dB(A), periodo diurno (6-22);
- Limite differenziale diurno;
- Limite di immissione diurno.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio della pressione sonora ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 1/3/1991 e dalle successive normative per la definizione dei limiti di accettabilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 132 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La scelta di tale indicatore di rumore, se da un lato è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ha comunque ampi riscontri negli studi di socio-acustica svolti a livello internazionale.

Il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A, utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un parametro che non fornisce utili indicazioni sulla natura delle sorgenti sonore responsabili del clima acustico. I valori di livello equivalente che il rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Durante il monitoraggio il passo di campionamento della registrazione sarà di 1 secondo, in modo tale da avere una risoluzione del segnale tale da consentire l'analisi spettrografica e l'individuazione dei contributi dei singoli tipi di sorgenti in caso di necessità.

I valori così rilevati verranno poi mediati in maniera logaritmica per ottenere i valori di L_{eq} ed i valori percentili della postazione ove sono state effettuate le misure.

8.1.3.3. Condizionamento meteorologico e stagionale

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione portatile a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni.

Le misurazioni di tali parametri sono effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5° C,
- presenza di pioggia e di neve.

8.1.3.4. Ulteriori indicatori della misura

Durante l'esecuzione delle misure in campo vengono rilevate una serie di informazioni complementari, che saranno inserite nel rapporto di misura:

- denominazione del ricettore e indirizzo;
- coordinate geografiche del punto di misura;
- fotografia del punto di misura;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 133 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- eventuale traffico su infrastrutture stradali e ferroviarie limitrofe;
- lavorazioni effettuate in cantiere e anomalie.

8.1.3.5. Ulteriori attività e verifiche procedurali e gestionali

Durante la fase di corso d'opera, e, quindi, di cantiere, saranno previste attività e verifiche specifiche relative agli interventi di carattere procedurale e gestionale finalizzate al rispetto delle normative di settore, quali ad esempio:

- la verifica della conformità dei mezzi e macchinari di cantiere ai livelli di emissione acustica contemplati, macchina per macchina, nell'Allegato I al D. Lgs 262/2002 in attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- la definizione e verifica di soglie di allarme, di entità prossima ai valori limite, utili per provvedere tempestivamente a eliminare l'insorgere di eventuali problemi, sia durante la normale attività di cantiere, sia in caso di richiesta di deroghe, come stabilito dalla Regione Liguria e applicato dalle Norme Tecniche di Attuazione dei Piani Comunali di Classificazione Acustica dei Comuni interessati dall'opera;
- un piano di gestione degli esposti che dovessero pervenire durante le attività di cantiere potenzialmente rumorose;
- l'individuazione dei possibili interventi mitigativi a fronte dell'insorgenza di situazioni critiche e la loro adozione, dandone comunicazione agli enti;
- un piano di gestione delle anomalie ed emergenze;
- la verifica delle procedure e delle prescrizioni autorizzative.

Gli esiti di tali attività e verifiche saranno quindi condivisi con gli Enti e le Autorità competenti.

8.1.4. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Le misurazioni del rumore saranno effettuate in corrispondenza dei periodi caratterizzati dalle maggiori emissioni acustiche, ovvero delle lavorazioni maggiormente impattanti in fase di cantiere e delle condizioni di esercizio dell'impianto più gravose. In particolare:

- fase ante operam (AO): No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) prima dell'inizio dei lavori di costruzione. Il monitoraggio sarà svolto presso i punti più accessibili e rappresentativi dei ricettori acustici individuati, con misure per integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22) e 8 ore in periodo notturno (22-6).
- fase di costruzione (CO): durante la fase di costruzione il monitoraggio sarà garantito da campagne fonometriche da effettuarsi durante le attività di cantiere di maggior generazione del rumore. Le misure saranno condotte ad integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22). Le tempistiche relative allo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 134 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

svolgimento delle campagne di monitoraggio potranno subire modifiche nella fase di definizione di dettaglio delle attività di cantiere;

- fase post operam di esercizio (PO): No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) da effettuarsi entro il primo anno di esercizio dell'impianto solo in corrispondenza dei ricettori prossimi all'Impianto PDE di Quiliano. Il monitoraggio sarà svolto con misure per integrazione continua di 8 ore in periodo diurno (da selezionare nel periodo 6-22) e 8 ore in periodo notturno (22-6).

8.2. Vibrazioni

8.2.1. Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio delle vibrazioni è finalizzato alla valutazione degli effetti sugli immobili potenzialmente interessati dal progetto, mediante rilevazione strumentale e rispetta quanto riportato nelle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (DLgs 152/2006 e smi; DLgs 163/2006 e smi) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale (Capitolo 6) Rev. 1° del 30/12/2014 (Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali).

8.2.2. Individuazione delle aree da monitorare

I ricettori identificati sono stati individuati nelle aree ad uso residenziale, o comunque potenzialmente frequentate, che risultano ubicate in prossimità agli interventi/attività onshore di progetto, al traffico indotto dei mezzi di cantiere e alla dismissione del Metanodotto Cairo Montenotte-Savona, entro 100 metri dalle lavorazioni.

Il monitoraggio della componente vibrazioni in fase Ante Operam definisce lo stato zero relativamente alla componente indagata, del territorio prima della realizzazione degli interventi, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive. In particolare, si esegue l'analisi dell'area di indagine, valutata sulla base della geolitologia del terreno e sulla tipologia dei ricettori potenzialmente colpiti dalle future opere, analisi delle condizioni di partenza, quale l'andamento temporale del campo vibrazionale, dello stato delle strutture, della caratterizzazione delle sorgenti e dei parametri fisici al contorno, la scelta degli indicatori, in modo tale da poter seguire l'evoluzione del fenomeno fisico dalla fase ante operam alle fasi successive. I parametri da considerare devono descrivere al meglio il fenomeno, devono risultare facilmente misurabili e confrontabili con i dati disponibili. Devono, inoltre, essere considerate le soglie di ammissibilità al fine di giungere ad un confronto omogeneo con i dati disponibili. Infine, le misure vanno programmate in modo tale da far risultare chiare le modalità di rilievo e da indicare i ruoli e le responsabilità dei soggetti coinvolti.

Il monitoraggio della componente vibrazioni in corso d'opera prevede il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, dell'impatto vibrazionale delle attività di cantiere rispetto ai ricettori esposti più sensibili, predisponendo azioni correttive laddove necessario. Nel dettaglio, devono essere rilevati i parametri precedentemente considerati nella fase Ante

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 135 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Operam, in modo tale da poter effettuare un confronto. Sulla base delle criticità individuate nella fase di cantierizzazione si propongono soluzioni di mitigazione, sia di carattere tecnico che organizzativo.

Le attività di cantiere per la realizzazione di un metanodotto hanno carattere temporaneo nel tempo e nello spazio. Le principali operazioni di cantiere possono essere schematizzate suddividendo l'intero tracciato in settori su cui si succedono temporalmente le varie fasi di lavoro.

Campagne di misura in corso d'opera saranno, pertanto, realizzate in corrispondenza delle fasi di cantiere maggiormente impattanti da un punto di vista del clima vibrazionale, e presso i ricettori più vicini alle aree di intervento entro 100 metri dalle lavorazioni. In particolare, come riportato nello "Studio dei livelli vibrazionali", si prevede di monitorare i ricettori posti a distanza di attenzione dalle attività di cantiere potenzialmente impattanti, pari a 15 m per edilizia residenziale e circa 32-35 m per beni storici/monumentali.

Di seguito si riporta la tabella descrittiva dei punti di monitoraggio previsti.

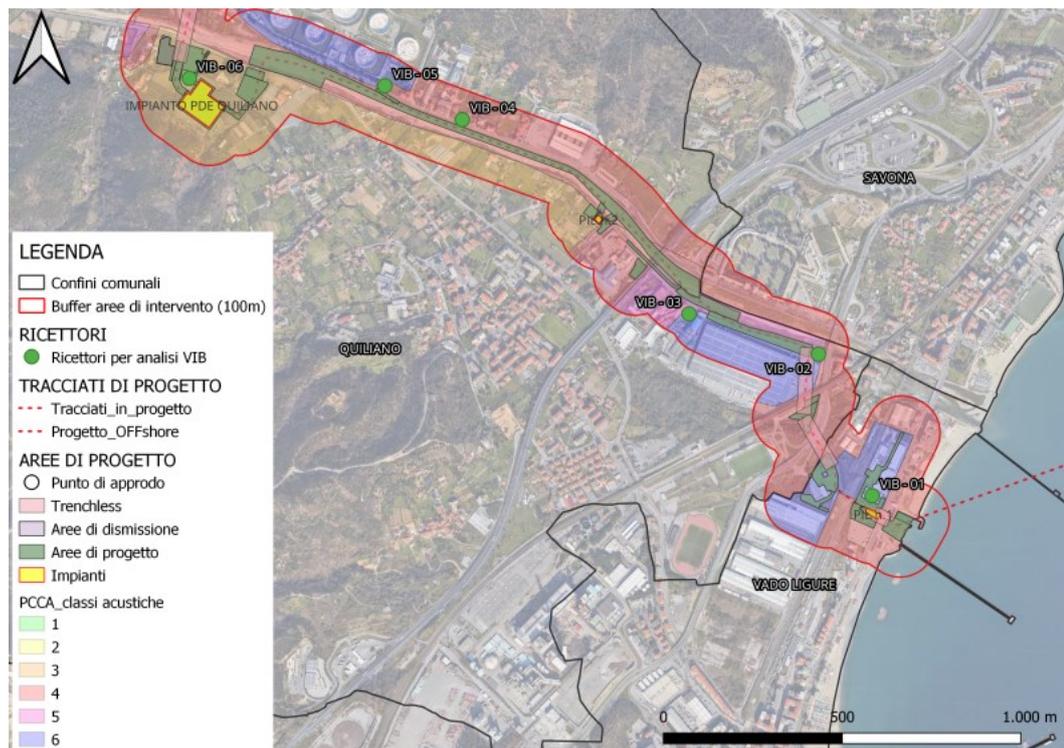
Tabella 8.2: Punti di Monitoraggio Componente Vibrazione

Caratteristiche ricettore					Coordinate	
Codice ID	Comune	Destinazione d'uso	PCCA	Distanza dalla linea di progetto (m)	Latitudine	Longitudine
VIB-01	Vado Ligure	Produttivo	6	41,6	44°16'44.04"N	8°26'29.68"E
VIB-02	Quiliano	Residenziale	6	27,2	44°16'56.92"N	8°26'22.79"E
VIB-03	Quiliano	Residenziale	6	46,2	44°17'0.50"N	8°26'6.43"E
VIB-04	Quiliano	Residenziale	4	27,4	44°17'18.07"N	8°25'37.65"E
VIB-05	Quiliano	Residenziale	4	34,2	44°17'21.10"N	8°25'27.85"E
VIB-06	Quiliano	Residenziale	3	39,1	44°17'21.53"N	8°25'03.49"E
VIB-07	Quiliano	Residenziale	4	39,6	44°17'28.52"N	8°25'5.24"E
VIB-08	Quiliano	Residenziale	4	35,2	44°17'33.33"N	8°25'1.13"E
VIB-09	Quiliano	Residenziale	4	31,7	44°17'36.61"N	8°24'56.74"E
VIB-10	Quiliano	Residenziale	4	37,8	44°17'46.51"N	8°24'52.26"E
VIB-11	Quiliano	Residenziale	3	32,0	44°17'55.27"N	8°24'13.96"E
VIB-12	Carcare	Residenziale	3	37,2	44°20'23.97"N	8°18'42.71"E
VIB-13	Carcare	Residenziale	3	32,3	44°20'27.55"N	8°18'43.01"E
VIB-14	Cairo Montenotte	Residenziale	4	37,9	44°21'4.81"N	8°18'40.64"E
VIB-15	Cairo Montenotte	Residenziale	4	28,5	44°22'29.83"N	8°18'26.34"E
VIB-16	Cairo Montenotte	Residenziale	3	30,5	44°23'51.37"N	8°17'44.01"E
VIB-17	Cairo Montenotte	Residenziale	3	28,9	44°24'15.95"N	8°17'20.10"E
VIB-18	Cairo Montenotte	Residenziale	3	30,9	44°24'22.75"N	8°17'9.75"E

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 136 di 269	Rev. 1

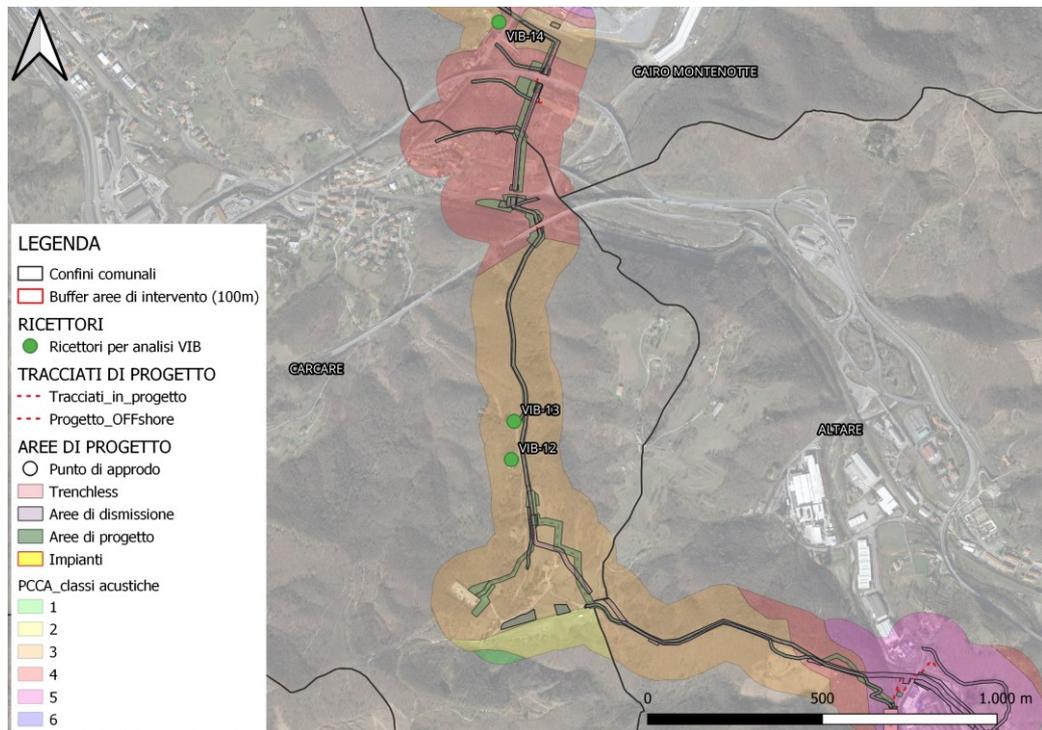
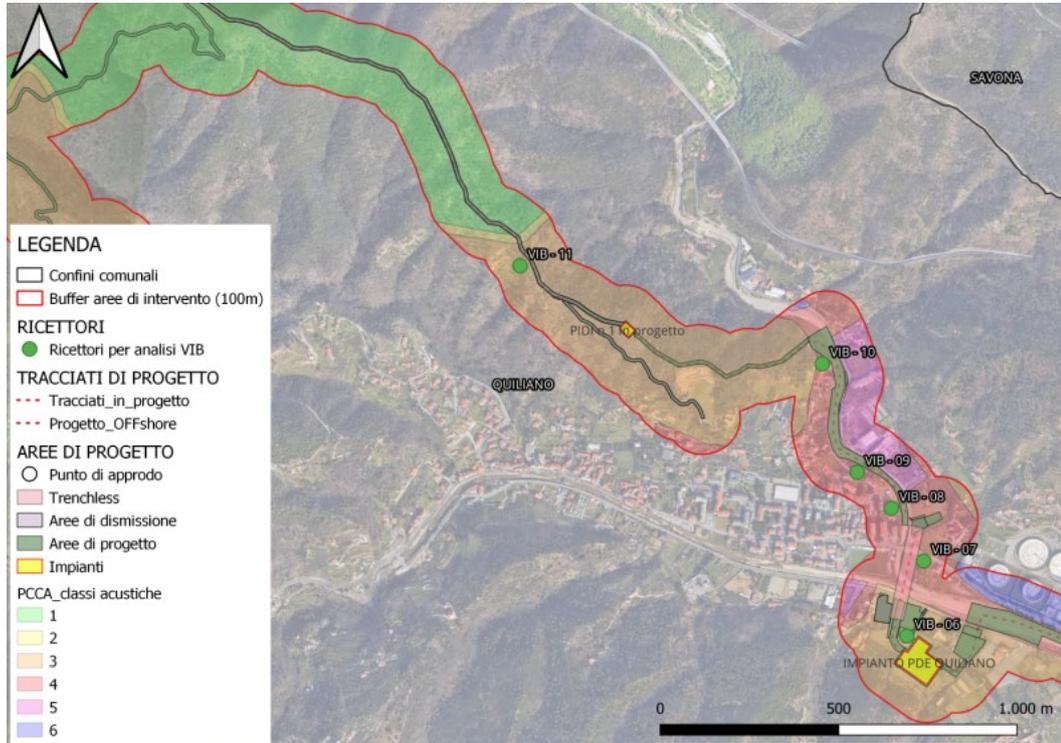
Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Di seguito si riportano le immagini con l'ubicazione dei punti di monitoraggio previsti.



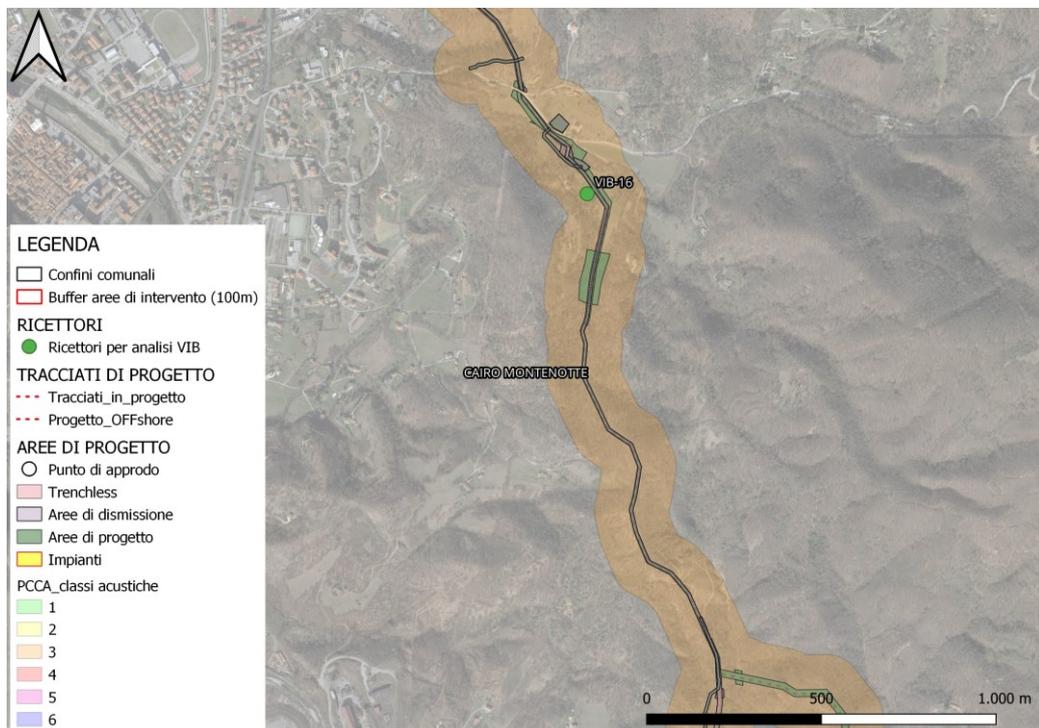
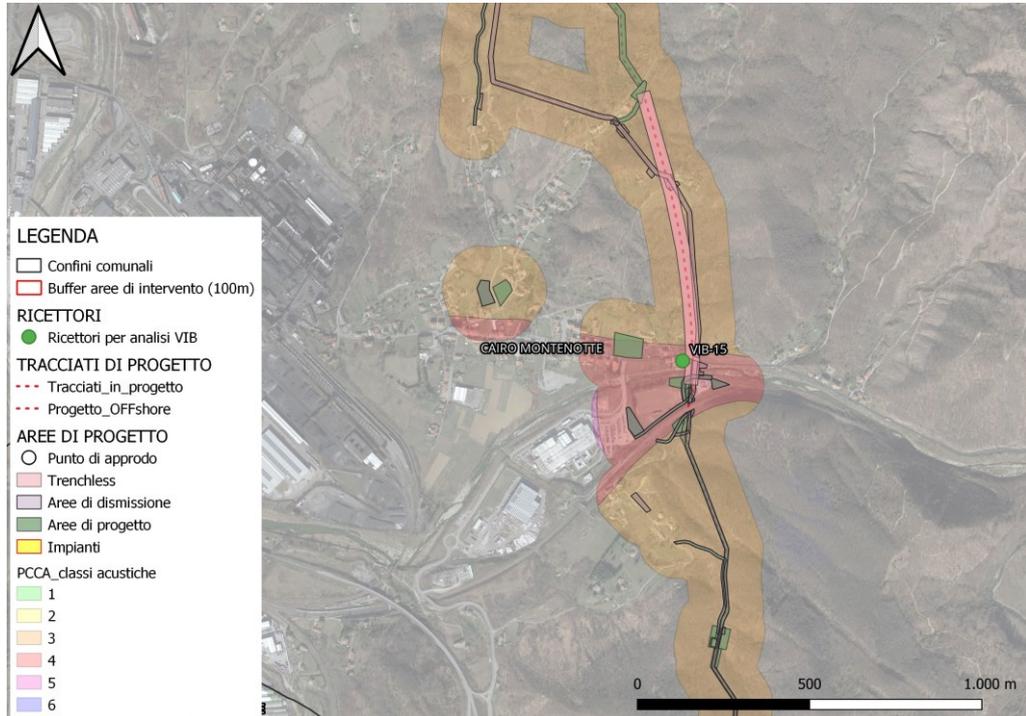
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 137 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 138 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 139 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

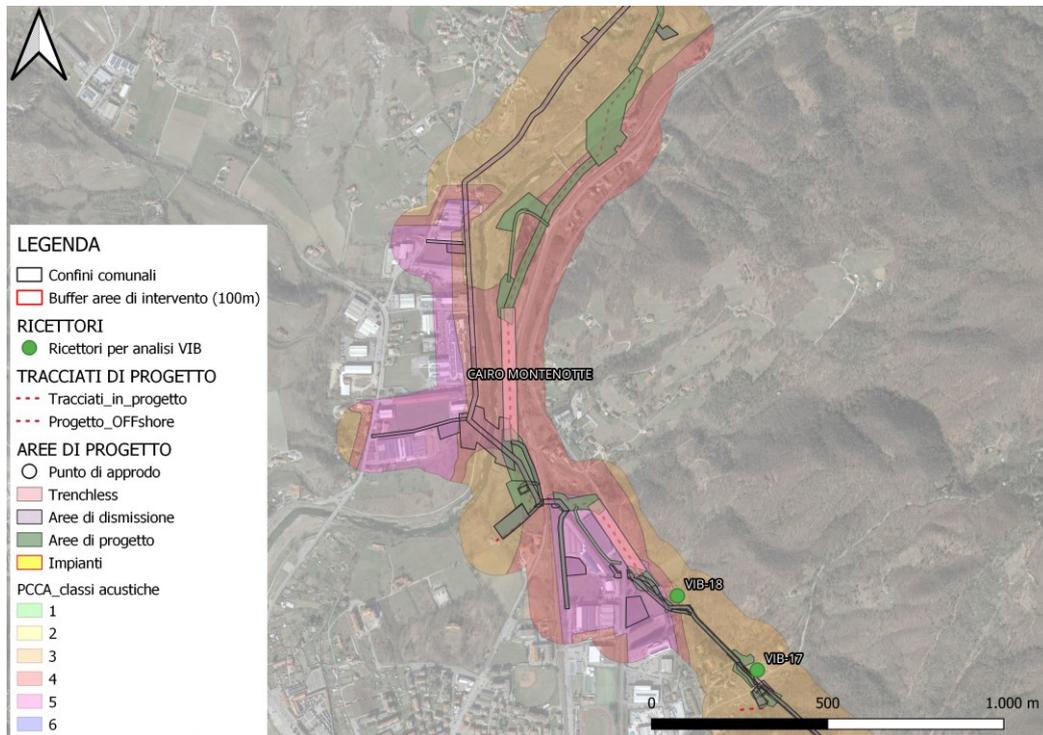


Figura 8.2: Punti di Monitoraggio Componente Vibrazioni

Si fa presente che l'esecuzione delle misure è subordinata all'accessibilità alle pertinenze dei ricettori.

8.2.3. Metodologia di rilevamento

La normativa di settore sulle vibrazioni è ancora mancante, ma esiste una normativa tecnica di supporto per il disturbo alle persone (ISO 2361/UNI 9614) e per gli eventuali danni alle strutture (UNI 9916).

Le misure di mitigazione dell'impatto da vibrazioni riguardano generalmente la sorgente e, più raramente i percorsi di propagazione o il ricettore. Gli interventi sulla sorgente mirano a ridurre l'entità delle vibrazioni emesse o ad aumentare l'attenuazione delle medesime nell'accoppiamento sorgente – substrato; gli interventi sul mezzo di propagazione o sul ricettore mirano ad aumentare l'attenuazione del livello vibratorio trasmesso.

8.2.3.1. Strumentazione di misura

Il set di strumenti è composto da uno strumento con sensore triassiale in cui gli accelerometri sono disposti secondo le direzioni delle tre componenti ortogonali di accelerazione (X,Y,Z), l'analizzatore di spettro in tempo reale invierà i dati direttamente in rete verso lo spazio dedicato all'acquisizione dei dati del progetto collegato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 140 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

8.2.3.2. Indicatori vibrazionali

La propagazione delle vibrazioni attraverso un mezzo elastico può essere caratterizzata attraverso tre grandezze di base, quali il vettore spostamento, il vettore velocità ed il vettore accelerazione. Tali grandezze possono essere espresse rispettivamente in mm, mm/s e mm/s², oppure in dB. In quest'ultimo caso vengono considerate opportune grandezze di riferimento per lo spostamento, la velocità e l'accelerazione.

Per quanto riguarda i valori di velocità si definisce il valore massimo su una singola banda di frequenza riscontrato sull'intero periodo di misura. I criteri di accettabilità indicati nella norma UNI9916 sono da confrontare con tale valore.

Si definisce valore di picco la massima oscillazione in valore assoluto dell'accelerazione ponderata in frequenza, mentre con fattore di cresta si indica il rapporto tra il valore di picco ed il valore efficace (rilevato secondo norma UNI9614 su un intervallo temporale di ampiezza superiore a 1 minuto).

Presso ciascun punto di monitoraggio è prevista l'acquisizione della time history del rilievo per tutte le bande di frequenza da 1 a 80 Hz con una risoluzione pari ad un secondo, l'accelerazione massima (e massima ponderata) e la velocità massima (con relativa frequenza) per tutto il periodo di misura, lo spettro dell'accelerazione per tutto il periodo di misura.

Qualora non sia possibile disporre i sensori in prossimità del recettore, sarà possibile disporli nel punto più periferico del cantiere e più prossimo al recettore stesso. Il non superamento delle soglie di attenzione in questo punto, sarà garanzia che con ogni probabilità la vibrazione non supererà le soglie di attenzione nemmeno in corrispondenza del recettore.

Le vibrazioni sono infatti determinate da onde sismiche (in massima parte onde di superficie, di tipo Rayleigh e Love, che si propagano secondo fronti cilindrici lungo la superficie della Terra) che attenuano con la distanza in ragione di fenomeni anelastici e dell'espansione del fronte d'onda (quindi per ragioni geometriche).

In presenza di brusche variazioni geologiche e in particolare se le onde passano dall'attraversare strati molto rigidi ad attraversare strati molto teneri (es. transizione roccia □ sedimento), le onde rallentano ed aumentano l'ampiezza del loro moto (ossia la velocità particellare e di conseguenza anche la PPV, la velocità particellare di picco). Pertanto, laddove non sia possibile monitorare direttamente il recettore ma solo la vibrazione prodotta in prossimità del cantiere, un raffronto con le carte geologiche locali o altra informazione geologica disponibile potrà suggerire se ci si trovi in un caso di questo tipo.

L'installazione delle terne velocimetriche dovrà evitare ogni tipo di interfaccia sensore-terreno non necessaria, inclusi blocchetti di ancoraggio, mensole o altri dispositivi che alterano la misura, modificando l'altezza del baricentro del sensore, tipicamente amplificando le velocità particellari registrate o deamplificandola quando le piastre di accoppiamento sono molto larghe e di piccolo spessore (analogamente all'effetto fondazione sopra descritto).

Il monitoraggio delle vibrazioni andrà predisposto per tutta la durata delle attività entro la distanza di attenzione e potrà essere corredato di segnalazioni acustiche/visive/via notifiche su smartphone o simili, per avvenuto superamento di soglia, in modo che gli operai e/o il

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 141 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

direttore lavori possano immediatamente sospendere le attività potenzialmente dannose e mettere in atto strategie di mitigazione adatte agli specifici macchinari in uso in quel tratto.

8.2.3.3. Condizionamento meteorologico e stagionale

Durante l'esecuzione delle misure in campo vengono rilevate una serie di informazioni complementari, che saranno inserite nel rapporto di misura:

La propagazione delle vibrazioni è legata essenzialmente alla fluttuazione del livello di falda, che caratterizza la tipologia del fenomeno in frequenza e in intensità. Anche il cambiamento della rigidità strutturale degli strati superficiali (per esempio per fenomeni di gelo invernale) può influenzare notevolmente la propagazione delle vibrazioni.

Lo strumento stesso potrebbe reagire con una diversa sensibilità per temperature prossime alla temperatura di gelo.

È pertanto sconsigliato il monitoraggio quando la temperatura scende al di sotto dello zero. Un altro elemento che influenza fortemente il fenomeno vibratorio è la variazione del traffico: sono pertanto da escludersi i periodi anomali quali giorni festivi e prefestivi ed il mese di agosto.

8.2.3.4. Ulteriori indicatori della misura

Durante l'esecuzione delle misure in campo vengono rilevate una serie di informazioni complementari, che saranno inserite nel rapporto di misura:

- denominazione del ricettore e indirizzo;
- coordinate geografiche del punto di misura;
- fotografia del punto di misura;
- tipo e caratteristiche della sorgente vibrazionale;
- caratteristiche generali di descrizione degli edifici ricettori in riferimento alla cesata di cantierizzazione;
- eventuale traffico su infrastrutture stradali e ferroviarie limitrofe;
- lavorazioni effettuate in cantiere e anomalie.

8.2.3.5. Ulteriori attività e verifiche procedurali e gestionali

Durante la fase di corso d'opera, e, quindi, di cantiere, saranno previste attività e verifiche specifiche relative agli interventi di carattere procedurale e gestionale finalizzate al rispetto delle normative di settore, quali ad esempio:

- la definizione e verifica di soglie di allarme, di entità prossima ai valori limite, utili per provvedere tempestivamente a eliminare l'insorgere di eventuali problemi durante la normale attività di cantiere;
- un piano di gestione degli esposti che dovessero pervenire durante le attività di cantiere potenzialmente impattanti;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 142 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- l'individuazione dei possibili interventi mitigativi a fronte dell'insorgenza di situazioni critiche e la loro adozione, dandone comunicazione agli enti;
- un piano di gestione delle anomalie ed emergenze;
- la verifica delle procedure e delle prescrizioni autorizzative.

Gli esiti di tali attività e verifiche saranno quindi condivisi con gli Enti e le Autorità competenti.

8.2.4. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Le misurazioni delle vibrazioni saranno effettuate:

- fase ante operam (AO): No. 1 campagna di misura prima dell'inizio dei lavori di costruzione. Il monitoraggio sarà svolto presso i punti più accessibili e rappresentativi dei ricettori individuati;
- fase di costruzione (CO): durante la fase di costruzione il monitoraggio sarà garantito da campagne di misura delle vibrazioni da effettuarsi durante le attività di cantiere di maggior generazione di vibrazioni presso i ricettori individuati.

In fase di esercizio (PO), non è attesa generazione di vibrazioni dal progetto in esame.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 143 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

9. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – BIODIVERSITÀ TERRESTRE

9.1. Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio della Biodiversità Terrestre è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti su vegetazione, fauna ed ecosistemi naturali potenzialmente interessati dal progetto in fase di cantiere **oltre che ad ottenere indicatori che permettano di evidenziare la necessità di interventi di mitigazione in considerazione delle risultanze del monitoraggio ante operam.**

In particolare, la presenza delle aree protette favorisce la presenza (stanziale o transitoria), di diverse specie animali, tra cui numerosi uccelli, chiroterri e anfibi.

Lo scopo del presente progetto di monitoraggio è pertanto quello di accertare lo stato di conservazione del popolamento faunistico presente o transitante nell'area di progetto, al fine di arricchire il quadro conoscitivo dell'area ed essere in grado, successivamente, di accertare e verificare ogni potenziale effetto che lo stesso (in particolare nella fase di cantiere), potrà comportare sulla componente indagata.

9.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente biodiversità sarà realizzato in corrispondenza dei punti riportati nelle seguenti tabelle e indicativamente nelle successive figure.

L'esatta posizione verrà concordata con le Autorità competenti, tenendo in considerazione gli esiti dello Studio di Impatto Ambientale (particolari prescrizioni), le finalità del monitoraggio, lo stato di avanzamento del progetto esecutivo, i limiti intrinseci del territorio, fra cui la facilità di accesso al punto di monitoraggio.

Per tutte le componenti indagate, In fase di AO, sarà identificato il transetto e/o i punti di campionamento da eseguire tenendo in considerazione lo stato ecologico e conservazionistico degli habitat potenzialmente idonei per la presenza delle specie faunistiche e floristiche.

Tabella 9.1: Punti di Monitoraggio Avifauna

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
AVI_01	44.280667°	8.444929°
AVI_02	44.282012°	8.433653°
AVI_03	44.284787°	8.434248°
AVI_04	44.288271°	8.418983°
AVI_05	44.297878°	8.405560°
AVI_06	44.307557°	8.375695°

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 144 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
AVI_07	44.312850°	8.353566°
AVI_08	44.326678°	8.327925°
AVI_09	44.374543°	8.308537°
AVI_10	44.382298°	8.305721°
AVI_11	44.401211°	8.293118°
AVI_12	44.418470°	8.283405°
AVI_13	44.422822°	8.288405°
AVI_14	44.427739°	8.285939°



Figura 9.1: Punti di Monitoraggio Aviafuna

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 145 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.2 Punti di Monitoraggio Anfibi

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
ANF_01	44.280962°	8.437312°
ANF_02	44.326520°	8.327658°
ANF_03	44.374618°	8.308945°
ANF_04	44.418534°	8.283991°

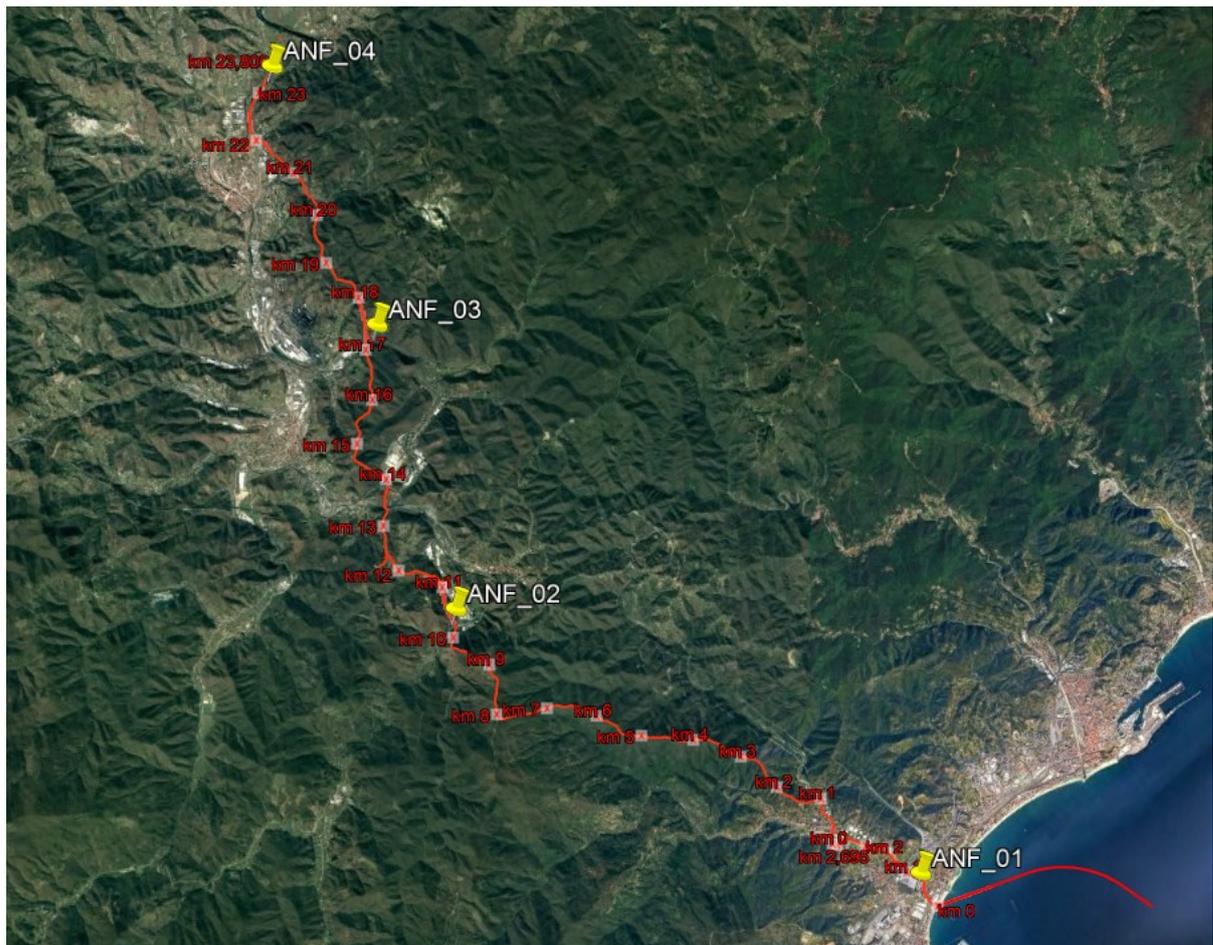


Figura 9.2: Punti di Monitoraggio Anfibi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 146 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.3: Punti di Monitoraggio Chiroterri

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
CHIR_01	44.382392°	8.305818°
CHIR_02	44.413843°	8.280378°

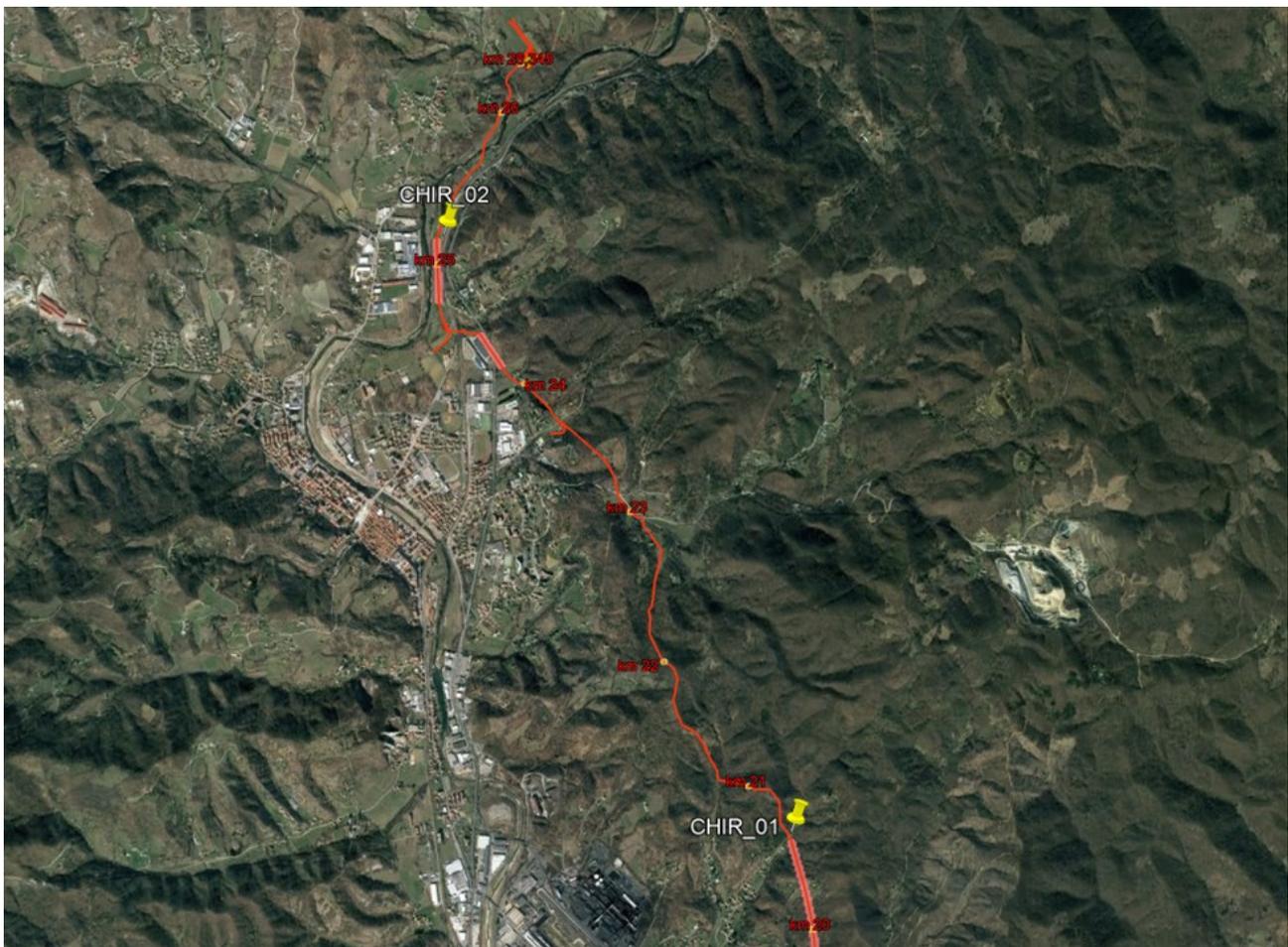


Figura 9.3: Punti di Monitoraggio Chiroterri

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 147 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.4 Punti di Monitoraggio Vegetazione autoctona e alloctona

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
VEG_01	44.297274°	8.407411°
VEG_02	44.303944°	8.398041°
VEG_03	44.312922°	8.353783°
VEG_04	44.310869°	8.338783°
VEG_05	44.418144°	8.283205°
VEG_06	44.422449°	8.286656°

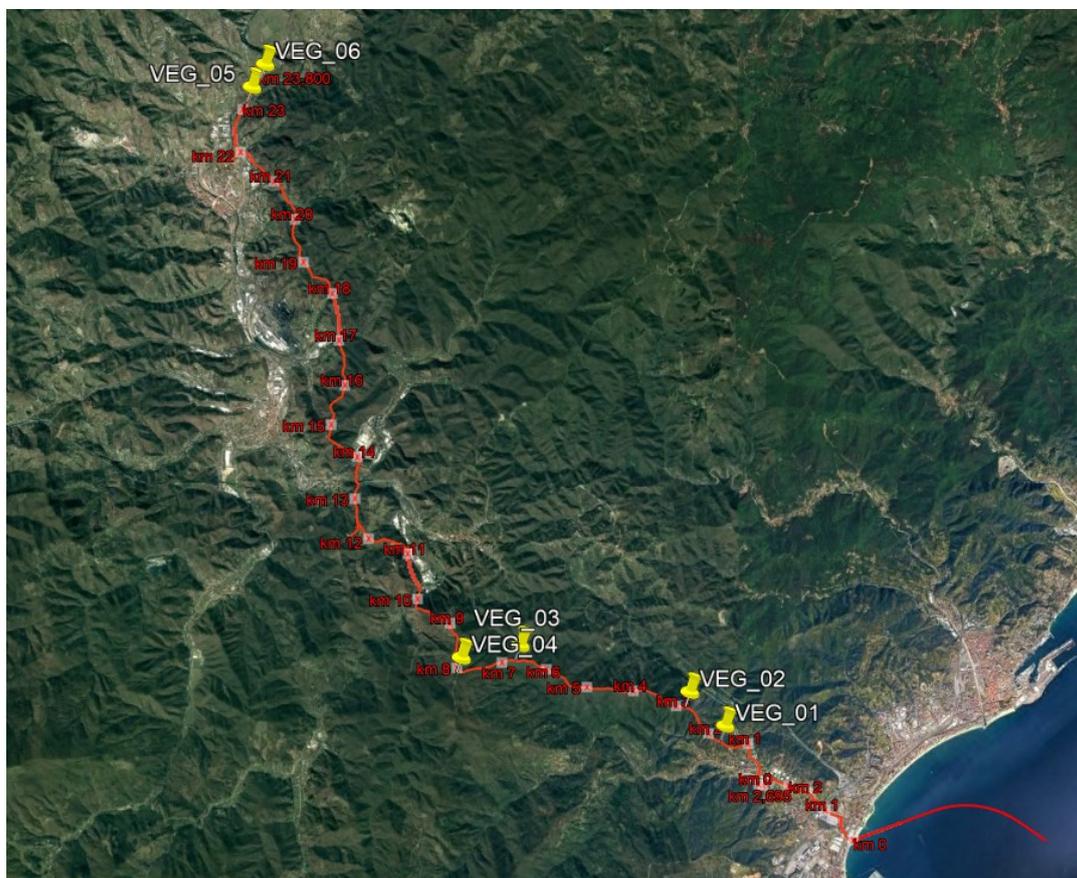


Figura 9.4: Punti di Monitoraggio Vegetazione autoctona e alloctona

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 148 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.5 Punti di Monitoraggio Ittiofauna

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
ITTIO_01	44.326876°	8.328151°
ITTIO_02	44.374541°	8.309556°
ITTIO_03	44.418417°	8.283247°
ITTIO_04	44.422462°	8.285445°

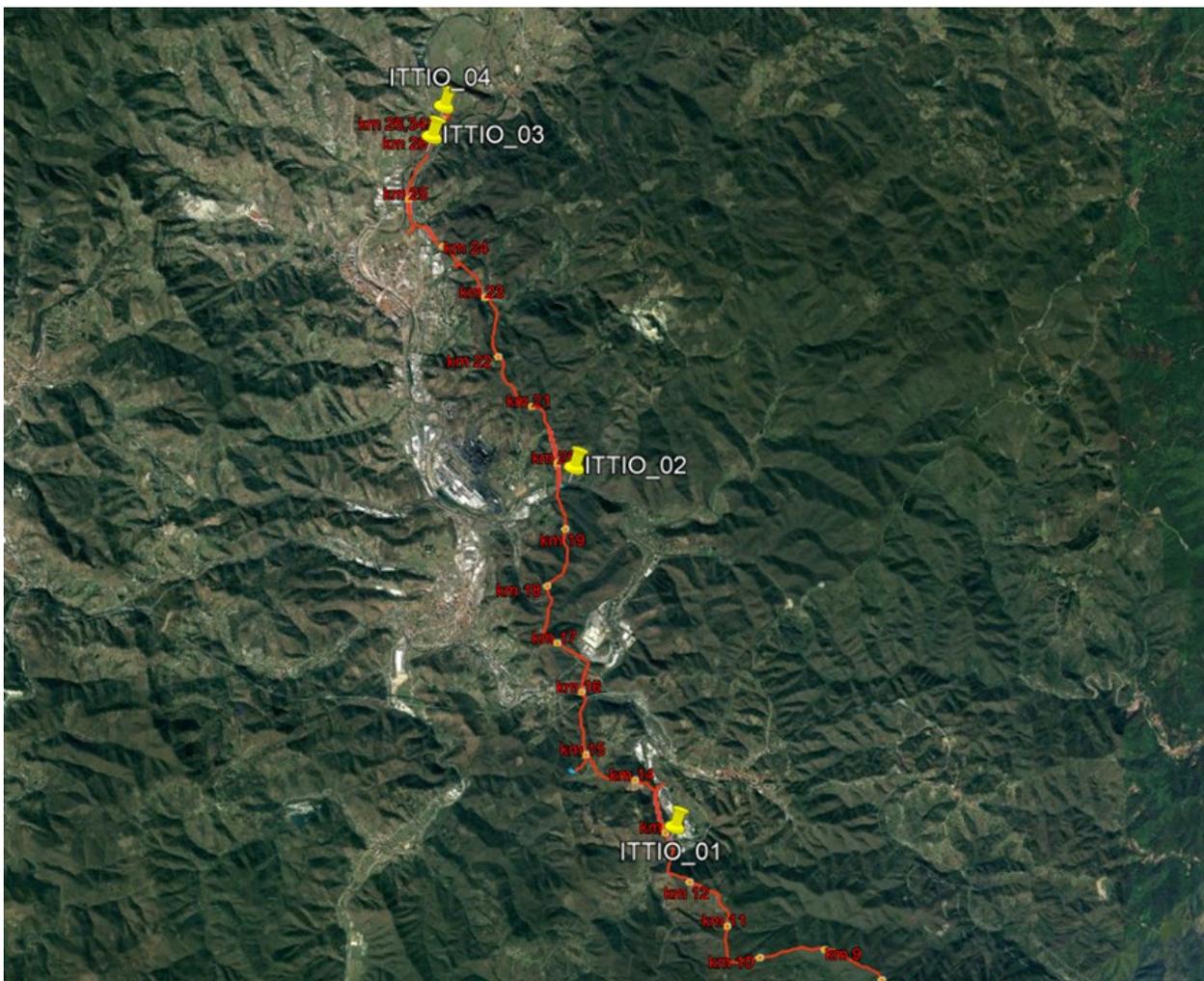


Figura 9.5: Punti di Monitoraggio Ittiofauna

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 149 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.6 Punti di Monitoraggio Gambero di Fiume

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
GAMB_01	44.374611°	8.306496°
GAMB_02	44.417902°	8.283381°

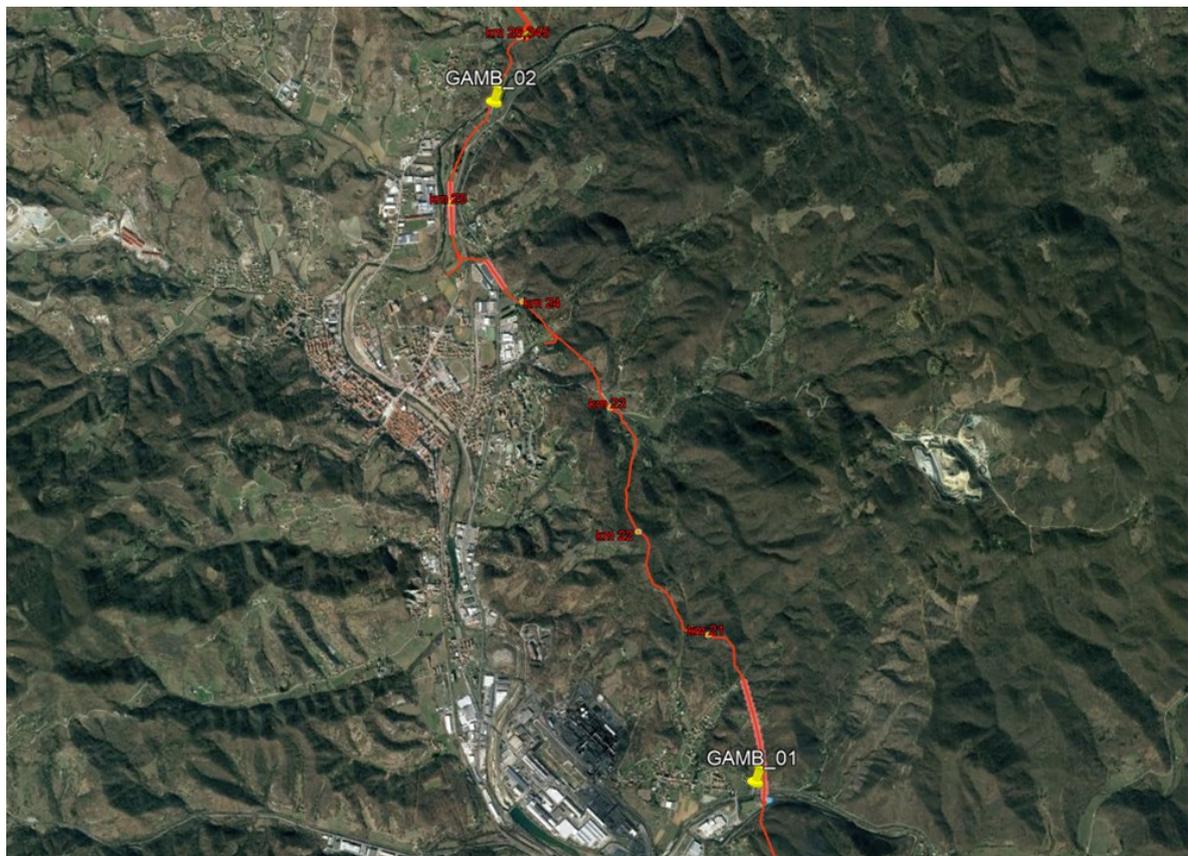


Figura 9.6: Punti di Monitoraggio Gambero di Fiume

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 150 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 9.7: Punti di Monitoraggio Coleotteri saproxilici

Codice identificativo punto di misura	Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
COLEO_01	44.307465°	8.384650°
COLEO_02	44.310732°	8.339634°
COLEO_03	44.399845°	8.304416°



Figura 9.7: Punti di Monitoraggio Coleotteri saproxilici

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 151 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

9.3. Metodologia di rilevamento

Avifauna

La proposta di PMA prevede pertanto campagne di monitoraggio da effettuarsi con rilievi ornitologici mediante osservazioni dirette e indirette (vocalizzazioni) su transetti, distribuiti uniformemente sul territorio ed individuati all'interno delle diverse tipologie ambientali, lungo i quali si individueranno punti d'ascolto (durata delle soste per ogni punto di ascolto pari a 8 minuti).

Tale tecnica di censimento mira ad ottenere informazioni sulla densità relativa delle singole specie, vale a dire sui cambiamenti nell'abbondanza (osservata) passando da un ambiente all'altro o da un momento all'altro.

Al termine dei rilievi di campo i dati raccolti potranno essere analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero e dell'abbondanza relativa di specie di uccelli presenti nel territorio d'indagine.

Nello specifico, alla produzione degli elenchi di specie, si devono riportare i seguenti parametri:

- abbondanze relative;
- indici di diversità (tra le più utilizzate: ricchezza specifica totale (S), diversità di Shannon (H'), Indice di equiripartizione (J), dominanza di Simpson (D));
- frequenza di specie di interesse conservazionistico/rare/minacciate.

Oltre ai dati ornitologici i rilevatori sono tenuti a riportare le caratteristiche ambientali entro un raggio di 100 m dall'osservatore nonché informazioni di carattere generale relative al rilevamento (ad esempio codice identificativo, data e orario, condizioni meteorologiche).

Il rilievo deve essere seguito nei giorni in assenza di pioggia, nebbia o forte vento, con orario di rilevamento standard preferibilmente dall'alba alle 11:00 (ora solare) (Blondel et al. 1981; Fornasari et al. 1998).

I dati raccolti saranno registrati opportunamente su un'apposita scheda di rilevamento.

Tali analisi ripetute nei medesimi punti e con le medesime metodologie, potranno inoltre fornire informazioni utili ad individuare un trend delle popolazioni ed a valutare possibili variazioni significative della numerosità.

Chiroteri

Il riconoscimento di alcune specie e di alcuni generi della chiroterofauna presente nell'area di studio si svolgerà mediante il rilievo dei segnali di ecolocalizzazione emessi durante i voli di spostamento e di caccia, e le osservazioni dirette notturne con strumenti ottici. Le registrazioni delle emissioni ultrasonore prodotte dai pipistrelli saranno ottenute seguendo un determinato percorso campione nelle ore notturne, e saranno realizzate con bat-detector automatico in continuo e passivo, in modalità time expansion. La funzione fondamentale del Bat detector è quella di convertire i segnali ultrasonori emessi dai chiroteri in volo, compresi in un campo di frequenze tra 10 e 120 kHz, in suoni udibili all'orecchio umano.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 152 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

I segnali di ecolocalizzazione, registrati su supporto digitale integrato nel batdetector vengono successivamente analizzati mediante software di bioacustica per l'analisi di emissioni ultrasonore. L'identificazione delle specie viene effettuata secondo le indicazioni metodologiche fornite da Barataud (Balades dans l'in audible, 1996) integrate da ulteriori informazioni bibliografiche. Durante le operazioni di campo, l'ascolto dei suoni viene accompagnato, per quanto possibile, dall'osservazione diretta mediante binocolo dell'animale rivolgendo attenzione principalmente alle sue dimensioni e silhouette; inoltre vengono considerate la colorazione delle parti inferiori – quando visibili – l'altezza e il tipo di volo. I transetti percorsi sono georeferenziati tramite GPS o su mappa, e ogni contatto è registrato su apposita scheda di rilievo. I risultati ottenuti in seguito al rilevamento sono utilizzati per la caratterizzazione del popolamento dei chiroterteri dell'area indagata.

Anfibi

Transetti (visivi e audio): si esegue un percorso lineare di lunghezza definita e vengono contati gli individui presenti a destra e sinistra del percorso. La distanza tra un transetto e l'altro deve essere fissa e non deve essere inferiore a 5 metri. Nel caso di anfibi acquatici canori, quali ad esempio gli anuri, vengono contati i richiami dei maschi lungo il transetto o in punti d'ascolto. Il transetto (della lunghezza di circa 1 km) deve essere collocato in modo casuale intorno ad un sito riproduttivo. Questa tecnica prevede un'elevata specializzazione da parte dell'operatore, in quanto ogni canto deve corrispondere ad un solo individuo e non deve essere contato più volte. Le ore in cui si rileva la maggiore attività canora sono quelle comprese tra le 18:00 e le 24:00. Il night driving è invece un transetto rappresentato dalla strada percorsa e la tecnica consiste nel contare gli individui incontrati nell'unità di tempo durante le ore notturne.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 154 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Vegetazione

- **Vegetazione autoctona**

L'individuazione dei tipi vegetazionali è stata realizzata mediante fotointerpretazione e verifiche sul campo secondo la classificazione fisionomica europea degli habitat secondo CORINE (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITY, 1991).

Secondo quanto richiesto, si richiede di eseguire il monitoraggio mediante la metodologia del "Plot permanente".

Il Quadrato permanente è un'area ben definita, in genere all'interno di un popolamento elementare, delimitata da picchetti e di superficie variabile tra 1 e 25-100 metri quadrati. All'interno di questo quadrato vengono ripetuti con periodicità variabile dei rilievi molto accurati (spesso con conteggio di tutti gli individui) per valutare variazioni anche sottili nella composizione floristica e nella struttura. All'interno di questi plot verrà eseguito il monitoraggio della componente vegetazione e flora mediante rilievi fitosociologici, applicando la scala di Braun-Blanquet. (BRAUN-BLANQUET, 1932).

Il rilievo quali-quantitativo mediante metodo di Braun-Blanquet permette di rilevare in tempi più rapidi possibili variazioni nella composizione delle fitocenosi presenti, causati, ad esempio, dalle attività di cantiere o da possibili contaminazioni dei suoli e delle acque a causa di eventi accidentali.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza- dominanza". Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni: nella superficie campione (stazione di rilevamento), circoscritta nel perimetro di un quadrato di almeno 10 x 10 m di lato, si effettua il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie. Si specificano inoltre i parametri stazionali (altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro, ecc) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche, informazioni che completano la caratterizzazione della stazione. Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928), secondo il seguente schema.

Tabella 9.8: Schema per la Stima del Grado di Copertura (Metodo Braun-Blanquet, 1928)

Classe di Abbondanza	% di copertura
+	< 1%
1	1-5%
2	5-25%

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 156 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- **Habitat**

Qualora durante i rilievi della vegetazione vengano identificati potenziali habitat riferibili ad habitat di interesse comunitario Natura 2000, il monitoraggio dovrà essere integrato secondo quanto previsto dal Manuale e Linee guida Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia reperibile sul portale dell'ISPRA (<https://www.isprambiente.gov.it/>).

L'elaborazione dei dati floristico-vegetazionali consentirà un'analisi delle caratteristiche dell'habitat della specie e una valutazione del suo stato di conservazione, anche in rapporto alle pressioni/minacce registrate, per consentire una valutazione della qualità dell'habitat secondo la scala prevista a livello nazionale (buona, moderata, cattiva). Di seguito alcuni degli indicatori da considerare:

- Presenza (%) e relativi valori di copertura di specie di elevato valore biogeografico (endemiche) e/o incluse nelle policy species (Rossi et al. 2013).
- Presenza (%) e relativi valori di copertura di specie alloctone invasive in relazione ai valori delle altre specie caratteristiche dell'habitat; l'aumento di questi valori rappresenta chiaramente un'alterazione in senso negativo dell'habitat
- Presenza (%) e relativi valori di copertura di specie indicatrici di processi dinamici (ad esempio presenza di specie legnose in habitat di prateria); questo parametro non può essere considerato a priori un indicatore di peggioramento o miglioramento, ma le sue variazioni nel tempo possono fornire indicazione sull'efficacia delle misure di conservazione previste nel Piano di Gestione per l'habitat della specie
- Presenza (%) e relativi valori di copertura di specie indicatrici di disturbo e/o antropizzazione (cosmopolite, nitrofile) in relazione alle altre specie caratteristiche dell'habitat.
- Presenza di minacce/pressioni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 157 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

n° scheda _____ Rilevatore _____ Data - n. relev. _____
 Località _____ Coordinate _____ / _____
 Altit. m _____ Esposizione ° _____ Inclinazione ° _____
 Tipo geolitologico _____ Rocciosità % _____ Pietrosità % _____
 Tipo vegetazione _____ (nel caso di bosco indicare se ceduo o alto fusto)
 Copertura totale. % _____ Suolo nudo % _____ Lettiera % _____
 A-Strato arboreo altezza media m _____ copertura. % _____
 B-Strato arbustivo altezza media m _____ copertura. % _____
 C-Strato erbaceo altezza media cm _____ copertura. % _____
 Superficie rilevata mq _____
 fattori di rischio e importanza: _____ fattori di minaccia e
 importanza: _____
 Composizione floristica, valori di copertura, erbario (e)/foto (f)

1				19			
2				20			
3				21			
4				22			
5				23			
6				24			
7				25			
8				26			
9				27			
10				28			
11				29			
12				30			
13				31			
14				32			
15				33			
16				34			
17				35			
18				36			

Figura 9.10: Tipologico Scheda campo Habitat

- Vegetazione alloctona

Il controllo delle specie infestanti esotiche ha come obiettivo principale quello di verificare l'eventuale espansione delle specie invasive già presenti in loco (Fase AO) e il potenziale grado di inquinamento floristico che potrebbe verificarsi a seguito delle attività di cantiere. All'interno degli ecosistemi naturali, tali specie possono determinare pressioni sui normali processi dinamici naturali delle comunità vegetali, con riduzione della funzionalità ecosistemica e danni alla biodiversità originaria.

La stima del grado di inquinamento floristico permetterà pertanto, la valutazione tempestiva di fenomeni invasivi, qualora essi si evidenzino, e acconsentirà di pianificare interventi atti a

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 158 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

contenerne gli effetti degradanti e l'attivazione di procedure finalizzate al ripristino delle condizioni iniziali.

Il monitoraggio sarà effettuato principalmente ai margini delle aree cantiere poste in corrispondenza di formazioni naturali maggiormente sensibili dal punto di vista ambientale. La restituzione dei dati consiste in una check-list delle specie presenti prendendo in considerazione i seguenti parametri:

- Specie target
- Indice di naturalità (rapporto percentuali dei corotipi multizonali o sinantropici e quelli eurimediterranei - Pignatti, 1982), ovvero rapporto specie sinantropiche / totale specie censite (Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989).
- Presenza di specie aliene invasive (IAS)

- **Vegetazione Igro-idrofila**

Il monitoraggio delle comunità vegetali igro-idrofile e ripariali sarà previsto sia a monte che a valle degli interventi lungo i corsi d'acqua individuati, potenzialmente impattati dalle attività di cantiere. L'obiettivo del monitoraggio è quello di rilevare potenziali alterazioni della componente delle fitocenosi interferite mediante plot permanenti.

La restituzione dei dati consiste nell'identificare le potenziali presenza di minacce e pressioni e di verificarne lo stato di conservazione e di salute generale delle fitocenosi interessate dalle lavorazioni oltre che da aree campioni.

Gli indicatori:

- Verifica dei danni all'apparto fogliare;
- Presenza di elementi avversi quali tagli, ferite, incendi;
- Presenza patologie/parassitosi
- Presenza di carpofori;
- Tasso mortalità/infestazione specie chiave.
- Calcolo dell' indice : Integrità della vegetazione riparia naturale (Ivr). Il valore massimo viene assegnato alla zona riparia che ha conservato la sua fisionomia naturale, mentre il valore minimo si ottiene in situazioni in cui la vegetazione nella zona riparia è assente o con marcate e numerose interruzioni. L'integrità della zona riparia viene valutata nei primi 30 m e viene presa in considerazione solo la vegetazione arborea.

Criteri per valutare lo sviluppo e la continuità della vegetazione riparia:

- vegetazione della zona riparia intatta = 1,5 (copertura arborea tra 100 - 80%)
- vegetazione della zona riparia con qualche interruzione = 1,4 (copertura arborea tra 79.9 - 60%)
- vegetazione della zona riparia con interruzioni marcate = 1,3 (copertura arborea tra 59.9 - 30%)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 159 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- vegetazione della zona riparia quasi assente = 1,2 (copertura arborea <30%)
- vegetazione della zona riparia assente = 1,0 (copertura arborea = 0)

Ittiofauna

L'obiettivo principale è quello di rappresentare opportunamente la struttura dei popolamenti ittici, l'abbondanza, la struttura demografica delle popolazioni potenzialmente presenti nei corsi d'acqua interferiti dalla realizzazione del metanodotto in progetto.

Il metodo di cattura prioritario è quello basato sulla pesca elettrica, sia nei tratti dei corsi d'acqua guadabili (profondità < 0,7 m). La strategia dovrebbe prevedere il campionamento di una area definita, utilizzando un appropriato equipaggiamento da pesca, applicando le dovute precauzioni e misure di sicurezza, utilizzando un personale qualificato per consentire la stima di:

- Abbondanza delle specie ittiche;
- Composizione in specie;
- Struttura delle popolazioni (età o taglia).

L'abbondanza può essere espressa sia come misura relativa o come abbondanza assoluta, basandosi sulle catture effettuate con un singolo passaggio di pesca elettrica, in una determinata area di campionamento. Al fine di valutare l'efficienza dello sforzo di cattura, per ottenere stime assolute della densità degli individui di ciascuna popolazione, dovrebbero essere effettuate diverse operazioni di pesca. Per assicurare la replica dei campionamenti, lo sforzo di pesca, l'equipaggiamento ed i protocolli di pesca dovrebbero essere gli stessi per ciascun campionamento svolto nello stesso sito. L'ubicazione del sito di campionamento dovrà essere eseguita con un GPS o utilizzando punti di riferimento assoluti (es. X m a valle del XXX ponte). Inoltre, è raccomandata la produzione di documentazione fotografica di ciascun sito di campionamento. Nel caso di utilizzo di nuovi equipaggiamenti di pesca, è raccomandata la comparazione dell'efficienza di cattura con i vecchi dispositivi, al fine di rendere possibile la comparazione tra i dati nuovi e quelli pregressi.

Il periodo più idoneo per lo svolgimento delle pesche con dispositivi elettrici, in gran parte dei corsi d'acqua italiani (soprattutto in quelli appenninici), è rappresentato dalla stagione estiva, durante la quale si rilevano le portate minime e peculiari condizioni meteo-climatiche (es. temperature massime annuali).

Al fine di rappresentare opportunamente la struttura dei popolamenti ittici (rappresentati dall'insieme delle popolazioni ittiche catturate nei siti di campionamento), l'abbondanza, la struttura demografica delle popolazioni e la scelta delle aree da campionare deve essere fatta considerando le caratteristiche delle specie dominanti (es. home range) e la necessità di rappresentare il complesso dei mesohabitat presenti (es. pozze, raschi e correntini). Riguardo la lunghezza minima dell'area da campionare, è pratica condivisa considerare una lunghezza del transetto fluviale pari a 20 volte la larghezza dell'alveo (Angermeier & Karr, 1986; Angermeier & Smogor, 1995; Simon & Lions, 1995; Yoder & Smith, 1998). Nei fiumi con evidenti gradienti della velocità della corrente attraverso l'alveo (specialmente nei corsi d'acqua a corrente molto forte) è importante campionare, per quanto possibile, l'intera

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 160 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

larghezza del sito. Nei tratti fluviali guadabili molto larghi (es. 20 m) è plausibile applicare “metodi di cattura parziali”, cioè eseguire diverse catture (es. su entrambe le rive) in maniera da rappresentare al meglio i diversi mesohabitat presenti e coprire una superficie totale di almeno 1000 m².

Nei piccoli corsi d'acqua (ruscelli e piccoli torrenti) la pesca elettrica può essere svolta dalla riva o guadando il fiume a piedi. Potrà essere utilizzata sia la corrente continua lineare sia quella a impulsi. Riguardo all'efficienza di cattura, in corsi d'acqua guadabili di larghezza superiore ai 5 m, (es. 6-10 m di larghezza), soprattutto se si voglia operare con una singola “passata”, è pratica comune utilizzare almeno due anodi (1 anodo/ 5 m), in maniera da produrre dei campi elettrici che coprano l'intera larghezza dell'alveo. Le operazioni devono essere eseguite con la dovuta lentezza, in maniera da coprire tutti gli “habitat” (es. buca, correntino sotto un tronco d'albero o in mezzo alla vegetazione acquatica), muovendovi l'anodo e catturando gli esemplari dei pesci attirati verso il retino immanicato (galvanotassi e galvanonarcosi). La migliore posizione per l'equipaggiamento (generatore di corrente e dispositivi di controllo) è quella rappresentata dalla riva, dalla quale, attraverso un lungo cavo che collega il generatore all'anodo, si può raggiungere l'area di campionamento all'interno del corso d'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 161 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

ITTIOFAUNA : Scheda per il campionamento di *Pesci e Lamprede*

Transetti in acque lentiche / lotiche (sottolineare la tipologia di habitat)

Codice transetto: _____ Rilevatore: _____

Data: _____ Ora di inizio (UTC+1): _____ Durata (min) _____

Minacce riscontrate _____

Pressioni riscontrate _____

Specie	Numero individui	Età	Coordinate UTM33T - WGS84	
			X	Y

Età: adulto, lorva (lamprede) o avanotto (pesci)

Figura 9.11: Esempio Scheda Campo per ittiofauna

Gambero di Fiume

Il monitoraggio delle popolazioni di gambero d'acqua dolce ha come obiettivo quello di ottenere informazioni sulla presenza delle popolazioni e verificare l'effettiva interferenza sulle popolazioni durante le attività di cantiere nei tratti di attraversamento dei corsi d'acqua per la posa del metanodotto in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 162 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nel caso di ambienti fluviali, il monitoraggio della specie viene eseguito mediante transetti da effettuarsi a piedi, lungo il corso d'acqua il corso d'acqua da valle a monte.

L'attività consiste nella raccolta dei campioni mediante una rete per macroinvertebrati lungo transetti di 500 m, in cui deve essere indicata la larghezza media del corso d'acqua.

Per ciascun individuo è necessario raccogliere i dati biometrici; lo stesso sarà poi rilasciato il prima e il più vicino possibile alla zona di cattura. I campionamenti possono essere effettuati dal tramonto all'alba, quando gli animali sono più attivi, oppure di giorno, se in presenza di una fitta vegetazione ripariale, sommersa e semisommersa.

L'analisi dei parametri biometrici (inclusi lunghezza totale e lunghezza massima del carapace), consentirà inoltre di creare diagrammi lunghezza-frequenza della popolazione.

Il periodo più indicato per i monitoraggi è quello estivo (Luglio e Agosto) quando le femmine non hanno ancora le uova ed è possibile catturare anche i neonati (valutando l'effettivo reclutamento annuale).

Per realizzare un monitoraggio efficace, ogni popolazione andrebbe campionata per tutto il periodo idoneo, con cadenza settimanale, per un totale di circa 8 giorni di lavoro.

Coleotteri Saproxilici (*Cerambyx cerdo* e *Lucanus cervus*)

Ai fini del presente monitoraggio, la tecnica di campionamento prevede l'utilizzo di trappole con esca. Il metodo si basa sulla capacità attrattiva dell'esca (i.e. vino rosso + birra + banana schiacciata, che emette odore di fermentazione simile a quello della linfa degli alberi) contenuta in un recipiente cilindrico di plastica chiuso con un imbuto (Allemand e Aberlenc 1991). Al fine di prevenire la caduta degli individui all'interno del liquido attrattivo, le trappole sono state modificate (Campanaro et al. 2011a, Corezzola et al. 2012) inserendo una rete metallica a maglia fina (2x2 mm) tra due barattoli in plastica HDPE montati insieme, della capienza ciascuno di 1000 cm³ (sulla base del barattolo superiore sono stati praticati dei fori di 76 mm di diametro con l'ausilio di un trapano). La rete metallica previene ogni contatto degli individui catturati con l'esca. Il barattolo inferiore contiene l'esca in forma liquida, quello superiore costituisce la camera di cattura. Il coperchio del barattolo superiore è stato modificato per permettere l'inserimento di un imbuto di plastica (diametro del coperchio: 10 cm; è stata praticata un'apertura di 4 cm di diametro).

Ogni litro di miscela è costituito dal 50% di vino rosso e dal 50% di vino bianco (500 cm³ ciascuno) con l'aggiunta di 220 g di zucchero. La miscela deve essere preparata una settimana prima dell'installazione delle trappole per ottenere un'esca con un certo grado di fermentazione e consentire allo zucchero di dissolversi completamente nella miscela. durante l'intero periodo di campionamento, la miscela non deve mai essere cambiata, tranne nei casi in cui scenda sotto il livello di 500 cm³ a causa dell'evaporazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 163 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 9.12 A sinistra: Tipologico di trappola. A Destra: Installazione Trappola (Fonte: Linee Guida per il monitoraggio dei coleotteri saproxilici protetti in Europa, 2017)

La selezione dell'albero per l'installazione della trappola dovrebbe essere guidata dalle seguenti considerazioni:

- ricerca di querce con diametri maggiori tra quelli disponibili (almeno 50 cm se possibile),
- (ii) querce vive o parzialmente morte con segni di marcescenza a livello del tronco o dei rami e una chioma sofferente ma ancora vitale,
- (iii) ricerca di alberi colonizzati, con fori recenti, caratterizzati da rosime legnoso rossiccio.

L'albero deve essere identificato con un codice numerico univoco e georeferenziato con un GPS.

Nell'area di studio, le trappole devono essere posizionate, almeno per la prima volta, alle due diverse altezze: a livello del tronco, circa 1,5–2 m di altezza (trappola bassa) e su rami oltre i 10 m (trappola alta). La posizione di ogni coppia di trappole (bassa e alta) deve essere tale da facilitare l'installazione e il controllo, soprattutto per quelle alte. È importante installare le trappole su alberi idonei lungo strade forestali, evitando terreni ripidi. In ogni area devono essere selezionati 10 alberi; si suggerisce di mantenere tra essi una distanza di almeno 100 m e di installare su ciascun albero una coppia di trappole (una bassa e una alta). Nel caso di boschi di piccola estensione o con pochi alberi idonei ($n < 10$), si dovrebbe ridurre il numero di coppie di trappole e/o la distanza tra gli alberi. Le trappole devono essere controllate quotidianamente, preferibilmente al mattino (dalle 8.00 alle 11.00), tre volte alla settimana per cinque settimane. Le trappole dovrebbero essere attivate il lunedì, rimanere attive fino a giovedì ed essere disattivate venerdì dopo il controllo. Dopo l'ultimo controllo, le trappole devono essere disattivate temporaneamente, rimuovendo il coperchio modificato con l'imbuto e chiudendo il contenitore con un coperchio integro. La durata di ogni sessione (controllo di dieci trappole, alte e basse) dipende dal numero di individui catturati e dalla distribuzione delle trappole nell'area di studio; indicativamente, dovrebbero essere sufficienti

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 164 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

due ore per ogni sessione di controllo. I risultati dimostrano che l'applicazione del protocollo proposto in termini di numero di trappole e numero di controlli, permette di rilevare la specie con un errore standard pari a 0,05. Inoltre, sulla base dei dati fenologici, l'inizio del monitoraggio dovrebbe avvenire con l'inizio della 23a settimana dell'anno e terminare alla fine della 27a (orientativamente tra le fine di giugno e l'inizio di luglio).

Il metodo standard descritto si basa esclusivamente sulla conta degli individui di *C. cerdo* e *L. cervus* catturati. Al fine di valutare lo stato di conservazione delle popolazioni di *C. cerdo* per una determinata area, la restituzione del dato può essere calcolata come segue:

- Per ogni settimana, calcolare il numero totale di individui (maschi + femmine) ottenuto sommando il numero di individui trovati in ciascuna trappola. Si raccomanda di scrivere separatamente il numero di individui catturati nelle trappole basse e in quelle alte.
- Calcolare i valori medi degli individui catturati in ogni settimana e per ogni tipo di trappola (alta e bassa).

Study area _____ Date _____ Operator name _____ Survey ___/15 Start time: _____ End time: _____

High Trap	Check	Sex	Captures	Notes	Low trap	Check	Sex	Captures	Notes
1		M			1		M		
		F					F		
2		M			2		M		
		F					F		
3		M			3		M		
		F					F		
4		M			4		M		
		F					F		
5		M			5		M		
		F					F		
6		M			6		M		
		F					F		
7		M			7		M		
		F					F		
8		M			8		M		
		F					F		
9		M			9		M		
		F					F		
10		M			10		M		
		F					F		

Figura 9.13: Scheda di Campo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 165 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Protocollo di monitoraggio	
Metodo	Trappole con esca
Numero di alberi	10
Numero di trappole	20 trappole per ogni area di studio
Posizionamento delle trappole	Su alberi lungo strade forestali o sentieri
Posizionamento sull'albero	Una trappola sul tronco (1,5–2 m di altezza); l'altra sui rami (oltre i 10 m di altezza)
Distanza tra gli alberi con le trappole	Almeno 100 m
Periodo di monitoraggio	Giugno - Luglio
Numero di settimane	5
Numero di sessioni	15
Frequenza delle sessioni	Tre a settimana
Orario giornaliero	8:00–11:00
Numero di operatori	2
Ore per persona	40 ore/persona
Equipaggiamento	Cartellina appunti, foglio di campo, matita, GPS, corda, due barattoli di ricambio, bottiglie con miscela

Figura 9.14: Sommario protocollo Monitoraggio

9.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Per tutte le componenti sopra esaminate, monitoraggi saranno effettuati nelle seguenti fasi:

- fase ante operam (AO): No.1 campagna stagionale da eseguire nel periodo precedente l'avvio del cantiere:
 - avifauna nidificante: 1 volta ogni 15 g tra Mag e Lug;
 - avifauna migratoria: 2 volte nei periodi Mar-Apr e Sett-Ott.;
 - chiroteri: 3 volte (Mar-Mag; Giu-Ago; Sett-Ott);
 - anfibi: 3 volte tra Mar-Mag;
 - vegetazione e Flora: 1 volta tra Mag-Giu;
 - Ittiofauna: 2 volte nel periodo estivo
 - Gambero di Fiume: 1 volta all'anno nel periodo estivo (Luglio – Agosto) con cadenza settimanale (8 sessioni)
 - Coleotteri saproxilici (*Cerambyx cerdo* e *Lucanus cervus*): 15 sessioni nel periodo Giugno-Luglio.
- fase di costruzione (CO): durante la fase di costruzione saranno svolte campagne di monitoraggio durante le attività di cantiere maggiormente impattanti sulle aree naturali protette (generazione di rumore e polveri in prossimità di tali aree);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 166 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- fase post operam di esercizio (PO): No.1 campagna stagionale nei primi 3 anni successivi il termine delle attività di cantiere (con periodi come in fase AO).

Al fine di caratterizzare in modo esaustivo e valutare i possibili impatti generati dall'opera in progetto, si ritiene opportuno eseguire le differenti indagini nella stagione ritenuta più idonea tenendo in considerazione le diverse esigenze ecologiche dei diversi taxa faunistici monitorati. Nella tabella seguente si riporta pertanto, l'articolazione delle indagini previste nell'arco di 1 anno, specificando il periodo di rilevamento più idoneo nonché la frequenza dei campionamenti.

Componente	Periodo di rilevamento	Frequenza
Avifauna nidificante	Maggio - Luglio	1 volta ogni 15 giorni nel periodo indicato
Avifauna migratoria	1° Periodo primaverile: Marzo - Aprile 2° Periodo autunnale: Settembre - Ottobre	2 volte nei 2 periodi indicati
Chiroteri	1° Periodo primaverile: Marzo - Maggio 2° periodo estivo: Giugno - Agosto 3° periodo autunnale: Settembre - Novembre	1 volta nei 3 periodi indicati
Anfibi	Marzo - Maggio	3 volte nel periodo indicato
Vegetazione e Flora	Maggio-Giugno	1 volta nel periodo indicato
Ittiofauna	Giugno-Luglio-Agosto	2 volte nel periodo indicato
Gambero di Fiume	Luglio-Agosto	8 volte nel periodo indicato
Coleotteri Saproxilici	Giugno – Luglio	15 volte nel periodo indicato

9.5. Restituzione dei dati

I dati saranno restituiti secondo quanto previsto dalla DGR 681/2016 "Approvazione specifiche per l'acquisizione nella banca dati dell'Osservatorio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 167 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

ligure della biodiversità (LIBIOSS) dei dati derivanti da monitoraggi effettuati su specie floro-faunistiche del territorio ligure”.

I tracciati record saranno compilati e trasmessi via mail ad ARPAL (indirizzo:libioss@arpal.liguria.it) dai titolari dell’incarico di monitoraggio su apposite schede in formato excel forniti da APRAL.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 168 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

10. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – PAESAGGIO

10.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio del paesaggio è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla percezione visiva delle aree interessate dal progetto in fase di cantiere e alla verifica dell'efficacia degli interventi di ripristino nel mantenere la tipicità del paesaggio.

10.2. Individuazione delle aree da monitorare

L'area di intervento del progetto interessa un territorio variegato, in cui nel giro di pochi chilometri si passa da aree pianeggianti costiere a quote elevate corrispondenti all'Appennino Ligure.

Il monitoraggio della componente Paesaggio è stato incentrato sulle opere fuori terra (FSRU e impianti di linea), con particolare riferimento a quelle ricadenti all'interno, o in prossimità, di aree tutelate da un punto di vista culturale e/o paesaggistico e le aree per il monitoraggio hanno tenuto conto della visibilità, della fruibilità e dell'accessibilità dei luoghi.

Le postazioni di monitoraggio selezionate e la loro posizione viene indicata nella tabella seguente.

Tabella 10.1: Punti di Monitoraggio Componente Paesaggio

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
PAE-01	44°16'43.50"N	8°26'33.28"E	FSRU da tratto di costa Vado Ligure
PAE-02	44°16'21.74"N	8°26'24.44"E	FSRU da spiaggia di Vado Ligure
PAE-03	44°17'58.50"N	8°28'37.58"E	FSRU da tratto di costa Savona
PAE-04	44°16'48.85"N	8°25'01.24"E	FSRU da punto panoramico
PAE-05	44°17'08.33"N	8°25'56.27"E	PIL 2
PAE-06	44°17'22.82"N	8°25'20.38"E	Impianto PDE
PAE-07	44°20'17.99"N	8°18'48.66"E	PIDI 2
PAE-08	44°22'25.85"N	8°18'27.50"E	PIDI 4
PAE-09	44°24'15.05"N	8°17'20.55"E	PIDI 5
PAE-10	44°24'33.16"N	8°16'51.44"E	PIDI 6
PAE-11	44°25'36.93"N	8°17'05.02"E	Impianto Trappola Finale (Chinelli)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 169 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

10.3. Metodologia di Rilevamento

Il rilevamento consisterà in riprese fotografiche da effettuarsi dai punti sensibili sopra riportati e dai quali sono state effettuate fotosimulazioni delle opere in progetto (presentate in allegato alla Relazione Paesaggistica e in allegato alla documentazione integrativa), verso le aree di cantiere e durante la realizzazione dell'opera, nel controllo del rispetto delle aree di cantiere e della larghezza dell'area di passaggio previste dal progetto, al fine di contenere l'impatto sul paesaggio e la corretta realizzazione degli interventi di ripristino morfologico e vegetazionale al termine dei lavori.

Un calendario dettagliato delle uscite ed una carta con la posizione esatta dei punti di monitoraggio (su CTR in scala 1:5.000) saranno quindi predisposti e condivisi con gli Enti, così come cartografie di dettaglio e dossier fotografici approfonditi, realizzati dai punti individuati, rappresentativi dei vari tratti interessati dalle opere in progetto.

Si procederà, inoltre, attraverso l'analisi di immagini satellitari ad alta risoluzione delle aree interessate. Queste saranno acquisite con cadenza quindicinale, nella banda del visibile e dell'infrarosso, in corrispondenza delle aree interessate dal cantiere e confrontate con lo stato Ante Operam (AO).

Al termine delle attività, tale monitoraggio sarà proseguito al fine di verificare l'efficacia dei ripristini.

10.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito prima, durante e al termine dei lavori di realizzazione del progetto.

Il monitoraggio della componente Paesaggio si articolerà quindi nelle seguenti fasi:

- fase ante operam (AO): No. 1 campagna di monitoraggio;
- fase di cantiere (CO): No. 1 campagna di monitoraggio;
- fase post operam di esercizio (PO): No. 1 campagna di monitoraggio da effettuare dopo circa un anno dal termine degli interventi di ripristino morfologico e da ripetere circa 5 anni dopo.

Con riferimento alle immagini satellitari, queste saranno acquisite:

- in fase AO: nell'anno antecedente l'inizio delle attività a terra;
- in fase CO: con cadenza quindicinale e le analisi saranno presentate in report mensili;
- in fase PO: una volta nell'anno successivo al termine degli interventi di ripristino morfologico e dopo 5 anni, possibilmente nello stesso periodo delle immagini acquisiti in AO.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 170 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

11. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – CARATTERISTICHE METEO MARINE

11.1. Finalità del Monitoraggio

Lo studio meteomarinario è condotto al fine di fornire le principali informazioni sul clima marino nell'area sede del Terminale FSRU. I parametri meteomarini studiati includono l'altezza significativa del moto ondoso, il periodo di picco, la velocità della corrente e la direzione media di provenienza del moto ondoso. Lo studio procederà da un lato acquisendo nuovi dati puntuali per integrare lo studio modellistico di dispersione Termica/Chimica, dall'altra con l'acquisizione di misure in continuo.

11.2. Individuazione delle aree da monitorare tramite ADCP

I dati puntuali di corrente saranno acquisiti tramite ADCP (Acoustical Doppler Current Profiler tipo Nortek Signature 1000 o suo simile) sia nell'area intorno al Terminale sia in prossimità delle aree di pregio naturalistico.

La prima verrà monitorata prevedendo No. 4 punti a 100 m di distanza + No. 4 controlli (compatibilmente con le Autorizzazioni rilasciate dalla Capitaneria di Porto) ossia nelle medesime stazioni in cui saranno effettuati i profili di sonda multiparametrica.

La posizione delle stazioni è da considerarsi indicativa. La posizione reale sarà verificata al momento dell'esecuzione dei monitoraggi, anche al fine di poter assicurare la replica negli stessi punti e di posizionarli in corrispondenza di profondità paragonabili.

Il monitoraggio delle aree di pregio naturalistico sarà effettuato in corrispondenza dei punti già individuati nello studio modellistico di dispersione termica/chimica.

Tabella 11.1: Punti di monitoraggio delle acque in prossimità di area di particolare interesse naturalistico. (SR: WGS84)

Punto	ID	Longitudine E (WGS84)	Latitudine N (WGS84)
NOLI	A1	8.4230	44.2123
BERGEGGI	A2	8.4503	44.2304
VADO 1	A3	8.4496	44.2449
VADO 2	A4	8.4650	44.2558
FSRU	A5	8.4995	44.2762
CORALLIGENO 1	A6	8.5236	44.2764
CORALLIGENO 2	A7	8.5032	44.2834
SAVONA	A8	8.4883	44.2958

11.3. Sistema di Rilevamento in continuo

Le misure in continuo correntometriche ed ondometriche saranno svolte attraverso il posizionamento di 1 ondametro/correntometro fisso e relativo sistema di trasmissione dati real time con apposite boe per l'alimentazione e la trasmissione dati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 171 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Elenco componenti del sistema

Il sistema è composto da uno strumento di misura NORTEK AWAC, posto in modo da rilevare le condizioni nei pressi del Terminale, compatibilmente con le caratteristiche batimetriche.

L'AWAC è dotato di un supporto subacqueo (tripode) fissato su apposito basamento amagnetico di circa 2,5 t che lo rende stabile rispetto al fondo marino ed è collegato al box di controllo tramite un cavo subacqueo NORTEK a 8 conduttori (dati + alimentazione) e collegato ad apposita boa per alimentazione con pannello solare e per la trasmissione dati. La boa dovrà essere dotata di una adatta antenna direttiva WiFi per la connessione al sistema informatico SNAM S.p.a.. Dovrà essere, inoltre, presente un datalogger per la registrazione dei dati (onde, correnti) generati a scadenza regolare dagli AWAC: utilizzando un burst a 512 campioni per le onde e un average interval di 120 sec per le correnti si può ottenere un profile interval di circa 15 minuti (intervallo di aggiornamento dati).

Per quanto riguarda l'energia del sistema la boa è dotata di un pannello solare da 100 W e di una batteria da 12 V 100Ah tipo AGM. Infine, un convertitore RS232/RS422 e un converter STEP-UP (survoltage 48 Vdc) necessari per il funzionamento dell'AWAC.

Descrizione di funzionamento del sistema

Il sistema AWAC, programmato adeguatamente, in funzione del tipo di dati richiesti e dell'energia disponibile (deployment), a scadenze temporali regolari e ben definite, invia tramite collegamento RS422 i dati misurati in formato NMEA alla seriale del datalogger.

Il datalogger registra istantaneamente i dati nella sua memoria sotto forma di file con un time stamp, quindi, li rende disponibili per essere prelevati tramite client FTP dall'IT di SNAM S.p.a. e resi disponibili per la visualizzazione, oppure il datalogger stesso li può trasmettere ad un FTP SNAM S.p.a. in maniera automatica a scadenze regolari.

I dati sono in chiaro (stringhe NMEA) quindi i parametri possono essere acquisiti e visualizzati senza difficoltà.

Tali stringhe possono essere elaborate anche graficamente con adatti software facilmente reperibili sul mercato.

Nella figura seguente è riportata la modalità AST proprietaria NORTEK per il calcolo dei dati d'onda.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 172 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

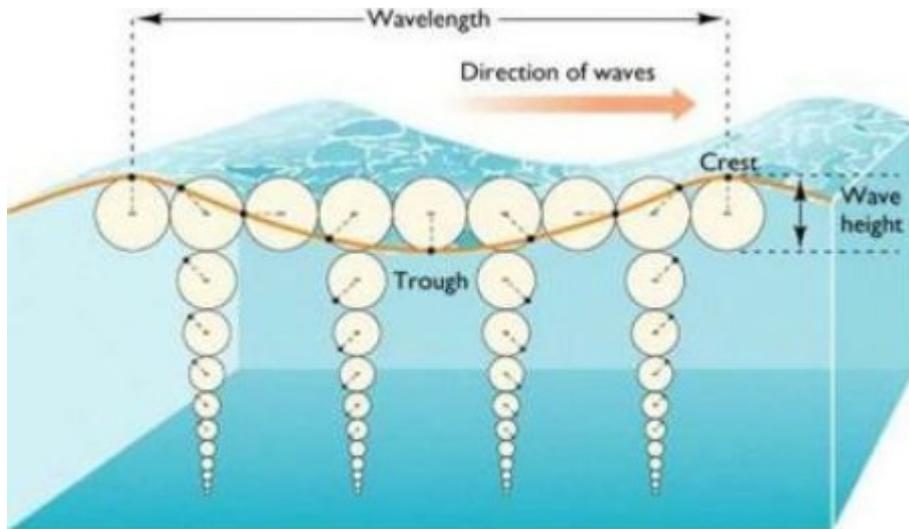


Figura 11.1: Modalità AST proprietaria NORTEK per il calcolo dei dati d'onda

Di seguito si riportano immagini del dispositivo AWAC con i suoi tre beams per la misura delle correnti ed il quarto beam per implementare la tecnologia AST.

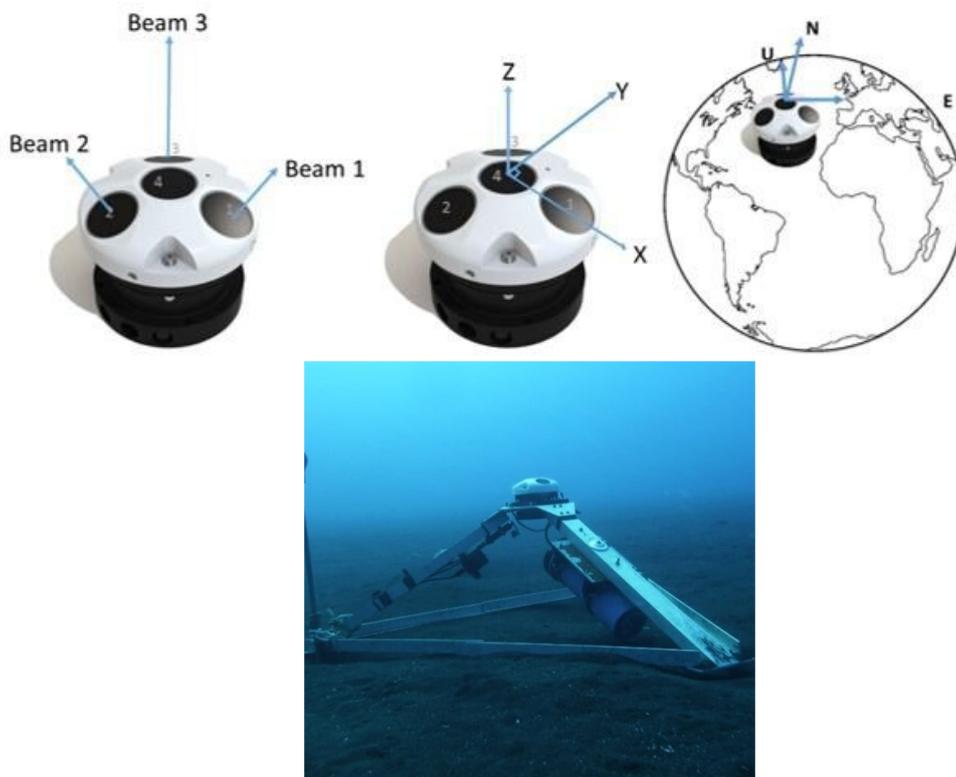


Figura 11.2: Tripode e Strumento AWAC sul Fondale Marino

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 173 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

11.4. Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito prima dell'arrivo del Terminale (ante operam) e per un anno durante la fase di esercizio del Terminale (fase di esercizio – post-operam).

Il monitoraggio si articolerà quindi nelle seguenti fasi:

- fase ante operam (AO): le attività saranno svolte analogamente ai profili con sonda multiparametrica per un anno su base mensile;
- fase post operam di esercizio (PO): solo nel primo anno di esercizio, analogamente ai profili di sonda multiparametrica, le misure verranno condotte con cadenza mensile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 174 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

12. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – MATRICE COLONNA D'ACQUA

12.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica della qualità delle acque marine. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni delle caratteristiche qualitative, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio dell'FSRU.

Il monitoraggio delle acque marine è considerato uno strumento efficace e fondamentale in quanto consente la sorveglianza della qualità ecologica dell'ambiente marino, delle forme di pressione che insistono sull'ambiente costiero e pelagico e permette la gestione dei fenomeni anomali e delle emergenze ambientali. L'acquisizione dei dati idro-biologici è determinante per garantire il GES (Good Environmental Status) obiettivo della Marine Strategy Framework Directive (MSFD 2008/56/EC) dell'UE. Sulla colonna d'acqua possono essere condotte misurazioni dirette e/o indirette, ovvero attraverso il prelievo di campioni per successive analisi di laboratorio con il principale scopo di valutare la presenza o meno di composti idrosolubili. Le misurazioni dirette sono finalizzate a rilevare i principali parametri utili a caratterizzare lo stato fisico (es temperatura, salinità, pH, torbidità, pressione, densità, ossigeno disciolto) del sistema marino, fattori che concorrono a determinare il destino dei contaminanti. Inoltre, gli studi di monitoraggio hanno anche l'obiettivo di valutare la loro biodisponibilità tramite l'approccio ecotossicologico che consente una valutazione integrata degli effetti dei contaminanti in soluzione o in sospensione. Il monitoraggio della colonna d'acqua non può prescindere dallo studio della componente biotica, attraverso la definizione della qualità microbiologica delle acque, e la raccolta e le analisi quali-quantitative condotte su fitoplancton e zooplancton. Queste ultime due componenti ecologiche sono essenziali in quanto rappresentano rispettivamente produttori primari (autotrofi) e consumatori primari (eterotrofi), che svolgono un ruolo chiave negli ecosistemi neritici e pelagici. L'ingente biomassa planctonica ed in particolare le fluttuazioni stagionali in termini di produttività assicurano e influenzano il corretto funzionamento delle reti trofiche marine.

Indirettamente lo studio del plancton consente anche la caratterizzazione dell'idrologia di un'area e permette di intercettare precocemente possibili variazioni che insistono sulla colonna d'acqua come le variazioni dei termoclini stagionali e/o il rimescolamento di masse d'acqua a differenti densità (aree di upwelling). Tra le componenti biotiche della matrice acqua non può essere trascurata quella ittioplanctonica rappresentata dalle uova e dalle fasi larvali e giovanili dei pesci, determinante per assicurare il turn over e la dispersione anche di specie ittiche di rilevante valore commerciale, oggetto di attività di pesca.

12.2. Individuazione delle aree da monitorare

Verrà monitorata l'area nell'intorno del Terminale, quella interessata dalla posa della condotta e il tratto di costa caratterizzato dalla presenza di biocenosi di pregio.

L'area intorno al Terminale verrà monitorata prevedendo No. 4 punti a 100 m di distanza + No. 4 controlli (compatibilmente con le Autorizzazioni rilasciate dalla Capitaneria di Porto). La posizione delle stazioni è da considerarsi indicativa. La posizione reale sarà verificata al

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 175 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

momento dell'esecuzione dei monitoraggi, anche al fine di poter assicurare la replica negli stessi punti e di posizionarli in corrispondenza di profondità paragonabili.

In ciascun punto saranno campionate 3 quote: una superficiale (1 metro sotto il pelo dell'acqua), una intermedia in corrispondenza dello strato che presenta il picco di clorofilla (in assenza del picco, sarà raccolto in corrispondenza della profondità 25-30 m) e una profonda (a 1/2 metri dal fondale, in funzione dello stato del mare).

Lungo la condotta saranno posizionate 6 stazioni (in direzione costa-largo) a partire dall'uscita del microtunnel, con una frequenza di una stazione ogni chilometro.

Saranno inoltre identificati tre transetti perpendicolari alla condotta e centrati sulla condotta stessa (di cui il primo in corrispondenza dell'uscita del microtunnel), lungo i quali saranno posizionate 4 stazioni a 300 e 500 m di distanza dalla condotta stessa. Questi punti, in particolare, saranno monitorati durante la posa della condotta quando non sarà possibile campionare nelle stazioni poste lungo il tracciato.

Il prelievo di queste stazioni sarà eseguito a diverse quote in funzione della batimetria del fondale:

- su un livello entro la profondità di 15 metri (a un metro sotto il pelo dell'acqua);
- due livelli a partire da 15 metri fino a 35 metri di profondità (il superficiale a un metro sotto il pelo dell'acqua e il profondo a 1/2 metri dal fondale);
- tre livelli a partire da 35 metri di profondità (il superficiale a un metro sotto il pelo dell'acqua, l'intermedio in corrispondenza del picco di clorofilla e il profondo a 1/2 metri dal fondale).

Il monitoraggio delle aree di pregio naturalistico sarà effettuato in corrispondenza dei punti già individuati nello studio modellistico di dispersione termica/chimica (REL-AMB-E-00010_r1).

Tabella 12.1: Punti di Monitoraggio delle Acque in Prossimità di Aree di Particolare Interesse Naturalistico

Punto	ID	Longitudine E (WGS84)	Latitudine N (WGS84)
NOLI	A1	8.4230	44.2123
BERGEGGI	A2	8.4503	44.2304
VADO 1	A3	8.4496	44.2449
VADO 2	A4	8.4650	44.2558
FSRU	A5	8.4995	44.2762
CORALLIGENO 1	A6	8.5236	44.2764
CORALLIGENO 2	A7	8.5032	44.2834
SAVONA	A8	8.4883	44.2958

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 176 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

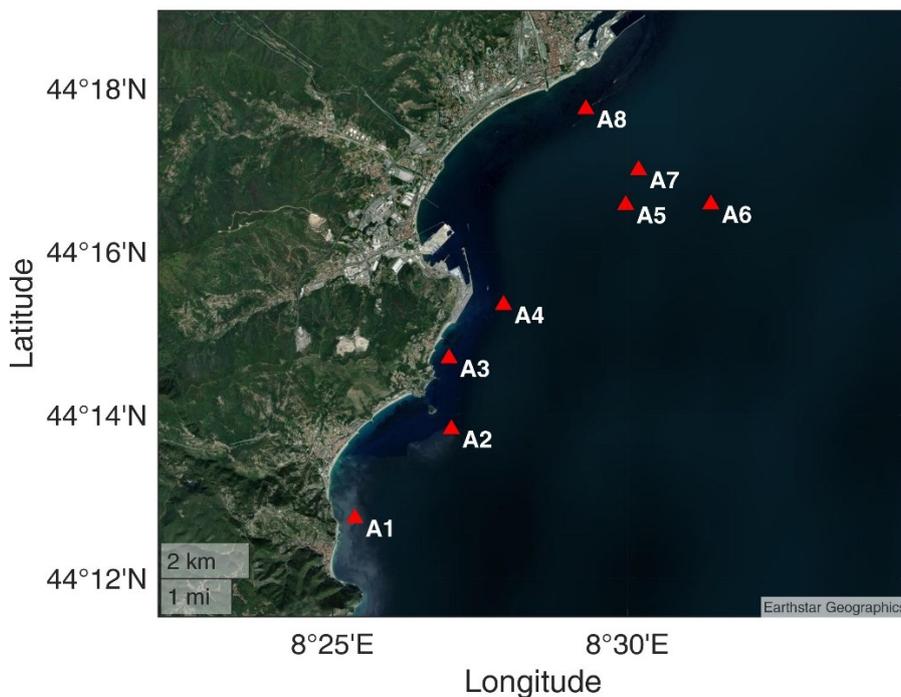


Figura 12.1: Punti di Monitoraggio delle Acque in Prossimità di Aree di Particolare Interesse Naturalistico

Il prelievo di queste stazioni sarà eseguito a diverse quote in funzione della batimetria del fondale:

- su un livello entro la profondità di 15 metri (a un metro sotto il pelo dell'acqua);
- due livelli a partire da 15 metri fino a 30 metri di profondità (il superficiale a un metro sotto il pelo dell'acqua e il profondo a 1/2 metri dal fondale);
- tre livelli a partire da 30 metri di profondità (il superficiale a un metro sotto il pelo dell'acqua, l'intermedio in corrispondenza del picco di clorofilla e il profondo a 1/2 metri dal fondale).

12.3. Profili Idrologici

I profili idrologici saranno eseguiti in tutte le stazioni su base **mensile** tramite una sonda multiparametrica dotata di sensori specifici per la acquisizione dei seguenti parametri: Temperatura, Conduttività, Ossigeno, pH, Potenziale redox, Torbidità, Fluorescenza, **Densità e Salinità**. Durante il monitoraggio sarà fornita evidenza delle periodiche tarature **con cadenza almeno annuale**.

La sonda multiparametrica eseguirà la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvederà alla compensazione automatica delle misure effettuate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 177 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La sonda verrà calata dalla superficie fino alla massima profondità possibile evitando di toccare il fondo e creare una improvvisa risospensione dei sedimenti falsando la misura in corso. I dati saranno elaborati tramite software.

12.4. Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche

I campioni per la caratterizzazione fisica, chimica e microbiologica della colonna d'acqua saranno prelevati tramite bottiglie Niskin in corrispondenza di 2 quote batimetriche (superficiale e profonda) e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori.

12.4.1. Analisi Fisiche

La misura di trasparenza della colonna d'acqua sarà definita tramite Disco di Secchi secondo la procedura indicata nella Scheda n°3 delle Metodologie Analitiche di Riferimento ICRAM (Cicero e Di Girolamo 2001).

Il materiale particellato in sospensione di natura inorganica (derivante dalla risospensione di sedimenti) oppure di natura organica (costituito da organismi viventi, dai loro prodotti metabolici e dalla loro decomposizione) sarà determinato tramite metodo analitico (APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003) che prevede l'uso di filtri di acetato di cellulosa (o materiale compatibile) Sartorius con porosità 0,45 µm.

L'analisi della concentrazione della clorofilla sarà effettuata sul particellato marino trattenuto dai filtri in fibra di vetro modello Whatmann GF/F o simile (diametro 47mm, porosità 0,7 µm CAT N°1825-047) che dovranno essere congelati subito dopo la filtrazione secondo le procedure codificate, avendo cura di conservare al buio. Omogenizzazione ed estrazione avverranno in acetone al 90 %, le analisi effettuate con HPLC.

12.4.2. Analisi Chimiche

In merito alla valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici, secondo il DM 260/2010 modificato e integrato con il 172/2015 saranno ricercati, su base mensile, i seguenti parametri chimici: elementi in tracce, Idrocarburi totali, IPA, Acidi aloacetici, Aloacetoni-trili, alofenoli, BTEX, fenoli e alofenoli, aniline, cloro attivo libero, composti organostannici, pesticidi (inclusi i fosforati), tensioattivi anionici e non ionici, difenileteri (PBDE), DEHP, diossine, furani e PCB diossina-simili.

L'elenco delle analisi da effettuare e i dettagli sulle metodiche sono riportati nella tabella seguente.

La determinazione dei metalli (escluso il mercurio) sarà effettuata mediante spettrometria di emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma a rivelazione con spettrometria di massa (Al, As, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V e Zn).

L'analisi del mercurio sarà effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio.

I composti organostannici (TBT, DBT, MBT) verranno determinati tramite estrazione e derivatizzazione seguite da analisi gascromatografica impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 178 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La determinazione del Cloro sarà effettuata per via spettrofotometrica UV.

I tensioattivi totali verranno determinati come somma dei tensioattivi anionici determinati per via spettrofotometrica UV e tensioattivi non ionici, determinati per titolazione.

La determinazione dei composti organici volatili sarà effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale e determinazione con tecnica FID (idrocarburi) o ECD (composti clorurati) o a spettrometria di massa (VOC e altri composti clorurati). La determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) sarà eseguita per via gas cromatografica con rivelazione FID o a spettrometria di massa sugli estratti con opportune miscele solventi previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili saranno effettuati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Relativamente a diossine e furani, i fattori di tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEQ (International TEF) saranno calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina), considerando l'affinità di questa molecola come valore unitario di riferimento.

Le analisi dei nutrienti inorganici disciolti (nitriti, nitrati, fosfati, silicati) saranno effettuate secondo APAT Manuali e Linee Guida 29/2003 Metodi analitici per le acque – ISBN 88-448-0083-7, e Metodologie Analitiche di Riferimento ICRAM (Cicero e Di Girolamo 2001), usando filtri con porosità dichiarata di 0.45 µm¹.

Sarà, inoltre, determinato il contenuto di azoto ammoniacale.

Le analisi di azoto e fosforo totali saranno effettuate a partire da un'aliquota (100 ml) di acqua marina tal quale (non filtrata) mantenuta in frigo secondo le procedure codificate per un massimo di 15 giorni prima delle analisi.

L'accuratezza e precisione delle analisi, incluse le procedure di preparazione del campione (digestione o estrazione ove effettuate) sarà verificata attraverso periodici Controlli di Qualità impiegando materiali standard di riferimento e, se esistenti, partecipazioni a circuiti interlaboratorio accreditati; le tarature degli strumenti di misura saranno affidate a centri accreditati LAT e le curve di taratura previste dai metodi scelti verranno costruite con soluzioni standard certificate e verificate periodicamente per testarne la robustezza.

¹ In relazione alla richiesta di usare il filtro con porosità dichiarata di 0.45 µm per le analisi dei nutrienti si precisa che in manuali più recenti (Saggiomo, Catalano, Corato e Ribera D'Alcalà, 2010) si consiglia di filtrare su filtri in fibra di vetro con poro passante minore di 1 µm. Inoltre, nella fase di bianco sono stati usati filtri GF/F precombusti ad alta temperatura (500-600°) per eliminare le eventuali sostanze organiche residue. Questo trattamento come riportato in Nayar & Chou, 2003 aumenta notevolmente l'efficienza filtrante dei filtri GF/F migliorando rispetto a quella degli HA con porosità nominale di 0.45 µm e rendendola molto simile a quella delle membrane di 0.2 µm. Tuttavia, se l'autorità di controllo lo riterrà necessario, verranno adottati i filtri in esteri di cellulosa di 0.45 µm.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 179 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Si prevede, inoltre, l'utilizzo dell'indicatore descrittivo dello stato di qualità delle acque marino costiere TRIX (indice di stato trofico) che prende in considerazione le principali componenti degli ecosistemi marini che caratterizzano la produzione primaria, i nutrienti e la biomassa fitoplanctonica. L'indice riassume in un valore numerico una combinazione di 4 variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla "a", Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto) che definiscono, in una scala di valori da 1 a 10, le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere.

Saranno, infine, previste analisi dei composti organoalogenati totali, del carbonio organico particellato (POC) e del carbonio organico disciolto (DOC). Con particolare riferimento alla fase di esercizio, tali analisi saranno eseguite su un campione medio di 3 ore, almeno 4 volte l'anno (in condizioni operative), per almeno i primi 3 anni.

Tabella 12.2: Elenco dettagliato delle analisi da effettuare sulla matrice acque

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Nutrienti			
Fosfati	UNI ISO SW 15923-1	µM	0,03
Nitriti	EPA 354.1	µM	0,03
Nitrati	EPA 354.1	µM	0,03
Silicati	APHA 4500 Si	µM	0,1
Azoto totale	EPA 354.1	µM	0,03
Fosforo totale	UNI ISO SW 15923-1	µM	0,03
Azoto ammoniacale	APHA 4500 NH ₃	µM	0,1
Solidi sospesi	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l	0,1
Clorofilla a	HPLC	mg m ⁻³	0,05
DOC	APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003	mg/l	0,1
POC (TOC-DOC)	APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003	mg/l	0,1
Metalli			
Alluminio (Al)	EPA 6020B 2014	µg/l	10
Arsenico (As)	EPA 6020B 2014	µg/l	1
Cadmio (Cd)	EPA 6020B 2014	µg/l	0,06
Piombo (Pb)	EPA 6020B 2014	µg/l	0,39
Cromo (Cr)	EPA 6020B 2014	µg/l	1
Rame (Cu)	EPA 6020B 2014	µg/l	1
Ferro (Fe)	EPA 6020B 2014	µg/l	10
Nichel (Ni)	EPA 6020B 2014	µg/l	2,6
Vanadio (V)	EPA 6020B 2014	µg/l	1
Zinco (Zn)	EPA 6020B 2014	µg/l	2
Mercurio (Hg)	EPA 7473 2007	µg/l	0,02
Idrocarburi Policiclici Aromatici			
Acenafene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 180 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Acenaftilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,03
Benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00005
Benzo(b)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00025
Benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Indeno(1,2,3-cd)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Fenantrene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00189
Fluorene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Naftalene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,6
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Idrocarburi totali	UNI EN ISO 9377-2: 2002	µg/l	300
Cloroalcani C10-C13	EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007	µg/l	0,21
Tensioattivi			
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l	0,1
Tensioattivi non ionici	UNI 10511-1: 1996/A1: 2000	mg/l	0,1
Acidi aloacetici			
Acido Bromocloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Bromodicloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Clorodibromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Dibromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Dicloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Monocloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Monobromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Tribromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Acido Tricloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Dalapon	EPA 552.3 2003	µg/l	5
Aloacetoniatri			
Dibromoacetoniatri	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	1
Dicloroacetoniatri	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
Tricloroacetoniatri	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
1,1,1-Tricloro-2-propanone	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
1,1-Dicloro-2-propanone	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
Cloropicrina	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 181 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
BTEX			
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
m+p-Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,2
o-Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	2,4
Fenoli e Alofenoli			
2,4-Diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,06
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,06
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,12
4-Cloro-3-metilfenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	1
4-Nonilfenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Ottilfenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,003
2,4,6-Tribromofenolo	Gas Cromatografico in corso di messa a punto	µg/l	In corso di definizione
2,4-Dibromofenolo	Gas Cromatografico in corso di messa a punto	µg/l	In corso di definizione
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)			
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,2-Dibromo-3-cloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,2-Dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,2-Diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,2-Dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	3
1,2,3-Triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,2,4-Triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,1
1,3-Diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
1,4-Diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
2-Clorotoluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
4-Clorotoluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Bromoformio	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Clorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Cloroformio	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,75
Dibromoclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Diclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	6
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,01
Tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	3
Tetracloruro di carbonio	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	3,6

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 182 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	3
Cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	µg/l	20
Composti Organostannici			
Monobutilstagno	UNI EN ISO 17353:2006	µg/l	0,1
Dibutilstagno	UNI EN ISO 17353:2006	µg/l	0,1
Tributilstagno	UNI EN ISO 17353:2006	µg/l	0,00016
Aniline			
3,4-Dicloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,06
o-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
p-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,2
m-Cloroanilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Pesticidi			
Aclonifen	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,004
Alaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00015
Bifenox	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00058
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,2
Chinossifen	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,005
Cibutrina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0008
Cipermetrina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0008
Clorfenvinfos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,03
Clorpirifos etile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,01
DDT Totale	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,002
4,4'-DDT	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,002
Diclorvos	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0015
Dicofol	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0014
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00021
Diuron	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,06
Endosulfano-alfa	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0004
Endosulfano-beta	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0004
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00043
Eptacloro	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00037
Eptacloro Epossido	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00028
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0006
Esaclorocicloesano-alfa	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0006
Esaclorocicloesano-beta	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0006
Esaclorocicloesano-delta	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0006
Esaclorocicloesano-gamma (Lindano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0006

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 183 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Isodrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00032
Isoproturon	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Malation	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,003
Pentaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,00013
Simazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,3
Terbutilazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,06
Terbutrina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,002
Trifluralin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,01
Altri composti			
Polibromodifenileteri	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,0046
PFOS	ISO 21675:2019	µg/l	0,00015
Dietilesileftalato (DEHP)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,4
Diossine, Furani e PCB diossina-simili			
2,3,7,8-TetraCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,7,8-PentaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,4,7,8-EsaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,6,7,8-EsaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,7,8,9-EsaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,4,6,7,8-EptaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
OctaCDD	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
2,3,7,8-TetraCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,7,8-PentaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
2,3,4,7,8-PentaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,4,7,8-EsaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,6,7,8-EsaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,7,8,9-EsaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
2,3,4,6,7,8-esaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,4,6,7,8-EptaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
1,2,3,4,7,8,9-EptaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
OctaCDF	EPA 1613B 1994	ng/l	0,0001
3,3',4,4'-Tetraclorobifenile (77)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
3,4,4',5'-Tetraclorobifenile (81)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenile (101)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3,3',4,4'-Pentaclorobifenile (105)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3,4,4',5'-Pentaclorobifenile (114)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3',4,4',5'-Pentaclorobifenile (118)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2',3,4,4',5'-Pentaclorobifenile (123)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
3,3',4,4',5'-Pentaclorobifenile (126)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3,3',4,4',5'-Esaclorobifenile (156)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 184 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
2,3,3',4,4',5'-Esaclorobifenile (157)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (167)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
3,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (169)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
2,3,3',4,4',5,5'-Eptaclorobifenile(189)	EPA 1668C 2010	ng/l	0,0013
HBCDD	Cromatografico	µg/l	In corso di definizione

12.4.3. Analisi Microbiologiche

Le analisi microbiologiche saranno eseguite ricercando gli organismi patogeni tipici della colonna d'acqua di aree portuali: *Escherichia coli* (APAT CNR IRSA 7030 / metodo C (2003), Streptococchi fecali (enterococchi) (APAT CNR IRSA 7040 / metodo C (2003) e *Salmonella spp.* (APAT CNR IRSA 7080).

12.5. Saggi Ecotossicologici

Saranno selezionate 3 specie test al fine di comporre una batteria che tenga in considerazione il livello trofico di appartenenza.

In particolare, sarà utilizzata una specie rappresentativa della componente batterica (decompositori), una della componente fitoplanctonica (produttori primari) ed una della componente mero-zooplanctonica (consumatori).

Si riporta di seguito un esempio di batteria di analisi ecotossicologiche che potrà essere effettuata.

- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'inibizione della bioluminescenza batterica in *Aliivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*) (ISO 11348-3:2007/Amd 1:2018 o ISO 11348-1:2007/Amd 1:2018);
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione della crescita algale in *Phaeodactylum tricorutum* (ISO 10253:2016);
- o, in alternativa, Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione del corretto sviluppo larvale in embrioni di *Paracentrotus lividus* (EPA/600/R-95-136/Sezione 15 + ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 11/2017) o, in alternativa, in embrioni di *Crassostrea gigas* (ISO 17244:2015).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 185 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

12.6. Popolamenti Planctonici

Fitoplancton

Per lo studio di questa componente biotica saranno prelevati campioni di d'acqua (in singola replica) non selettivi tramite bottiglie Niskin a due diverse profondità (superficie e fondo, **come descritto precedentemente al Paragrafo 12.2**).

Sarà, inoltre, valutata la diversità complessiva delle stesse comunità tramite raccolta selettiva mediante retino (in singola replica) da plancton con opportuno vuoto di maglia (20 µm trainato verticalmente nella zona fotica).

L'eventuale presenza di taxa potenzialmente tossici appartenenti alle così dette Harmful Algae (HA) sarà tempestivamente segnalata.

I dati saranno elaborati tramite tecniche statistiche che consentano di rilevare eventuali differenze significative imputabili alla presenza del Terminale.

Zooplancton

In funzione della dimensione degli organismi che lo compongono lo zooplancton marino può essere suddiviso in differenti categorie. Le dimensioni del mesozooplancton marino sono comprese tra 0,2 e 20 mm e includono gli organismi oloplanctonici, meroplanctonici e l'ittioplancton. L'oloplancton è la frazione mesozooplanctonica all'interno della quale sono presenti fasi larvali e individui adulti di organismi che trascorrono l'intero ciclo di vita nel plancton e tra i quali il gruppo largamente dominante è costituito dai crostacei copepodi che rappresentano circa l'80% della biomassa totale oloplanctonica. Appartiene a questa categoria di organismi anche il plancton gelatinoso. La componente meroplanctonica è invece rappresentata dalla frazione zooplanctonica che trascorre differenti fasi larvali di accrescimento e sviluppo nella colonna d'acqua e, successivamente, in funzione di parametri ambientali quali temperatura, salinità, fotoperiodo, presenza di nutrienti e disponibilità trofica si trasferisce sul fondale marino, avviando la fase bentonica o nectobentonica della vita adulta. Infine, al mesozooplancton appartiene la componente zooplanctonica dei teleostei ovvero uova, fasi larvali e fasi giovanili della fauna ittica.

La complessità degli organismi che lo compongono, l'elevata biodiversità, la variabilità dei cicli vitali, la presenza di numerose fasi larvali impongono di operare selettivamente su ciascuno dei tre comparti ecologici che costituiscono il mesozooplancton marino, ovvero elaborare un disegno di campionamento all'interno di un PMA che consenta la valutazione quali quantitativa di ciascun comparto.

La frazione olo e meroplanctonica sarà campionata mediante rete standard WP-2 (57 cm di diametro e vuoto di maglia da 200 µm) corredata di un flussimetro che permetta la restituzione quantitativa degli organismi raccolti (ind m⁻³). Per ciascuna stazione dovranno essere effettuati un campionamento orizzontale uno verticali per la raccolta degli organismi. I campioni saranno effettuati in singola replica.

Con riferimento al monitoraggio della componente ittioplanctonica, è stata prevista una verifica ex ante della composizione dei popolamenti ittici dell'area interessata dall'installazione della FSRU (si veda quanto riportato al successivo Capitolo 15).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 186 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il comparto ittioplanctonico sarà campionato con bongo-net da 60 cm di diametro e vuoto di maglia da 300 µm corredato di un flussimetro che permetta la restituzione quantitativa degli organismi raccolti (ind m⁻³).

Per ciascuna stazione saranno previsti campionamenti sia orizzontali sia verticali con entrambi gli strumenti in singola replica.

La pescata orizzontale sarà effettuata mediante traino delle reti navigando a velocità costante di 2 nodi per un tempo totale di 15 minuti in corrispondenza di almeno 2 punti da individuarsi in aree non interdette ai fini della sicurezza operativa dell'impianto, ma sufficientemente vicine.

Il campionamento verticale sarà realizzato tramite 2 campionamenti (su due distinte fasce batimetriche) su punto fisso in modo da investigare tutta la colonna d'acqua dalla prossimità del fondale marino, fino alla superficie.

I campioni saranno fissati in soluzione di formaldeide e acqua di mare (al 4%) o, in alternativa, in soluzione alcolica al 70% in acqua di mare.

I dati saranno elaborati tramite tecniche statistiche che consentano di rilevare eventuali differenze significate imputabili alla presenza del Terminale.

12.7. Torbidità

Durante le fasi di movimentazione di sedimenti legata principalmente alle attività di scavo in corrispondenza dell'exit point del Microtunnel per l'approdo della sealine ed alle attività di post-trenching della sealine, sarà eseguito il monitoraggio della torbidità in maniera mobile o discontinua a bordo di un'imbarcazione dedicata, che si muoverà nell'area di cantiere, seguendo i mezzi navali coinvolti nelle diverse attività (scavo exit point, post trenching sealine). Gli operatori si alterneranno su due turni nell'arco delle 24 ore e monitoreranno i valori di torbidità e corrente, quando le condizioni meteo lo permetteranno, su alcune stazioni fisse (direttrici, lungo l'area di scavo per l'exit point e lungo il corridoio di posa della sealine) con l'aggiunta di stazioni scelte sul campo a seconda delle condizioni di corrente e di possibili nuvole di torbida presenti nell'area.

Il monitoraggio della torbidità verrà effettuato in stazioni mobili, individuate volta per volta in funzione della corrente, mantenendosi, per motivi di sicurezza, ad una distanza di almeno 500m dal limite esterno delle aree di intervento.

Per le attività di monitoraggio verrà utilizzata una sonda multiparametrica (CTD) per la rilevazione dei parametri fisici, della torbidità e della clorofilla-α lungo la colonna d'acqua, e un profilatore acustico per la corrente ad effetto Doppler (ADCP) per il monitoraggio della dinamica delle correnti nelle aree di lavoro

Il correntometro verrà abbinato ad un GPS per la georeferenziazione delle misure acquisite in continuo. Il GPS di navigazione in dotazione al mezzo nautico verrà utilizzato per il posizionamento delle stazioni di misura. Di seguito è riportata la procedura di monitoraggio per ogni fase di lavorazione. Sia le misurazioni effettuate tramite sonda CTD sia quelle con correntometro ADCP verranno ripetute più volte per ogni turno, compatibilmente con le condizioni meteo-marine e logistiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 187 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In aggiunta, qualora sia previsto che i lavori di escavazione eccedano un periodo di 15 giorni, verrà installato un sistema di monitoraggio della torbidità in tempo reale (Early Warning System, EWS), allestito su stazione fissa installata. Questo sistema permette di acquisire una grossa mole di dati e di interrogare frequentemente gli strumenti mediante l'applicazione di routine/software che, in automatico, leggono i dati acquisiti e inviano messaggi di avviso in caso di superamento dei limiti impostati. Sarà quindi predisposto un collegamento telemetrico per fornire i dati in tempo reale. Il sistema EWS sarà allestito in posizione strategica rispetto alla posizione dei recettori sensibili e alla direzione prevalente delle correnti (quindi, della dispersione del potenziale evento di torbida).

In generale, al fine di limitare la risospensione di sedimenti durante le attività di cantiere si procederà, ove possibile, utilizzando una draga meccanica di tipo ambientale (tipo EcoGrab), per limitare la dispersione e messa in sospensione delle frazioni più fini.

Potrà, inoltre, essere prevista la rimodulazione delle attività (fino alla temporanea sospensione), qualora si dovessero riscontrare, durante i monitoraggi, situazioni di particolare criticità.

12.8. Durata e Frequenza del Monitoraggio

I monitoraggi saranno effettuati:

- fase ante operam (AO): No.4 campagne prima dell'avvio del cantiere (con frequenza stagionale). I profili con sonda multiparametrica e la ricerca di contaminanti sarà svolta per un anno, su base mensile;
- fase di cantiere (CO): il monitoraggio sarà limitato allo stato chimico-fisico delle acque e non saranno considerate le stazioni coinvolte direttamente dalle attività di costruzione. Il campionamento sarà effettuato in concomitanza con le principali attività di cantiere e, nello specifico, durante le attività di (i) scavo exit point microtunnel costiero, (ii) deposizione del gasdotto e del cavo in fibra ottica (FOC), (iii) inserimento del gasdotto nel microtunnel e (iv) posa delle ancore e stabilizzazione del gasdotto, per un totale di No. 4 campagne di campionamento nel corso delle attività di costruzione;
- fase post operam di esercizio (PO): Campagne stagionali per tutta la durata di esercizio dell'FSRU e nell'anno successivo alla dismissione. Solo durante il primo anno di esercizio i profili di sonda multiparametrica e le analisi chimiche finalizzate alla ricerca dei contaminanti (restano esclusi solidi sospesi, nutrienti e clorofilla) saranno condotte con cadenza mensile. Al termine del primo anno (12 mesi di osservazioni) tale frequenza sarà rivalutata sulla base dei risultati ottenuti.

12.9. Monitoraggio delle Schiume

Il monitoraggio è indirizzato all'individuazione di rischi chimici ed ecotossicologici dovuti alla potenziale formazione di schiume durante l'attività di esercizio del Terminale FSRU, in assenza di linee guida specifiche. La formazione di schiume può derivare dalla concomitanza di più fattori di tipo chimico e fisico che agiscono in modo sinergico quali clorazione delle acque, turbolenza allo scarico e shock termico che provocano, localmente, degradazione di organismi in gran parte planctonici (es. batteri, alghe unicellulari). La degradazione forma una maglia di natura proteico-colloidale con proprietà tensioattive all'interno della quale il gas

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 188 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

viene intrappolato formando schiuma. Si ritiene quindi necessario, qualora vi sia formazione di schiume, monitorare la presenza del fenomeno ed analizzare le caratteristiche chimiche, ecotossicologiche e biologiche delle stesse.

Il campionamento manuale verrà effettuato con retino da plancton (maglia 300 µm) raccogliendo eventuali schiume formate. Le schiume saranno successivamente suddivise, stoccate in contenitori HDPE e trasportate in laboratorio alla temperatura di 4 ± 1 °C. Essendo presumibile, dopo breve tempo, una separazione delle schiume campionate in fase liquida e semisolida, le 2 fasi saranno trattate in modo differente: la fase liquida verrà processata seguendo la filiera delle matrici acquose, mentre la fase semisolida verrà processata seguendo la filiera dei campioni solidi. Contestualmente al prelievo delle schiume, saranno prelevati anche campioni di acqua (bottiglia Niskin) al di sotto delle schiume (indicativamente alla profondità di 3 m). Sulle schiume campionate verranno misurati i parametri come riportato nella seguente Tabella.

Tabella 12.3: Peso e volume schiume campionate

<i>Peso e volume schiume campionate</i>
Peso totale campione schiume campionate (g)
Peso totale frazione semisolida (g)
Peso totale frazione liquida (g)
Rapporto peso frazioni semisolida/liquida
Volume frazione solida (L)
% acqua frazione solida

Di seguito sono riportate le tipologie di analisi chimiche, ecotossicologiche e biologiche finalizzate alla caratterizzazione delle schiume.

Analisi Chimiche

Di seguito si riportano le analisi chimiche che saranno effettuate sulle diverse matrici delle schiume.

Tabella 12.4: Elenco analisi chimiche (metodi) sui campioni di schiume (frazione liquida) e acqua prelevata a 3 m sotto le schiume campionate

Parametro	Metodica
Solidi sospesi totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 189 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Parametro	Metodica
Proteine totali	Metodo di Lowry (Lowry et al., 1951)
Al, AS, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V, Zn	EPA6020B 2014
Hg	EPA 7473 2007
Idrocarburi C>12	ISO 9377-2
Idrocarburi C<12	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007
IPA	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Acidi aloacetici	EPA 552.3 2003
Aloacetoniatri	EPA 551 1995
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)	EPA 5030C 2003+EPA 8260D2018
NO₂, NO₃, P totale, N totale	EPA 354.1
SiO₂	APHA 4500 Si
PO₄, ,	UNI ISO SW 15923-1
Clorofenoli	EPA 3510C 1996 + EPA8270E2018
Composti OrganoStannici (mono-, di-, tributilstagno)	UNI EN ISO 17353:2006
cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003
Aniline	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Pesticidi	EPA 3510C 1996 + EPA8270E2018
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003
Tensioattivi non ionici	UNI 10511-1: 1996/A1: 2000
polibromodifenilettere	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
dietilesileftalato	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
nonilfenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018

Tabella 12.5: Elenco analisi chimiche (metodi) effettuate sulla frazione semisolidi delle schiume campionate

Parametro	Metodica
Solidi sospesi totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Sostanza organica	Calcinazione a 375°C
Residuo Secco	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008
Al	EPA 3051A 2007 EPA 3052 1996 + EPA6010D 2018

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 190 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Parametro	Metodica
As, Cr,Cu, Fe, Ni, Pb, V, Zn	EPA 3051A 2007 EPA 3052 1996 + EPA6010D 2018
Cd	EPA 3051A 2007 EPA 3052 1996 + EPA7010 2007
Hg	EPA 7473 2007
CARBONIO TOTALE	UNI EN 15936:2022
TOC	UNI EN 15936:2022
TIC	UNI EN 15936:2023
IDROCARBURI C>12	UNI EN ISO 16703:2011
IPA	EPA 3545A 2007+EPA 3630C 1996+EPA 8270E 2018
PCB	EPA 3545A 2007+EPA 3630C 1996+EPA 8270E 2018
Pesticidi clorurati	EPA 3545A 2007+EPA 3630C 1996+EPA 8270E 2018
Acidi aloacetici	MI/10/C + EPA 552.3 2003
Alometani e composti organici volatili (VOC)	EPA 5035A 2002 + EPA8260D 2018
Aloacetoniitrili	MI/11/C + EPA 551.1 1995

Analisi Ecotossicologiche

Preparazione del campione

Sui campioni acquosi (frazione liquida delle schiume e acqua campionata 3 m sotto le schiume) verranno registrati i parametri chimico-fisici (pH, Salinità, Saturazione di Ossigeno %) e successivamente filtrati con filtri in acetato di cellulosa (\varnothing 0,45 μ m).

Il campione semisolido, data l'assenza di metodi indicati da linee guida/normative per il trattamento di schiume naturali, verrà preparato secondo 2 diverse modalità:

- **Elutriato:** 1:10 peso fresco/v, lasciato in agitazione orbitale per 1 h a 150 rpm e successivamente centrifugato a 3000 x g;
- **Eluato:** 1 g/L, lasciato in agitazione orbitale per 24 h a 150 rpm e successivamente filtrato con filtri in acetato di cellulosa (\varnothing 0,45 μ m).

Saggi ecotossicologici

Sarà realizzata una batteria di 4 test (Tabella seguente) comprendente una specie rappresentativa della componente batterica (decompositori), una della componente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 191 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

fitoplanctonica (produttori primari), una della componente mero-zooplanctonica (consumatori) ed una della componente olo-zooplanctonica (consumatori).

- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'inibizione della bioluminescenza batterica in *Aliivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*)
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione della crescita algale in *Phaeodactylum tricornutum*
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione del corretto sviluppo larvale in embrioni di *Paracentrotus lividus*.
- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'immobilizzazione di naupli di *Acartia tonsa*

Tabella 12.6: Elenco analisi ecotossicologiche effettuate e relativi metodi

Metodo	
<i>Aliivibrio fischeri</i> (<i>Vibrio fischeri</i>)	ISO 11348-3:2007/Amd 1:2018
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	ISO 10253:2016
<i>Paracentrotus lividus</i>	EPA/600/R-95-136/Sezione 15 + ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 11/2017
<i>Acartia tonsa</i>	UNICHIM 2365:2012

Analisi biologiche

Sulle frazioni liquide e semisolidi verranno effettuate analisi qualitative relativamente all'individuazione di specie algali, ove possibile. In aggiunta, sulle stesse frazioni, sarà analizzata la quantità di clorofilla, secondo i metodi indicati al precedente Paragrafo 12.4.2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 192 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

13. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – SEDIMENTI MARINI

13.1. Finalità del Monitoraggio

I sedimenti rivestono un ruolo fondamentale nei sistemi acquatici, oltre che per le interazioni con l'acqua interstiziale e coi livelli idrici sovrastanti e poiché costituiscono l'habitat per numerosi organismi e sostegno di tutta la fauna acquatica.

Inoltre, i sedimenti costituiscono il sito preferenziale di accumulo per molte sostanze inquinanti ed, in qualche modo, conservano a lungo gli effetti degli eventi di contaminazione susseguitisi nel tempo. Essi sono quindi rappresentativi dello stato di contaminazione dell'ambiente marino e possono costituire un veicolo di trasporto degli inquinanti.

Lo studio della qualità dei sedimenti marini prevede un approccio multilivello, denominato Weight-Of-Evidence (WOE), in cui le singole tipologie d'analisi, o linee di evidenza (in particolare chimiche, saggi ecotossicologici, bioaccumulo, biomarker, cambiamenti nelle biocenosi bentoniche ecc.), vengono integrate tra loro per fornire una valutazione più realistica dello stato di qualità ambientale. Tale approccio comprende un'analisi della contaminazione chimica dei sedimenti (in cui si misura il grado complessivo di contaminazione), dei test ecotossicologici (in cui si misura la tossicità del sedimento posto a contatto con una batteria di tre o più specie di organismi marini), e valutazioni sui popolamenti bentonici (con evidenza diretta di alterazioni sulle popolazioni in situ). Gli strati superficiali dei sedimenti marini ospitando le comunità bentoniche rivestono un'importanza cruciale per la caratterizzazione ambientale delle aree costiere. Gli organismi che vivono nelle comunità bentoniche, infatti, data la stretta associazione con il fondale e la scarsa capacità di movimento risultano direttamente esposti alle variazioni ambientali. L'eterogeneità trofico-funzionale delle specie che compongono le comunità bentoniche e la complessità dei cicli vitali, rendono questa componente particolarmente adatta a registrare quanto avviene nell'ambiente, diventando così un prezioso strumento di valutazione dell'integrità ecosistemica. Il macrobenthos, in particolare, è costituito da organismi per lo più noti e con preferenze ecologiche conosciute fatto che lo rende un descrittore chiave dei sistemi costieri ed un indicatore principe della qualità ambientale, tanto da rappresentare una sorta di memoria biologica e sito specifica delle modificazioni che accadono nell'ambiente circostante.

Il monitoraggio dei sedimenti e della evoluzione della loro qualità è di fondamentale importanza per valutare se e come un'attività antropica sia in grado di apportare modifiche sia su brevi scale temporali (effetti acuti) sia su lungo periodo (effetti cronici).

Nel caso specifico, l'obiettivo dell'indagine è quello di verificare l'insorgenza di alterazioni relazionabili all'esercizio del Terminale in progetto.

13.2. Individuazione delle aree da monitorare

Sarà monitorata sia l'area nell'intorno del Terminale, sia quella interessata dalla posa della condotta.

L'area circostante il Terminale verrà monitorata considerando un'area di maggiore impatto di raggio 300 m intorno al Terminale e No. 2 aree di controllo poste su profondità paragonabili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 193 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In ciascuna area saranno scelte No. 3 stazioni di campionamento dove verrà prelevato il sedimento tramite benna VanVeen per le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche.

Lungo la condotta saranno posizionate No. 6 stazioni (in direzione costa-largo) a partire dell'uscita del microtunnel, con una frequenza di una stazione ogni chilometro.

Limitatamente alla fase Ante Operam verranno effettuati carotaggi in No. 4 punti, posti lungo un transetto perpendicolare al microtunnel ed equidistanti rispetto all'exit point, a distanza di 25 e 50 metri dall'uscita del microtunnel. Le carote saranno profonde 150 cm, e comunque copriranno l'intero spessore di escavo. Da ciascuna carota saranno prelevate 3 sezioni (avendo cura di omogenizzare il campione prima di ripartirlo in aliquote per le analisi): lo strato superficiale (0-20 cm), lo strato intermedio (50-100 cm) e lo strato profondo (100-150 cm).

13.3. Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dei sedimenti

13.3.1. Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica dovrà essere effettuata secondo il metodo ICRAM, Sedimenti Scheda 3, 2001. La classificazione della frazione $>63\mu\text{m}$ (ghiaia e sabbia) deve essere eseguita mediante vagliatura con pile di setacci della serie ASTM da -1 a 4 phi con un intervallo di 0,5 phi.

La frazione fine ($< 63\mu\text{m}$) viene classificata per densitometria secondo ASTM D7928-21.

13.3.2. Analisi chimiche

La determinazione degli elementi in tracce (escluso il mercurio) sarà effettuata mediante mineralizzazione a microonde e successiva analisi mediante spettroscopia di Assorbimento atomico (Cd) o spettrometria di emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma a rivelazione ottica (Al, As, Cr, Cu, Fe, Ni, P, Pb, V e Zn).

L'analisi del mercurio sarà effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio.

Il Cromo esavalente verrà determinato mediante digestione alcalina seguita da determinazione spettrofotometrica UV.

La determinazione del Cloro sarà eseguita mediante combustione in ambiente ossidante e successiva determinazione del cloro adsorbito sotto forma di cloruro per cromatografia ionica.

L'Azoto totale sarà determinato tramite EN ISO 21663:2020 (CHN).

IL TOC sarà determinato con analizzatore diretto del carbonio previa eliminazione del carbonio inorganico mediante trattamento acido.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 194 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

La sostanza organica sarà determinata mediante calcinazione o metodo equivalente.

I composti organostannici (TBT, DBT, MBT) saranno determinati tramite estrazione e derivatizzazione seguite da analisi gascromatografica impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa. **I dati saranno espressi come stagno totale.**

La determinazione dei composti organici volatili sarà effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale e determinazione con tecnica FID (idrocarburi) o ECD (composti clorurati) o a spettrometria di massa (VOC e altri composti clorurati). La determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) viene eseguita per via gas cromatografica con rivelazione FID (idrocarburi alifatici), o a spettrometria di massa (IPA, PCB, pesticidi, alofenoli) sugli estratti con opportune miscele solventi previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili saranno determinati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Relativamente a diossine e furani, i fattori di tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEQ (International TEF) saranno opportunamente calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina), considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.

L'accuratezza e precisione delle analisi, incluse le procedure di preparazione del campione (digestione o estrazione ove effettuate) dovrà essere verificata attraverso periodici Controlli di Qualità impiegando materiali standard di riferimento.

Si riporta di seguito l'elenco delle analisi complete con indicazione del metodo previsto, dell'unità di misura e del limite di quantificazione.

Si precisa che sarà sottoposta all'analisi la frazione sedimentaria <2 mm, dopo l'eliminazione di frammenti di origine biogenica e antropica.

Tabella 13.1: Elenco dettagliato delle Analisi da effettuare sulla matrice sedimenti

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Idrocarburi C >12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	5
Metalli			
Alluminio (Al)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	% s.s.	0,03
Arsenico (As)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Cadmio (Cd)	EPA 3051 A 2007 + EPA 7010 2007	mg/kg s.s.	0,03
Cromo totale (Cr tot)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Ferro (Fe)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	% s.s.	0,03
Manganese (Mn)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	5
Mercurio (Hg)	EPA 7473 2007	mg/kg s.s.	0,03
Nichel (Ni)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Piombo (Pb)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 195 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
Rame (Cu)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Vanadio (V)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Zinco (Zn)	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	1
Cromo esavalente (Cr VI)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Mett.II.1 + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A	mg/kg s.s.	0,2
Fosforo totale	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	5
Azoto Totale (CHN)	EN ISO 21663:2020	%	0,1
Cloro	EPA 5050 1994 + EPA 9056A 2007	%	0,001
Total Organic Carbon (TOC)	UNI EN 15936:2022	%	0,1
Sostanza organica	UNI EN 15935:2021	% s.s.	0,1
Idrocarburi Policiclici Aromatici			
Acenaftene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Acenaftilene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	7
Benzo(a)antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Benzo(a)pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	9
Benzo(b)fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	12
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	16
Benzo(k)fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	6
Crisene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Indeno(1,2,3-cd)pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	21
Fenantrene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	33
Fluorene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Naftalene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	10
Pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	1
Policlorobifenili (PCB)			
PCB 28	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 52	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 77	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 81	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 101	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 118	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 126	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 128	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 138	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 153	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 196 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
PCB 156	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 169	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
PCB 180	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Pesticidi organoclorurati			
Aldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,06
Clordano cis	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Clordano trans	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Dieldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,06
Endrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Eptacloro epossido	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Esaclorobenzene (HCB)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,1
Esaclorocicloesano-alfa	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,06
Esaclorocicloesano-beta	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,06
Esaclorocicloesano-gamma (Lindano)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,06
o-p'-DDD	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,24
o-p'-DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,5
o-p'-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,3
p-p'-DDD	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,24
p-p'-DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,5
p-p'-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg s.s.	0,3
Composti organostannici			
Monobutilstagno	UNI EN ISO 23161:2019	µg/kg s.s.	1
Dibutilstagno	UNI EN ISO 23161:2019	µg/kg s.s.	1
Tributilstagno	UNI EN ISO 23161:2019	µg/kg s.s.	1
Acidi aloacetici			
Acido Bromocloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Bromodichloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Clorodibromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Dibromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Dichloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Monocloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Monobromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Tribromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Acido Trichloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Dalapon	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg s.s.	10
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)			
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 197 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
1,2-Dibromoetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Bromodichlorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Bromoformio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Cloroformio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Dibromoclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Tetracloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Tetracloruro di carbonio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Tricloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,05
Alcoacetoni-trili			
1,1,1-Tricloro-2-propanone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,4
1,1-dicloro-2-propanone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,4
Cloropicrina	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	4
Dibromoacetone nitrile	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	4
Dicloroacetone nitrile	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,4
Tricloroacetone nitrile	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	0,4
Alcofenoli			
2,4-Dicloro-fenolo	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,05
2,4,6-Tricloro-fenolo	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,05
4-Cloro-3-Metilfenolo	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,05
Pentacloro-fenolo	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg s.s.	0,05
2,4,6-Tribromo-fenolo	Gas Cromatografico	mg/kg s.s.	In corso di definizione
2,4-Dibromo-fenolo	Gas Cromatografico	mg/kg s.s.	In corso di definizione
Diossine, Furani e PCB diossina-simili			
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,1
1,2,3,7,8-PeCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,6,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
OCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	1,0
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 198 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite di quantificazione
2,3,4,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
2,3,4,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,7,8,9-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	0,5
OCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg s.s.	1,0
Sommatoria PCDD, PCDF + PCB Dioxin-Like (conversione T.E.)	Calcolo	ng/kg s.s.	0,6

13.3.3. Analisi Microbiologiche

Le analisi microbiologiche saranno eseguite ricercando gli organismi patogeni: *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, Streptococchi fecali ed Enterococchi, seguendo “Rapporti Istituzionali 14/18 2014”.

13.4. Saggi ecotossicologici sui sedimenti

La valutazione ecotossicologica della matrice “sedimento” sarà effettuata tramite una batteria di almeno 3 specie test che prendano in considerazione differenti livelli trofici di appartenenza.

Verrà utilizzata una specie rappresentativa della componente batterica (decompositori), una della componente fitoplanctonica (produttori primari) ed una della componente mero-zooplanctonica (consumatori).

Inoltre, dato che la maggior parte delle analisi ecotossicologiche prevede la valutazione di frazioni acquose, la cui preparazione a partire dal sedimento prevede una fase di manipolazione, è necessario includere nella batteria un saggio da eseguire sulla matrice tal quale.

Per i saggi che invece necessitano della preparazione dell'elutriato si rimanda al Quaderno ISPRA 16/2021 “Aspetti metodologici finalizzati all'applicazione dei saggi previsti dall'allegato tecnico al DM 173/16: protocollo per la preparazione dell'elutriato” (Quaderni di Ecotossicologia 16/2021).

Si riporta di seguito un esempio di batteria di analisi ecotossicologiche.

- Saggio di tossicità acuta tramite valutazione dell'inibizione della bioluminescenza batterica in *Aliivibrio fischeri* (*Vibrio fischeri*) su sedimento “tal quale” (ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 04/2021) o, in alternativa, saggio di sviluppo larvale (larval development rate, LDR) con il copepode calanoide *Acartia tonsa* (ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 13/2019);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 199 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione della crescita algale in *Phaeodactylum tricornutum* su elutriato (ISO 10253:2016);
- Saggio di tossicità cronica tramite valutazione dell'inibizione del corretto sviluppo larvale in embrioni di *Paracentrotus lividus* (EPA/600/R-95-136/Sezione 15 + ISPRA Quaderni di Ricerca Marina 11/2017) o, in alternativa, in embrioni di *Crassostrea gigas* su elutriato (ISO 17244:2015).

Il rischio ecotossicologico sarà valutato con l'ausilio del software SediQualSoft.

13.5. Durata e Frequenza del Monitoraggio

I monitoraggi saranno effettuati:

- fase ante operam (AO): No.2 campagne in 2 distinte stagioni, precedenti l'avvio del cantiere per la definizione della fase di bianco;
- fase di cantiere (CO): non saranno coinvolte le stazioni coinvolte direttamente dalle attività di costruzione. Il campionamento sarà effettuato in concomitanza con le principali attività di cantiere e, nello specifico, durante le attività di (i) scavo exit point microtunnel costiero, (ii) deposizione del gasdotto e del cavo in fibra ottica (FOC), (iii) inserimento del gasdotto nel microtunnel e (iv) posa delle ancore e stabilizzazione del gasdotto, per un totale di No. 4 campagne di campionamento nel corso delle attività di costruzione;
- fase post operam (PO): No.2 campagne all'anno con cadenza semestrale per tutta la durata di esercizio del Terminale e nell'anno successivo alla dismissione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 200 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – COMUNITÀ BENTONICHE

In fase di rilievi effettuati, tra novembre 2023 e gennaio 2024, per la progettazione è stata realizzata mediante rilievi acustici Side Scan Sonar e MBES e rilievi video con ROV, una cartografia bionomica dei fondali dell'area di progetto. Tale cartografia aggiorna, pertanto, la cartografia della Regione Liguria basata su dati del 2006.

Si veda, per maggiori dettagli, l'Appendice B allo Studio di Impatto Ambientale (Doc. No. REL-AMB-E-00001_r1), nella quale viene riportato il Rapporto descrittivo della cartografia bionomica dei fondali con le relative schede di descrizione dei transetti ROV effettuati corredati da una ampia serie di immagini fotografiche.

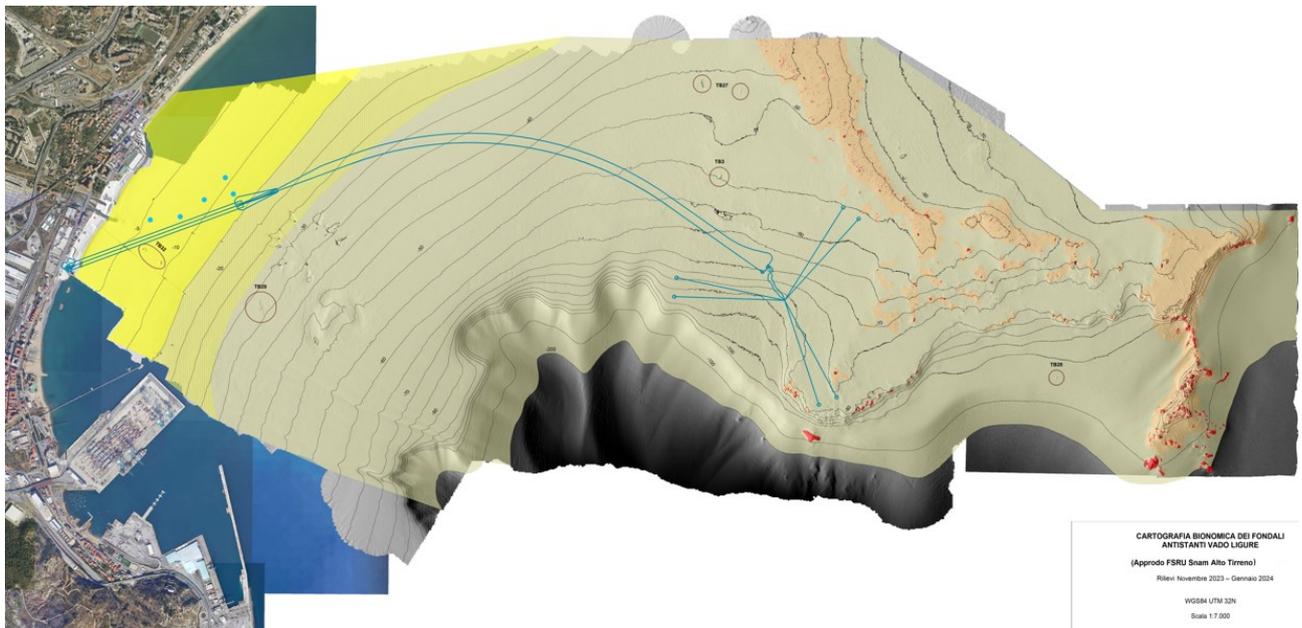


Figura 14.1: Cartografia bionomica dell'area di progetto realizzata tra novembre 2023 e gennaio 2024

14.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica della struttura e della qualità delle principali comunità bentoniche presenti sia nell'area interessata dal progetto che in aree limitrofe di particolare interesse conservazionistico come ZSC e AMP. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni della qualità ambientale degli stessi, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio dell'FSRU.

14.2. Popolamenti Macrobentonici di Fondo Mobile

L'eterogeneità trofico-funzionale delle specie che compongono le comunità bentoniche e la complessità dei cicli vitali, rendono questa componente particolarmente adatta a registrare quanto avviene nell'ambiente, diventando così un prezioso strumento di valutazione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 201 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

dell'integrità ecosistemica. Il macrobenthos, in particolare, è costituito da organismi per lo più noti e con preferenze ecologiche conosciute fatto che lo rende un descrittore chiave dei sistemi costieri ed un indicatore principe della qualità ambientale, tanto da rappresentare una sorta di memoria biologica e sito specifica delle modificazioni che accadono nell'ambiente circostante.

14.2.1. Individuazione delle aree da monitorare

Verrà monitorata sia l'area nell'intorno del Terminale, sia quella interessata dalla posa della condotta.

L'area circostante il Terminale verrà monitorata utilizzando un disegno di campionamento di tipo BACI (Before/After-Control/Impact). Sarà individuata un'area di maggiore impatto di raggio 300 m nell'intorno del Terminale e 2 aree di controllo poste su profondità paragonabili.

In ciascuna area saranno scelte 3 stazioni di campionamento dove verranno prelevate 3 repliche (3 bennate) per lo studio del popolamento macrobentonico.

Lungo la condotta saranno posizionate 6 stazioni (in direzione costa-largo) a partire dall'uscita del microtunnel, con una frequenza di una stazione ogni chilometro.

14.2.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici dovrà essere effettuato in tutte le stazioni tramite benna Van Veen con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m². In ogni stazione verranno prelevate tre repliche. Ciascun campione dovrà essere setacciato su maglia 0,5 mm e conservato in alcool dopo il sorting. Gli individui dovranno essere contati e determinati al più basso livello tassonomico possibile. Particolare attenzione sarà posta sulla eventuale presenza di specie aliene che saranno prontamente segnalate.

I dati dovranno essere analizzati utilizzando tecniche multivariate e univariate compreso il calcolo dei seguenti parametri: numero totale di individui (N); numero di specie (S); indice di ricchezza specifica di Margalef (D); indice di diversità di Shannon (H'); indice di equitabilità di Pielou (J).

Lo Stato di Qualità Ecologica dell'area dovrà essere determinato attraverso il calcolo dell'indice AMBI e suo derivato M-AMBI.

14.2.3. Articolazione temporale del monitoraggio

Le disposizioni preliminari di monitoraggio prevedono:

- fase ante operam (AO): No. 2 campagne stagionali (estate e inverno) prima dell'arrivo del Terminale;
- fase post operam di esercizio (PO): No. 2 campagne stagionali (estate e inverno), per tutta la durata della fase di esercizio e 1 anno dopo la dismissione dello stesso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 202 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.3. Praterie di *Posidonia oceanica*

L'area interessata al progetto non presenta praterie di *Posidonia oceanica*. Tuttavia, sono presenti praterie in aree limitrofe all'interno della ZSC IT1323271 Fondali Noli-Bergeggi, che comprende l'Area Marina Protetta (AMP) Isola di Bergeggi e i fondali a sud della diga di Vado Ligure, in corrispondenza della spiaggia di Bergeggi.

Le praterie di *P. oceanica* delle aree limitrofe sono già state oggetto di mappatura di dettaglio e di precedenti monitoraggi finalizzati alla valutazione del loro stato ecologico nel 2009 e nel 2016. Un ulteriore rilievo video tramite ROV è stato effettuato in fase di caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, nel gennaio 2024. Il rilievo ha interessato la prateria di Posidonia che si estende da Vado Ligure verso Bergeggi. Si prevede quindi un disegno di campionamento che possa valutare un eventuale impatto su queste praterie e che permetta il confronto con i dati pregressi.

14.3.1. Individuazione delle Aree da Monitorare

Saranno campionate due aree più vicine all'area interessata dal progetto (un'area di prateria più prossima alla zona d'intervento situata subito a sud della diga del Porto di Vado e inclusa nella ZSC IT1323271 Fondali Noli-Bergeggi e una nell'AMP Isola di Bergeggi). Il disegno di campionamento comprenderà anche due aree a maggiore distanza dall'area interessata dal progetto, che saranno utilizzate come controlli, posizionate nella prateria prospiciente il comune di Spotorno. Le aree di controllo saranno selezionate solo verso occidente, in quanto ad oriente dell'area interessata dal progetto è presente l'area urbana e portuale della città di Savona e non sono quindi presenti praterie di *Posidonia oceanica*.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 203 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>
44°14'53"N	08°26'58"E
44°14'20"N	08°26'44"E
44°13'56"N	08°26'4"E
44°13'47"N	08°25'47"E

Figura 14.2: Localizzazione delle aree di campionamento per l'habitat a Posidonia oceanica. Le coordinate indicano un punto centrale all'interno delle aree

14.3.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Per quanto riguarda la condizione dell'habitat, si prevede un disegno di campionamento di tipo BACI (Before/After-Control/Impact) che prevede il monitoraggio di due aree a prateria più vicine all'area interessata dal progetto (un'area più prossima alla zona d'intervento situata subito a sud della diga del Porto di Vado e inclusa nella ZSC IT1323271 Fondali Noli-Bergeggi e una nell'AMP Isola di Bergeggi) e due aree a maggiore distanza utilizzate come controlli, localizzate nella prateria prospiciente il comune di Spotorno. Sia le due aree più prossime all'area interessata dal progetto sia le due aree di controllo saranno campionate prima (ante-operam), durante (fasi di cantiere) e dopo (post-operam) la realizzazione del progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 204 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

In ogni area saranno definiti 3 siti di campionamento a 15 m di profondità, distanziati di circa 10 m tra loro e un sito presso il limite inferiore.

In ciascun sito a 15 m di profondità saranno effettuate:

- 5 repliche per le misure di densità su superfici di 0,25 m²,
- 6 repliche per il prelievo di fasci ortotropi.

Le repliche in uno stesso sito saranno distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro.

In ogni area saranno inoltre rilevati il ricoprimento di *P. oceanica*, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la percentuale di matte morta, la percentuale di specie algali aliene e di *Cymodocea nodosa*.

Nel sito presso il limite inferiore saranno valutati il tipo e la profondità del limite.

Altri parametri saranno acquisiti mediante analisi di laboratorio sui fasci ortotropi campionati in situ:

- Parametri lepidocronologici (numero di foglie e lunghezza del rizoma per anno lepidocronologico);
- Parametri fenologici relativi alla biometria fogliare;
- Parametri di biomassa (fasci fogliari, comunità epifita delle foglie);
- Fauna e flora epifita (saranno quantificate le abbondanze dei taxa/gruppi morfologici degli epifiti presenti sui primi 10 cm delle due foglie più lunghe dei fasci campionati). Sarà inoltre elaborato l'indice di epifitismo, che rapporta l'abbondanza di epifiti vegetali rispetto a quelli animali.

I dati ottenuti saranno utilizzati anche per definire la qualità ecologica delle praterie di *P. oceanica* tramite il calcolo dell'indice PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index) utilizzato in Italia come strumento diagnostico per i monitoraggi ambientali nell'ambito della Marine Strategy Framework Directive. Saranno inoltre calcolati, sulla base dei dati raccolti sul campo, l'Indice di Conservazione e l'Indice di Sostituzione.

In ogni area sarà inoltre campionato il sedimento con un carotatore a mano per l'analisi granulometrica e saranno rilevati i parametri fisici e chimici della colonna d'acqua mediante una sonda multiparametrica.

Infine, per permettere un confronto con i dati pregressi, sarà effettuata una caratterizzazione spaziale della prateria di *P. oceanica* situata a sud della diga del Porto di Vado ripercorrendo i cinque transetti di profondità già realizzati nei monitoraggi del 2009 e 2016. Tali transetti di profondità saranno orientati in direzione costa-largo e avranno una lunghezza pari a circa 300 m ciascuno. Lungo i transetti saranno descritte le tipologie dei limiti inferiori della prateria e registrate le posizioni batimetriche di tali limiti. Con la stessa metodica sarà ripetuto il transetto sulla prateria di Vado Ligure – Bergeggi già effettuato nel gennaio 2024.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 205 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.3.3. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Si prevedono le seguenti tempistiche di monitoraggio:

- fase ante-operam (AO): No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per definire lo stato ecologico dell'habitat prima dell'inizio dei lavori;
- fase di cantiere (CO): campagne annuali (tra giugno e settembre) durante il periodo di realizzazione dell'opera;
- fase di esercizio (PO): campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.

14.4. Praterie di *Cymodocea nodosa*

L'habitat, in base ai dati di Diviacco e Coppo (2006), era presente all'interno dell'area interessata dal progetto dai 4 ai 15 m di profondità. Le indagini svolte a fine 2023 – inizio 2024 per la caratterizzazione dell'area hanno evidenziato la mancata presenza della fanerogama nella stagione in cui si è effettuato il transetto. Sono presenti attualmente pochi fasci sparsi tra 4 e 12 m di profondità. Si segnala che la riduzione della densità osservata può essere attribuibile alla stagione invernale.

Essendo i prati di *Cymodocea nodosa* sistemi dinamici, il loro studio si basa principalmente sull'estensione dell'habitat, anche se non è stato proposto un metodo standardizzato per la valutazione del loro stato ecologico.

14.4.1. Individuazione delle Aree da Monitorare

Sarà indagata l'area interessata dal passaggio della condotta nel microtunnel tra 4 e 12 m di profondità. All'interno di questa area saranno effettuati 4 transetti video mediante veicolo ROV. I transetti saranno gli stessi già effettuati in fase di caratterizzazione ambientale, e sono caratterizzati dai codici TC4 e TC5 (della lunghezza di 100 m) e TC3 e TC6 (della lunghezza di 200 m e orientati ortogonalmente al passaggio della condotta).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 206 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 14.3: Localizzazione delle aree di campionamento per l'habitat a *Cymodocea nodosa*. I transetti sono gli stessi effettuati per la caratterizzazione ambientale nel periodo novembre 2023 – gennaio 2024. I pallini azzurri indicano la presenza di sparsi e isolati fasci di *Cymodocea nodosa*

14.4.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Nell'eventualità che il prato di *Cymodocea* dovesse essere nuovamente presente nella favorevole stagione primaverile-estiva, la metodica di monitoraggio sarà la seguente.

Oltre ai transetti video per la valutazione della presenza della pianta, per valutare la condizione dell'habitat si prevede un disegno di campionamento di tipo BACI (Before/After-Control/Impact) che prevede il monitoraggio dell'habitat nell'area interessata dal progetto e in 2 aree a maggiore distanza dall'area interessata dal progetto che saranno utilizzate come controlli. In ciascuna area di studio saranno individuate 3 stazioni. All'interno di ciascuna stazione saranno campionati 3 transetti lunghi 25 metri e distanti alcune decine di metri. Lungo ciascun transetto saranno campionati 5 plot 50x50 cm distanti pochi metri tra loro mediante rilevamento visivo e fotografico. Inoltre, sarà rilevata la densità di *Cymodocea nodosa*, se presente, tramite la conta dei fasci all'interno dei quadrati.

Nei plot saranno considerati i seguenti parametri:

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi /m²);
- dimensioni dei ciuffi (cm)
- stima dell'epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 207 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.4.3. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Si prevedono le seguenti tempistiche di monitoraggio:

- fase ante-operam (AO): No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per la valutazione della condizione e dell'estensione dell'habitat prima dell'inizio dei lavori;
- fase di cantiere (CO): campagne annuali (tra giugno e settembre) durante tutto il periodo di realizzazione dell'opera;
- fase di esercizio (PO): campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.

14.5. **Coralligeno**

L'habitat coralligeno è presente sia in prossimità dell'area interessata dal progetto, sia nelle aree limitrofe, all'interno del sito Natura 2000 IT1323271 Fondali di Noli-Bergeggi e all'interno dell'Area Marina Protetta (AMP) Isola di Bergeggi. Queste aree con coralligeno sono state caratterizzate e ne è stata già definita la qualità ecologica in passato.

Nel periodo novembre 2023 – gennaio 2024 è stata effettuata una nuova caratterizzazione dei fondali dell'area con articolati rilievi ROV su tutti i principali siti con Coralligeno presenti negli affioramenti al largo, a levante dell'area di cantiere e in alcune aree antistante Bergeggi.

Si prevede un disegno di campionamento che possa valutare un eventuale impatto su queste aree a coralligeno ed il loro cambiamento nel tempo.

14.5.1. Individuazione delle Aree da Monitorare

Il coralligeno (sia superficiale sia profondo) sarà campionato nell'area interessata dal progetto e nelle aree limitrofe sia del sito Natura 2000 IT1323271 Fondali di Noli-Bergeggi sia dell'AMP Isola di Bergeggi (Figure 14.4 e 14.5).

Per il coralligeno superficiale si prevedono due aree di monitoraggio che potrebbero essere potenzialmente disturbate, una nell'area antistante il porto di Vado dove saranno monitorate 5 secche (sito 1, 2, 3, 4, 5) (Figura 14.4), per le quali si dispone del valore di stato ecologico nell'anno 2010, e una nell'AMP di Bergeggi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 208 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

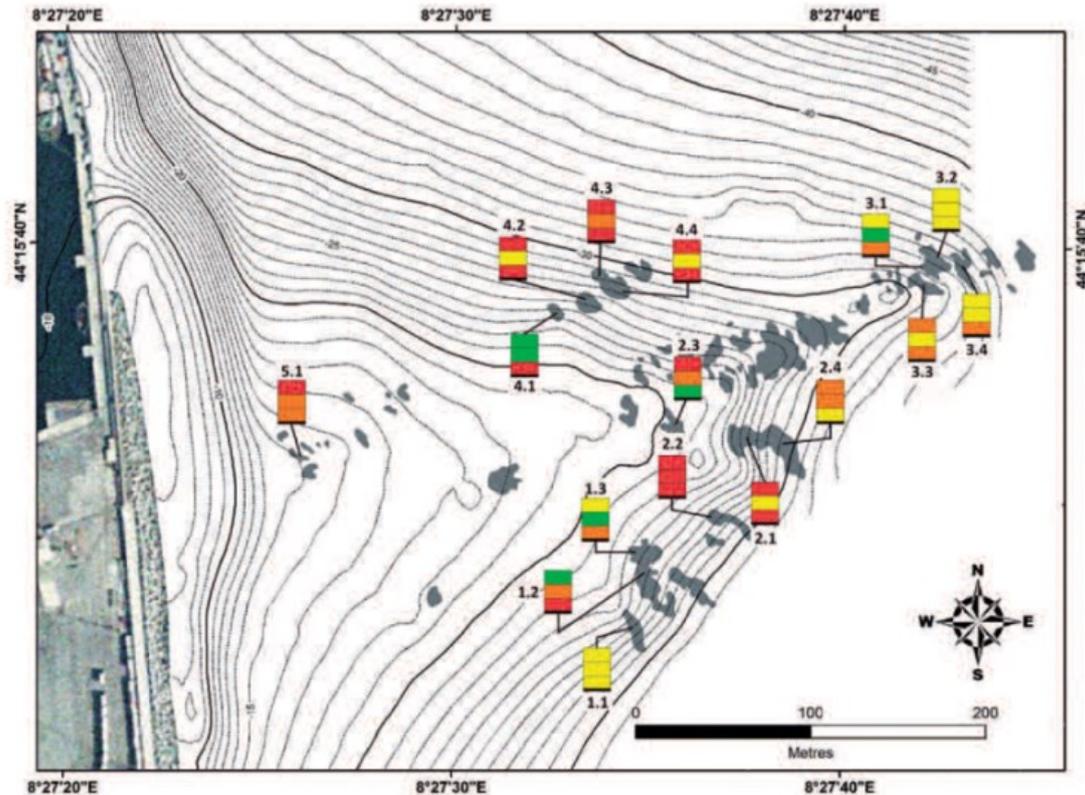


Figura 14.4: Localizzazione delle secche coralligene (1, 2, 3, 4, 5) e rispettive stazioni di rilevamento, per le quali si dispone del valore di stato ecologico nell'anno 2010. I colori rappresentano i valori di stato ecologico per ogni strato del coralligeno (i.e., basale, intermedio ed elevato) secondo lo schema cromatico della Water Framework Directive: rosso = cattivo; arancione = povero; giallo = scarso; verde = buono; blu = alto.

Per il coralligeno profondo e le altre emergenze rocciose mesofotiche, si prevedono tre aree di monitoraggio che potrebbero essere potenzialmente disturbate.

La prima area include alcune secche che ospitano ricche comunità di spugne cornee, gorgonie, oltre alla peculiare popolazione di *Dendrophyllia cornigera*, a levante dell'area di progetto (Figura 14.6). Le altre due aree di monitoraggio sono localizzate a ponente dell'area di progetto: la prima sulle secche profonde situate in prossimità del porto di Vado Ligure, mentre la seconda area, a maggiore distanza, include le secche di Bergeggi prospicienti i confini dell'AMP (Figura 14.5).

Saranno campionate anche 2 aree a maggiore distanza dall'area interessata dal progetto, ancora più a sud, che saranno utilizzate come controlli (Figura 14.5). Le aree di controllo saranno selezionate solo verso occidente, in quanto ad oriente dell'area interessata dal progetto è presente l'area urbana e portuale della città di Savona senza la presenza di biocenosi di pregio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 209 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.5.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Per quanto riguarda la condizione dell'habitat, si prevede un disegno di campionamento di tipo BACI (Before/After-Control/Impact) che prevede il monitoraggio del coralligeno nell'area interessata dal progetto e nelle aree limitrofe sia del sito Natura 2000 IT1323271 Fondali di Noli-Bergeggi sia dell'AMP Isola di Bergeggi. Il disegno di campionamento comprenderà anche 2 aree a maggiore distanza dall'area interessata dal progetto che saranno utilizzate come controlli. Sia l'area interessata dal progetto sia le due aree più prossime e le due aree di controllo saranno campionate prima (ante-operam), durante (fasi di cantiere) e dopo (post-operam) la realizzazione del progetto.

Si prevede il campionamento sia del coralligeno superficiale sia del coralligeno profondo. Il coralligeno superficiale sarà campionato mediante operatori scientifici subacquei mentre il coralligeno profondo sarà campionato mediante transetti ROV.

Coralligeno Superficiale

Saranno effettuati rilevamenti visivi in immersione subacquea e campionamenti fotografici secondo il protocollo STAR (STAndaRdized coralligenous evaluation procedure) come definito dal Manuale ISPRA MLG191-2020.

Per ciascuna area, saranno selezionati 3 plot per il campionamento fotografico e visivo distanti l'uno dall'altro qualche decina di metri. Ciascun plot è rappresentato da una superficie di 4 m² entro la quale vengono acquisiti 10 campioni fotografici (repliche) di 0,2 m² ciascuno (0,5 m × 0,4 m circa) per un totale di 30 foto per sito. Contestualmente al campionamento fotografico, all'interno del plot vengono acquisiti anche dati relativi ai parametri misurati in situ: consistenza della matrice calcarea mediante penetrometro manuale e altezza della eventuale colonia di gorgonacei di maggiori dimensioni. Il campionamento sarà effettuato a circa 35 m (±3 m) di profondità.

La copertura percentuale dei taxa/gruppi morfologici di ciascun campione fotografico sarà stimata in laboratorio tramite analisi delle immagini mediante il software ImageJ. Il livello di sensibilità di ciascun campione (Sensitivity Level, SL o Integrated Sensitivity Level, ISL) sarà calcolato moltiplicando il valore di SL/ISL di ciascun taxon/gruppo per la sua classe di abbondanza e poi sommando tutti i valori ottenuti per ciascun taxon/gruppo. La diversità alpha sarà valutata attraverso il numero medio di taxa/gruppi per campione. La diversità beta sarà valutata come distanza media dei centroidi in un'analisi multivariata attraverso appropriati software.

Con i dati acquisiti saranno calcolati gli indici di qualità ESCA (Ecological Status of Coralligenous Assemblages), COARSE (COralligenous Assessment by Reef Scape Estimation) e ISLA (Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages).

Coralligeno Profondo

Il monitoraggio del coralligeno e delle emergenze rocciose profonde verrà effettuato seguendo il protocollo italiano per il programma di monitoraggio della Strategia Marina (MATTM-ISPRA, Schede Metodologiche Modulo 7 – Habitat coralligeno). Tale protocollo prevede la raccolta di documentazione video-fotografica ad alta definizione e georeferenziata per valutare l'estensione e la condizione dell'habitat.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 210 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Il materiale video e foto prodotto verrà analizzato seguendo il protocollo MATTM-ISPRA, al fine di definire le caratteristiche delle biocenosi presenti, delle principali specie strutturanti e l'eventuale presenza di pressioni (rifiuti, strumenti da pesca abbandonati, etc). I dati ottenuti saranno inoltre utilizzati per applicare l'indice multiparametrico MACS (Mesophotic Assemblages Conservation Status), in modo da fornire una valutazione quantitativa dello stato di salute dei popolamenti.

Saranno indagate in questo modo le secche con affioramento del Coralligeno presenti a sud del porto di Vado (indicati con P nella cartina seguente). Saranno effettuati in ogni sito 3 transetti ROV di lunghezza non inferiore ai 200 m. I transetti saranno posizionati in modo da favorire l'inclusione di fondi duri e riducendo il più possibile l'eventuale presenza di fondi mobili. Saranno privilegiate inoltre le zone ad elevata densità di specie strutturanti, in particolare le foreste di antozoi.



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 211 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>
<i>S</i>	
44°15'29.34"N	08°27'40.63"E
44°14'0.91"N	08°26'56.21"E
44°10'15.98"N	08°23'1.73"E
44°10'22.36"N	08°22'32.00"E
<i>P</i>	
44°16'33.4"N	08°31'24.4"E
44°15'34.4"N	08°28'00.7"E
44°14'18.2"N	08°27'42.1"E
44°10'58.54"N	08°25'56.5"E

Figura 14.5: Localizzazione delle aree di campionamento per l'habitat a coralligeno (S=superficiale, P=profondo). Le coordinate indicano un punto all'interno delle aree.

Le indagini effettuate nella fase di caratterizzazione dell'area di progetto hanno incluso approfondimenti mediante ispezioni visive con ROV in punti potenzialmente sensibili individuati da dati di letteratura esistenti (carta bionomica della Regione Liguria) e con indagini geofisiche appositamente realizzate (Multibeam, Side Scan Sonar).

La carta bionomica così ottenuta e le relative schede dei transetti video realizzati con i survey ROV hanno evidenziato fondali duri di pregio con presenza di Coralligeno e rocce del largo a levante dell'area dei lavori (sito indicato con una stellina rossa nella Figura 14.5) In quest'area sono stati selezionati 7 transetti video con ROV per essere utilizzati come punti controllo. Si tratta di fondali particolarmente interessanti per l'elevata biodiversità e/o per la presenza di specie protette. Nella figura seguente sono rappresentati i 7 transetti (inclusi in rettangoli) selezionati per il monitoraggio (transetti TB2, TB8, TB10, TB13, TB20, TB22, TB25), all'interno delle aree più significative da un punto di vista ambientale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 212 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

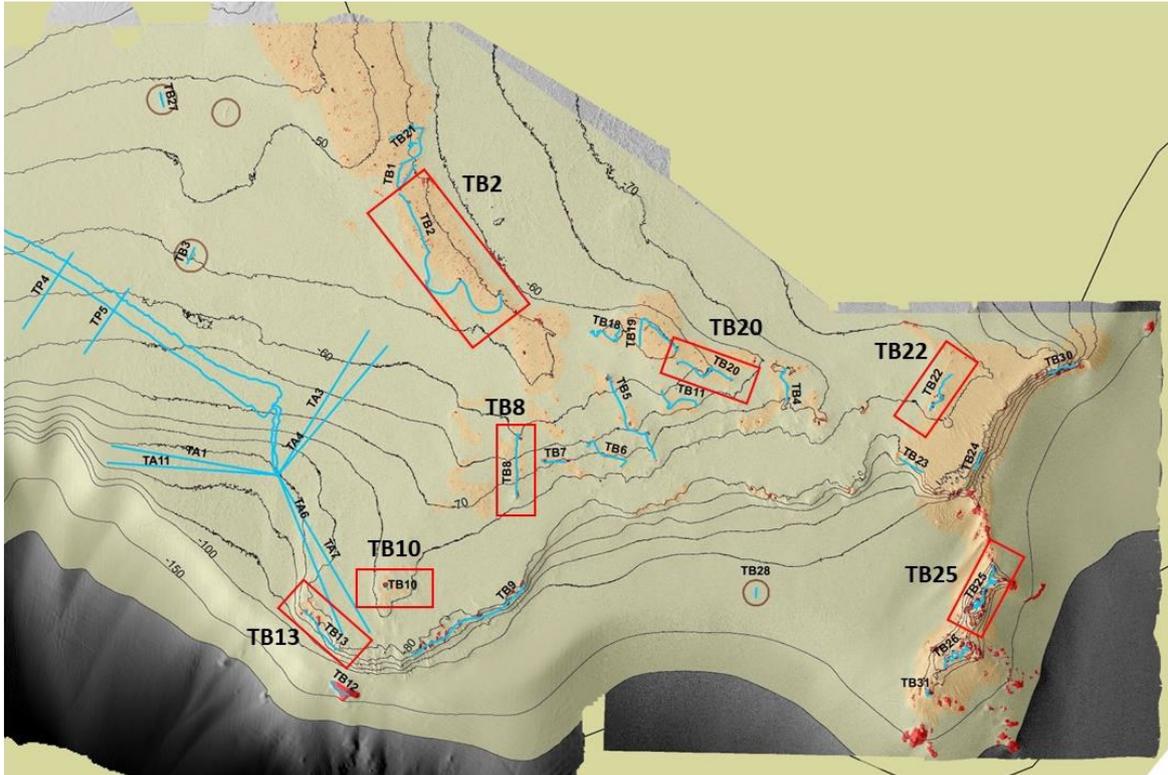


Figura 14.6: Localizzazione dei transetti di campionamento mediante ROV per l'habitat a coralligeno profondo a levante della zona di ancoraggio del FSRU.

Nella stessa indagine ROV sono state effettuate riprese ROV anche su 3 affioramenti di coralligeno presenti a sud di Vado Ligure, in direzione di Bergoggi. Anche in questi siti saranno ripetuti i 3 transetti ripresi a gennaio 2024.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 213 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

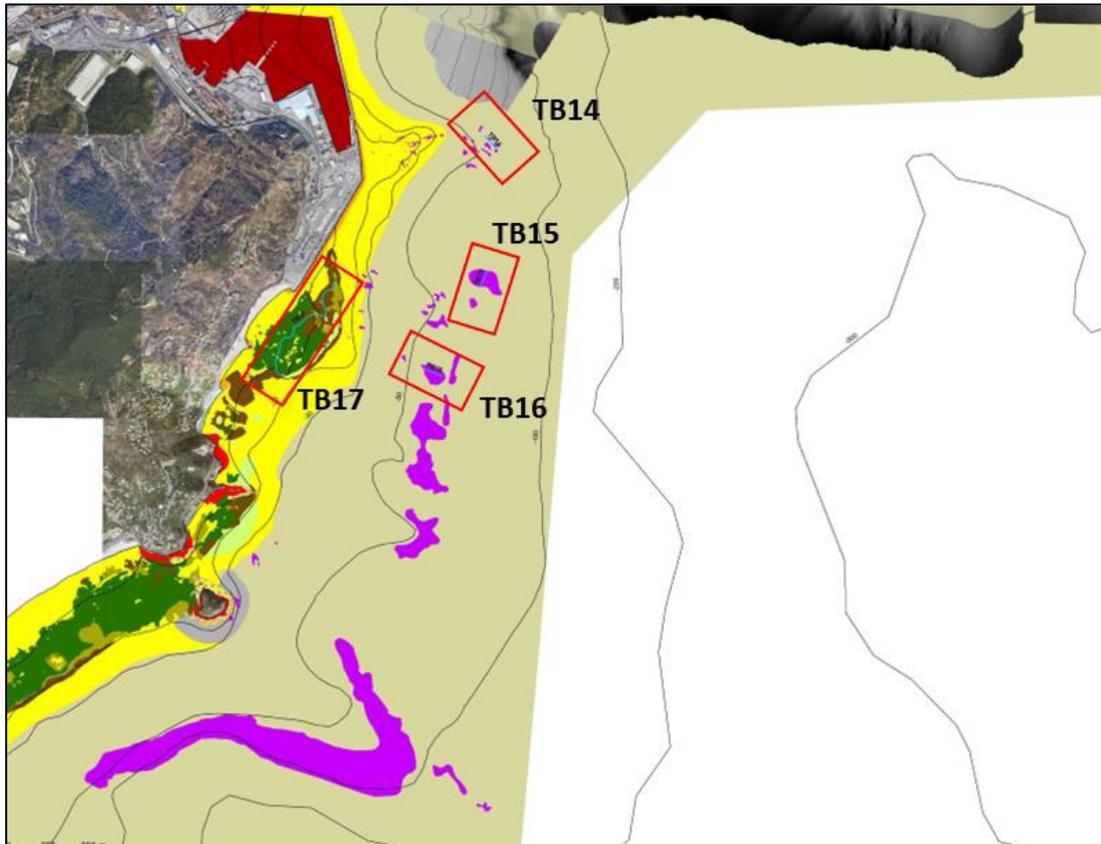


Figura 14.7: Localizzazione dei transetti di campionamento mediante ROV per l'habitat a coralligeno superficiale, a sud di Vado Ligure

14.5.3. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Si prevedono le seguenti tempistiche di monitoraggio:

- fase ante-operam (AO): No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per la valutazione della condizione ecologica dell'habitat prima dell'inizio dei lavori;
- fase di cantiere (CO): campagne annuali (tra giugno e settembre) durante il periodo di realizzazione dell'opera;
- fase di esercizio (PO): campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.

14.6. Grotte Marine

L'habitat 8330 grotte sommerse non si trova all'interno dell'area interessata dal progetto ma è presente in aree limitrofe all'interno dell'AMP dell'Isola di Bergeggi. Si prevede quindi un disegno di campionamento che possa valutare un eventuale impatto su questo habitat. La grotta Marina di Bergeggi è oggetto di studio dal 1986 e sono già stati descritti i popolamenti presenti e il cambiamento nel tempo della composizione e della struttura della comunità dagli

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 214 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

anni '80 fino ad oggi, cambiamenti soprattutto causati dalla realizzazione della nuova diga del porto di Vado.

14.6.1. Individuazione delle Aree da Monitorare

Sarà monitorata la Grotta marina di Bergeggi, situata presso Punta delle Grotte.

14.6.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Le grotte sottomarine sono incluse nelle linee guida per il monitoraggio degli habitat marini del Mediterraneo. Recentemente sono stati proposti vari protocolli per il monitoraggio delle cavità sottomarine e l'UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas ha pubblicato delle specifiche linee guida. Nel Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia: ambiente marino (ISPRA) non viene definito uno specifico protocollo di campionamento. Il manuale riporta solo che le indagini all'interno delle grotte necessitano di operatori subacquei specializzati e che gli organismi bentonici devono essere studiati tramite campionamenti non distruttivi come rilievi fotografici o tracciati video. È inoltre necessario che le fotografie siano scattate tenendo presente dei diversi ambienti che si succedono in una grotta e che sono caratterizzati da una progressiva diminuzione di luminosità dall'ingresso fino al fondo.

Come già realizzato nei monitoraggi pregressi si propone quindi un campionamento fotografico lungo il sistema cavitario, nelle 10 medesime stazioni già monitorate e a ricoprire l'intera porzione sommersa della grotta. Il piano di campionamento prevede, all'interno di ogni stazione, la raccolta di 3 repliche di fotoquadri di 0.2 m². Le immagini saranno analizzate attraverso l'uso del software ImageJ. Sarà caratterizzata la struttura e la variabilità spaziale dei popolamenti e, così come suggerito nelle 'Guidelines for inventorying and monitoring of dark habitats in the Mediterranean Sea' di SPA/RAC, sarà data particolare importanza alla presenza e abbondanza di specie indicative di buona qualità ambientale, come sospensivori con forma tridimensionale e filtratori di grandi dimensioni (e.g. *Petrosia ficiformis*, *Agelas oroides*). Le analisi sulla comunità bentonica saranno realizzate considerando sia le strategie di crescita delle specie presenti (growth forms) sia le strategie trofiche (trophic guilds).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 215 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

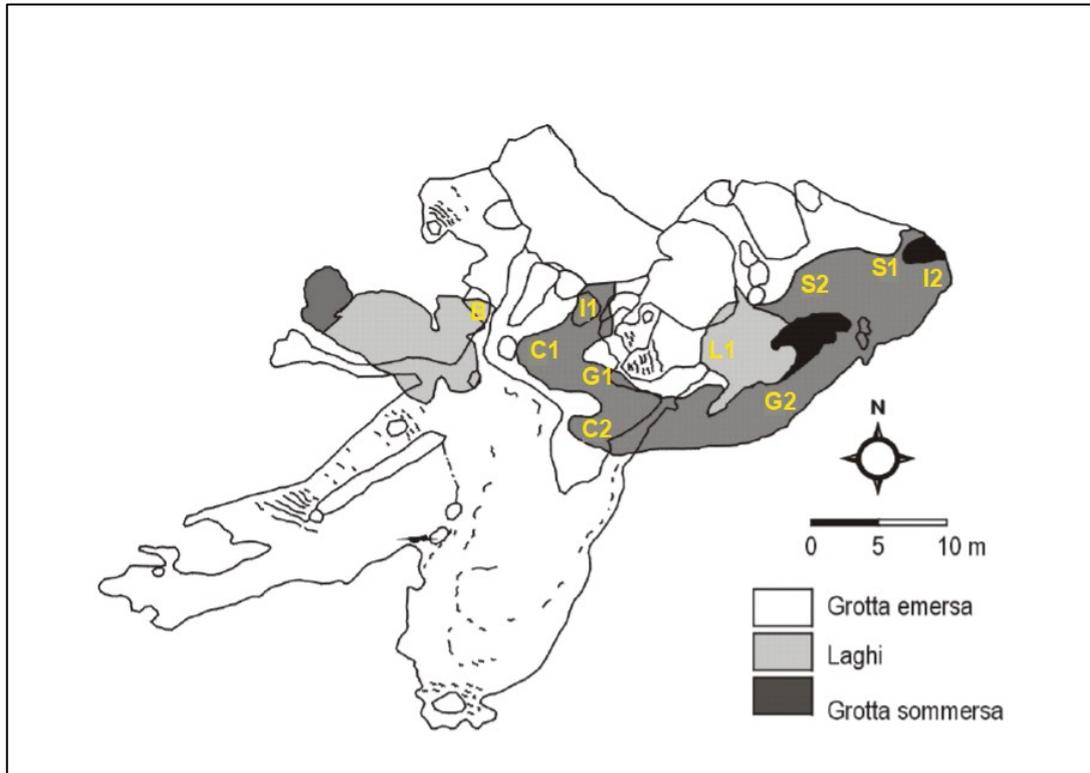


Figura 14.8: Mappa della parte sommersa della Grotta Marina di Bergeggi e localizzazione delle 10 stazioni di monitoraggio. I1: Antro di Remo, C1: Prima Camera, G1: Cunicolo 1, C2: Camera delle Luci, G2: Cunicolo 2, I2: Ingresso Salone, S1: Salone 1, S2: Salone 2, L1: Lago dei Limoni, B: Lago del Buco

14.6.3. Articolazione Temporale del Monitoraggio

Si prevedono le seguenti tempistiche di monitoraggio:

- fase ante-operam (AO): No. 1 campagna (in estate-inizio autunno) per la valutazione della condizione dell'habitat prima dell'inizio dei lavori;
- fase di cantiere (CO): campagne annuali fino al termine della realizzazione dell'opera;
- fase di esercizio (PO): campagne annuali per l'intera operatività del Terminale.

14.7. **Specie Aliene**

Lo studio coinvolge tre habitat presenti nell'area interessata dal progetto, coralligeno, fondi mobili e se eventualmente presente, prato di *Cymodocea nodosa*.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 216 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

14.7.1. Individuazione delle Aree da Monitorare

Il coralligeno e le praterie di *C. nodosa* saranno campionati da operatori scientifici subacquei. Per ciascun habitat saranno campionati 3 siti.

In ciascun sito di coralligeno saranno prelevati 3 campioni rappresentati dal grattaggio completo di superfici di 400 cm². Inoltre, sarà effettuato un transetto video lungo 25 metri e si otterranno 10 immagini fotografiche su substrato orizzontale. Le immagini fotografiche copriranno ciascuna una superficie di fondo di 0,20 m².

In ciascun sito di prateria saranno prelevati 15 fasci (5 fasci per 3 repliche) di *C. nodosa*.

Il materiale prelevato sarà congelato e analizzato in laboratorio.

I fondi mobili saranno campionati con benna Van Veen. Il disegno di campionamento è stato descritto nel precedente Capitolo 13. Il materiale prelevato sarà fissato in alcool e analizzato in laboratorio.

14.7.2. Metodiche di Monitoraggio e Parametri Descrittori

Tutti gli organismi sessili saranno determinati e l'abbondanza di ciascuna specie sarà espressa come ricoprimento percentuale calcolato come percentuale della superficie di campionamento occupata dalla proiezione ortogonale dell'organismo. Tutti i macroinvertebrati mobili saranno determinati e l'abbondanza di ciascuna specie sarà espressa come numero di individui. La qualità ecologica sarà valutata mediante l'indice ALEX (ALien Biotic IndEX). Per il calcolo dell'indice, tutte le specie individuate saranno suddivise in 4 gruppi e l'abbondanza di ciascun gruppo sarà calcolata come la percentuale di abbondanza del gruppo rispetto all'abbondanza totale del campione.

- Gruppo I (specie indigene, native): organismi presenti naturalmente nella regione geografica;
- Gruppo II (specie aliene occasionali): organismi NIS raramente segnalate nella regione;
- Gruppo III (specie aliene insediate): organismi NIS con popolamenti autosufficienti;
- Gruppo IV (specie aliene invasive): organismi NIS in grado di espandere il proprio areale geografico con un impatto evidente sugli habitat invasi.

14.7.3. Articolazione Temporale del Monitoraggio

La frequenza/durata del campionamento sarà la stessa riportata per ciascuno dei tre habitat interessati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 217 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

15. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RISORSE ALIEUTICHE

15.1. Finalità del Monitoraggio

L'obiettivo principale del monitoraggio è quello di valutare possibili interferenze (ad es., legate alla risospensione dei sedimenti, agli scarichi idrici, ecc.) del progetto sulla componente ittica, sia durante la fase di costruzione, che durante la fase di esercizio. A questo scopo, sono stati previsti campionamenti per monitorare le risorse ittiche presenti nell'area, in termini di composizione specifica, distribuzione, abbondanza, struttura in taglia delle singole specie e struttura dei popolamenti.

15.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente ittica sarà svolto sia in aree in prossimità del Terminale FSRU, compatibilmente con le zone di interdizione esistenti e di quelle che saranno stabilite in seguito all'installazione dello stesso, sia in aree di controllo, localizzate a maggiore distanza.

Per i campionamenti saranno utilizzati gli stessi attrezzi da pesca impiegati dai pescatori professionisti nelle aree scelte per il monitoraggio.

15.3. Tipologia di Pesca e Pescato dell'Area di Interesse

Pesca Professionale

Nell'area di interesse l'attività di pesca è praticamente impedita dalla diffusa presenza di strutture portuali (pontili scarico prodotti petroliferi, oleodotti, zone di divieti 2 e 4), zone di ancoraggio e di ormeggio (zone alfa, beta, charlie, delta) e dal traffico navale (petroliere, traghetti, ecc.). Attualmente nel porto di Vado Ligure operano solamente 6 imbarcazioni della piccola pesca, di dimensioni inferiori ai 10 m di lunghezza, che utilizzano prevalentemente reti da posta e palangari. Una imbarcazione opera da Bergoggi. Le imbarcazioni di Vado Ligure operano praticamente solo a sud di Vado Ligure, in prossimità di Bergoggi, ad esclusione della Area Marina Protetta. Imbarcazioni che utilizzano la pesca a strascico sono presenti solamente a Savona. Le diverse secche rocciose presenti sui fondali antistanti Vado, i canyons e le elevate profondità raggiunte a breve distanza dalla costa impediscono di fatto la pesca a strascico nell'area.

Dalla letteratura esistente si evince l'assenza nell'area di progetto di aree di reclutamento o di nursery di specie ittiche pregiate per la pesca ligure, quali la triglia, il nasello, il gattuccio boccanera, il moscardino e il gambero rosa.

Il monitoraggio dei popolamenti ittici riguarderà quindi solamente le attività della piccola pesca.

15.4. Metodologia di Monitoraggio

Il monitoraggio sarà effettuato con cadenza stagionale (4 campagne all'anno) a sud di Vado Ligure, nella zona di Bergoggi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 218 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Per i campionamenti saranno utilizzate reti da posta (tramaglio o reti a imbocco) o altri attrezzi in accordo alle tradizioni e abitudini locali.

Le “cale” saranno effettuate mediante rete della lunghezza di 1000 m.

Per ciascuna campagna, e per ciascun tipo di attrezzo saranno realizzate 3 repliche di campionamento per ciascun sito, per un totale di 12 campionamenti per campagna per attrezzo.

Le catture (sia la componente ittica, che gli invertebrati, incluso l'epimegabenthos) saranno classificate al livello tassonomico più basso possibile; per ciascuna specie saranno rilevati i dati di numero e peso totali; sulle specie ittiche commerciali saranno rilevati la lunghezza, il peso individuale ed il sesso (incluso lo stadio maturativo delle gonadi). L'abbondanza e la struttura dei popolamenti saranno valutate attraverso il calcolo di indici standardizzati di densità e biomassa, e di indici ecologici di comunità.

15.5. Articolazione temporale del monitoraggio

Le disposizioni preliminari di monitoraggio dei popolamenti ittici prevedono:

- fase ante operam (AO): Campionamenti stagionali, nell'anno antecedente all'avvio dei lavori;
- fase di cantiere (CO): Campionamenti stagionali;
- fase post operam di esercizio (PO): Campionamenti stagionali per tutta la durata dell'esercizio del Terminale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 219 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

16. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – BIOACCUMULO E BIOMARKERS

16.1. Finalità del Monitoraggio

Le indagini finalizzate alla quantificazione dei contaminanti negli organismi sono di primaria importanza perché consentono di rilevare la presenza anche di modeste concentrazioni nell'ambiente.

Gli organismi, infatti, sono in grado di bioaccumulare diverse tipologie di contaminanti nei propri tessuti in concentrazioni superiori a quelle riscontrate nei messi in cui vivono.

Inoltre, per riuscire a rilevare precocemente alterazioni a carico degli organismi monitorati ("Early Warning Signal"), le indagini devono anche prevedere la valutazione dello stato biochimico e fisiologico degli stessi attraverso una batteria di biomarkers.

Nel caso in esame, lo studio prevede analisi condotte sia su mitili sia su pesci appartenenti al genere *Mullus*.

16.2. Individuazione delle aree da monitorare

Mitili

Le indagini di bioaccumulo e biomarkers eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis* saranno condotte secondo la modalità definita "attiva": i mitili verranno da un impianto scelto dopo averne selezionati almeno due sui quali verranno ricercati, preventivamente, analiti per i quali è previsto l'SQA nel D.lgs 172/15.

Sarà scelto l'allevamento con le concentrazioni minori. Tali mitili (T0) prima dalla posa saranno analizzati seguendo il pacchetto analitico previsto dal PDM.

I mitili verranno collocati in 4 stazioni di monitoraggio lungo il Terminale e in una stazione di controllo presso Bergeggi. Durante questa fase di esposizione i mitili saranno alloggiati in reticelle di nylon e collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox. Il tempo di permanenza sarà di 3-4 settimane, al termine delle quali i mitili saranno recuperati e sottoposti alle analisi indicate al successivo Paragrafo 16.5.

Pesci

Per quanto riguarda il bioaccumulo e biomarkers nei pesci il campionamento dovrà essere condotto secondo linee guida ISPRA per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs 172/2015). Il prelievo dovrà essere effettuato in due aree di indagine ossia in prossimità del Terminale ed in una area ad opportuna distanza tale da costituire un controllo. Il prelievo potrà essere condotto contestualmente al monitoraggio delle risorse ittiche.

16.3. Bioaccumulo

In corrispondenza della stazione di monitoraggio VADM, posta a circa 500 m di distanza dall'exit point del Microtunnel della sealine, ARPA Liguria effettua già dal 2009 monitoraggi sul bioaccumulo dei mitili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 220 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tali dati potranno essere utilizzati al fine di integrare i monitoraggi previsti nell'ambito del progetto in esame.

Di seguito, ad ogni modo, si riportano indicazioni in merito a quanto proposto su Mitili e Pesci.

Mitili

Nell'indagine di bioaccumulo il valore determinato sul campione prelevato dalle stazioni di monitoraggio verrà confrontato col "Tempo Zero" che fornisce le condizioni iniziali e con quello rilevato nella stazione denominata "Controllo" (che fornisce una indicazione circa l'eventuale bioaccumulo di contaminanti, avvenuto in maniera naturale in condizioni indipendenti dalla presenza del Terminale).

I risultati saranno inoltre confrontati con standard di qualità da normativa (D.Lgs 172/2015).

Le misure saranno effettuate su 2 repliche indipendenti. Nei risultati verranno riportati i valori di ciascuna replica, la media e la relativa deviazione standard.

I risultati del bioaccumulo su mitili dovranno essere corredati da una dettagliata descrizione dello stato del campione in quanto l'eventuale disomogeneità intra campione ed inter campione (in particolare nella taglia e nell'accrescimento degli organismi) che già dipende da fattori ambientali e stagionali e risente dell'attività antropica specialmente in ambiente portuale, è un aspetto che può influenzare notevolmente il risultato della determinazione analitica della concentrazione di contaminanti dato che essa viene riferita all'unità di massa del campione.

La determinazione degli elementi in tracce (escluso il mercurio) sarà effettuata mediante mineralizzazione a microonde e successiva analisi mediante spettroscopia di assorbimento atomico (Cd) o spettrometria di emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma a rivelazione ottica (As, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V e Zn).

L'analisi del mercurio sarà effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un analizzatore diretto del mercurio.

La determinazione dei composti organici volatili sarà effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale accoppiate a tecnica di rivelazione ECD (composti clorurati) e a spettrometria di massa (VOC e altri composti volatili). La determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) sarà eseguita anche in questo caso per via gas cromatografica con rivelazione a spettrometria di massa sugli estratti ottenuti con opportune miscele solventi, previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili dovranno essere effettuati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Le analisi saranno effettuate da laboratori accreditati (ove esistenti) ed eseguite da personale qualificato, formato e competente.

Si precisa che Acidi aloacetici e Alofenoli saranno determinati unicamente in caso di superamento nelle matrici acque e sedimento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 221 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Pesci

In considerazione delle informazioni reperibili nell'area, dovrà essere selezionata una specie di triglia *Mullus barbatus* o *M. surmuletus*. Qualora durante i campionamenti emerga che queste specie non siano campionabili in termini di quantità e frequenza necessarie, verrà presa in considerazione l'ipotesi di campionare un'altra specie ittica con abitudini bentoniche in grado di garantire quantità e reperibilità nell'arco delle differenti stagioni.

Per la lista dettagliata degli analiti si rimanda all'Allegato.

L'analisi del mercurio dovrà essere effettuata sul campione tal quale mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del mercurio.

La determinazione dei composti organici volatili (esaclorobutadiene) dovrà essere effettuata mediante analisi gas cromatografica dello spazio di testa o mediante tecnica Purge & Trap sul campione tal quale accoppiate a tecnica di rivelazione ECD (composti clorurati) e a spettrometria di massa (VOC e altri composti volatili).

La determinazione dei composti organici semivolatili (SVOC) sarà eseguita per via gas cromatografica con rivelazione a spettrometria di massa sugli estratti ottenuti con opportune miscele solventi, previa eventuale derivatizzazione e purificazione.

Le Diossine e furani nonché i PCB diossina simili dovranno essere effettuati tramite estrazione e purificazione seguite da analisi gascromatografica in alta risoluzione impiegando come detector un rivelatore a Spettrometro di Massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

In caso di carenza di campione i test non potranno essere eseguiti.

Si precisa che Acidi aloacetici e Alofenoli saranno determinati unicamente in caso di superamento nelle matrici acque e sedimento.

16.4. Biomarkers

Mitili

La analisi dei biomarkers saranno condotte con gli stessi organismi utilizzati per il bioaccumulo (7 stazioni totali + il tempo zero). Le analisi verranno eseguite su almeno 6 repliche per ciascun punto di campionamento.

Il confronto sarà fatto tra stazione di controllo, stazione di monitoraggio, Tempo Zero e, quando presenti, rispetto ai BAC/EAC definiti in ambito UNEP/MAP; inoltre sarà verificato lo stato di salute degli organismi da trapiantare, Tempo Zero, confrontando anche in questo caso i valori riscontrati con i valori soglia BAC/EAC definiti in ambito UNEP/MAP. A tal scopo sono previsti i seguenti test, come da indicazioni UNEP/MAP, per attività di monitoraggio sui mitili:

- **Neutral Red Retention Time (NRRT)** - Il Neutral Red (NR) è un colorante capace di attraversare le membrane plasmatica e lisosomale. L'efficienza con cui il NR rimane intrappolato nei lisosomi dipende dalla funzionalità della pompa protonica, presente sulla membrana. Alterazioni della membrana lisosomiale viene valutata su emociti di M.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 222 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

galloprovincialis prelevati a fresco, mediante la misura del tempo di ritenzione del rosso neutro, effettuata in microscopia ottica per un tempo massimo di 180 minuti. La procedura segue quanto riportato nei protocolli ICES techniques in marine environmental sciences n°36 (2004).

- Quantificazione dei Micronuclei (MN) - I micronuclei sono frammenti di materiale nucleare che si presentano adiacenti al nucleo cellulare e che originano dal verificarsi di danneggiamenti al materiale genetico (rottture cromosomiche o disfunzioni a livello del fuso mitotico). La quantificazione della percentuale di micronuclei si basa sul protocollo riportato in UNEP/MED WG.509/43 Annex III Appendix 24 par. 2.2. In breve, per ogni individuo si allestisce un vetrino con uno striscio di emolinfa che, successivamente, verrà colorato con colorante GIEMSA e letto in microscopia ottica riportando il risultato come ‰ MN.
- Attività acetilcolinesterasica (AChE) - L'acetilcolinesterasi è un enzima che idrolizza il neurotrasmettitore acetilcolina. La sua attività viene determinata secondo il metodo descritto Ellman et al. (1961). Il principio si basa sulla conversione dell'acetilcolina ioduro, substrato d'azione, in tiocolina. Questa reagisce con l'acido 2,2'-dinitro-5,5'-ditiodibenzoico (DTNB) portando alla formazione dell'acido 2-nitro-5-tiobenzoico (TNB). Tale reazione viene misurata in assorbanza per un tempo di 3 minuti. Questo saggio viene ritenuto rilevante per indagini ambientali in quanto evidenzia in modo specifico la presenza di composti organofosforici e carbammati, in grado di inibire l'attività dell'enzima. L'attività verrà valutata su branchie.
- Quantificazione delle metallotioneine (MT) - Le metallotioneine sono proteine coinvolte sia nell'omeostasi e detossificazione dei metalli. Un incremento della loro concentrazione è direttamente associabile ad un'esposizione o a metalli non costitutivi o a concentrazioni eccessive di metalli essenziali. La quantificazione delle metallotioneine si basa sul protocollo proposto da Viarengo et al. (1997). In breve, la concentrazione di MT viene valutata su una frazione di metalloproteine parzialmente purificata, ottenuta tramite frazionamento di un preparato in etanolo acido/cloroformio, avendo cura di non ossidare i gruppi sulfidrilici durante tale processo. A seguito della loro precipitazione, le metallotioneine vengono denaturate e la loro concentrazione su mg di tessuto viene misurata spettrofotometricamente, mediante l'aggiunta di un reattivo specifico per i gruppi sulfidrilici (reattivo di Ellman). La concentrazione di MT verrà effettuata su ghiandola digestiva.
- Test SOS - Il test Stress on Stress (SOS) valuta la capacità di sopravvivenza di individui di *M. galloprovincialis* a seguito di stress indotto (esposizione all'aria). Tale capacità viene valutata come Lethal Time (LT), esponendo in incubatore umido 30-40 individui di *M. galloprovincialis* per stazione di campionamento, fino al momento in cui nessun individuo risulta in grado di serrare le valve. La procedura adottata segue il protocollo riportato in UNEP/MED WG.509/43 Annex III Appendix 24. Il risultato verrà espresso come LT50, ossia il tempo in cui si osserva il 50% della mortalità.

Tutti i risultati saranno elaborati per dare evidenze statisticamente significative delle differenze tra le varie stazioni di esposizione dei mitili, il Tempo Zero e se presenti i valori di riferimento BAC/EAC.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 223 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Pesci

La analisi dei biomarkers saranno condotte con gli stessi organismi utilizzati per il bioaccumulo. Dovranno essere prelevati preferibilmente 10, o almeno 6, triglie (*Mullus barbatus* o, qualora non fosse reperibile, *M. surmuletus*) di taglia omogenea per ogni stazione di campionamento. In caso negativo i test non potranno essere eseguiti. Saranno effettuati i seguenti test, come da indicazioni UNEP/MAP per attività di monitoraggio su pesci:

- **Quantificazione dei Micronuclei (MN)** - I micronuclei sono frammenti di materiale nucleare che si presentano adiacenti al nucleo cellulare e che originano dal verificarsi di danneggiamenti al materiale genetico (rottture cromosomiche o disfunzioni a livello del fuso mitotico). La quantificazione della percentuale di micronuclei si basa sul protocollo riportato in UNEP/MED WG.509/43 Annex III Appendix 24 par. 2.1. In breve, per ogni individuo si allestisce un vetrino con uno striscio di sangue che, successivamente, verrà colorato con colorante GIEMSA e letto in microscopia ottica riportando il risultato come ‰ MN.
- **Attività acetilcolinesterasica (AChE)** - L'acetilcolinesterasi è un enzima che idrolizza il neurotrasmettitore acetilcolina. La sua attività viene determinata secondo il metodo descritto Ellman et al. (1961). Il principio si basa sulla conversione dell'acetilcolina ioduro, substrato d'azione, in tiocolina. Questa reagisce con l'acido 2,2'-dinitro-5,5'-ditiodibenzoico (DTNB) portando alla formazione dell'acido 2-nitro-5-tiobenzoico (TNB). Tale reazione viene misurata in assorbanza per un tempo di 3 minuti. Questo saggio viene ritenuto rilevante per indagini ambientali in quanto evidenzia in modo specifico la presenza di composti organofosforici e carbammati, in grado di inibire l'attività dell'enzima. Tale attività verrà valutata su muscolo.
- **Quantificazione delle metallotioneine (MT)** - Le metallotioneine sono proteine coinvolte sia nell'omeostasi e detossificazione dei metalli. Un incremento della loro concentrazione è direttamente associabile ad un'esposizione o a metalli non costitutivi o a concentrazioni eccessive di metalli essenziali. La quantificazione delle metallotioneine si basa sul protocollo proposto da Viarengo et al. (1997). In breve, la concentrazione di MT viene valutata su una frazione di metalloproteine parzialmente purificata, ottenuta tramite frazionamento di un preparato in etanolo acido/cloroformio, avendo cura di non ossidare i gruppi sulfidrilici durante tale processo. A seguito della loro precipitazione, le metallotioneine vengono denaturate e la loro concentrazione su mg di tessuto viene misurata spettrofotometricamente, mediante l'aggiunta di un reattivo specifico per i gruppi sulfidrilici (reattivo di Ellman). La concentrazione di MT verrà valutata su fegato.
- **Attività dell'enzima 7-etossi-resorufina-O-deetilasi (EROD)** - L'attività dell'enzima 7-etossi-resorufina-O-deetilasi è un biomarker di esposizione a idrocarburi alogenati, IPA ed altri composti strutturalmente simili, i quali ne inducono l'attività. Il test EROD viene eseguito seguendo il protocollo inizialmente proposto da Burke e Mayer et al. (1974), su frazioni di fegato. Brevemente viene misurata spettrofluorimetricamente la quantità al minuto di resorufina/mg proteina, prodotta a partire dal substrato 7-etossiresorufina. L'attività EROD verrà valutata su fegato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 224 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- **Stabilità delle membrane lisosomiali (LMS)** - La stabilità delle membrane lisosomiali, come biomarker da stress generico, verrà valutata su sezioni criostatiche di fegato, secondo il protocollo indicato in UNEP-MED WG.509/43 Annex III Appendix 23, mediante metodo citochimico. In breve, le sezioni criostatiche trattate con sali di diazonio (substrato) vengono esposte all'enzima N-acetil-β-esosaminidasi, in modo da sviluppare una colorazione rossastra utile a stabilire il tempo di labilizzazione delle membrane stesse mediante valutazione in microscopia ottica.

16.5. Parametri Analitici

Di seguito si riportano i parametri che si prevede indagare.

Tabella 16.1: Mitili: – Elenco dettagliato dei contaminanti da determinare

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
Diossine, Furani e PCB diossina-simili			
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,01
1,2,3,7,8-PeCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,6,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8,9-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
OCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,1
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,01
2,3,4,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
2,3,4,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8,9-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
OCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,1
3,3',4,4'-TeCB (PCB-77)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,4,4',5'-TeCB (PCB-81)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,2',4,5,5'-PeCB (PCB 101)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4'-PeCB (PCB-105)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,4,4',5'-PeCB (PCB-114)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3',4,4',5'-PeCB (PCB-118)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2',3,4,4',5'-PeCB (PCB-123)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,3',4,4',5'-PeCB (PCB-126)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 225 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
2,3,3',4,4',5-HxCB (PCB-156)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4',5'-HxCB (PCB-157)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-167)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-169)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (PCB-189)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
Pesticidi organoclorurati			
DDD-o,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDD-p,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
S (DDD)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDE o,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDE-p,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
S (DDE)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDT-o,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDT-p,p	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
S (DDT)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Aldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Dieldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Endrin	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Eptacloro Epossido	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Esaclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	3
alfa-HCH	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
beta-HCH	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
gamma-HCH (Lindano)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Clordano cis	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Clordano trans	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
S (Clordano)	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Metalli			
Arsenico (As)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Cadmio (Cd)	EPA 3052 1996 + EPA 7010 2007	µg/kg	4
Cromo totale (Cr tot)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Ferro (Fe)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Mercurio (Hg)	EPA 7473 2007	µg/kg	6
Nichel (Ni)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Piombo (Pb)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Rame (Cu)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Vanadio (V)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Zinco (Zn)	EPA 3052 1996 + EPA 6010D 2018	µg/kg	250
Idrocarburi Policiclici Aromatici			
Acenaftene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 226 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
Acenafilene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Benzo(a)antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Benzo(a)pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Benzo(b)fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Benzo(k)fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Crisene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Fenantrene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Fluorene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Indeno(1,2,3-cd)pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Naftalene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,38
Policlorobifenili (PCB)			
PCB 28	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 52	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 77	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 81	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 101	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 118	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 126	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 128	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 138	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 153	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 156	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB169	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
PCB 180	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)			
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
1,2-Dibromoetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Bromodichlorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Bromofornio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Clorofornio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Dibromoclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 227 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
Tetracloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Tetracloruro di carbonio	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Tricloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Aloacetoni-trili			
1,1,1-Tricloro-2-propanone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
1,1-dicloro-2-propanone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Cloropicrina	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	15
Dibromoacetone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	15
Dicloroacetone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Tricloroacetone	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	5
Acidi aloacetici (Vedi nota)			
Acido Bromocloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Bromodichloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Clorodibromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Dibromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Dichloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Monocloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Monobromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Tribromoacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Acido Tricloroacetico	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Dalapon	MI/10/C + EPA 552.3 2003	µg/kg	10
Alofenoli (Vedi nota)			
2,4-Diclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	µg/kg	50
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	µg/kg	50
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	µg/kg	50
Pentaclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	µg/kg	50
2,4,6-Tribromofenolo	Gas Cromatografico	µg/kg	In corso di
2,4-Dibromofenolo	Gas Cromatografico	µg/kg	In corso di

Si precisa che Acidi aloacetici e Alofenoli saranno determinati unicamente in caso di superamento nelle matrici acque e sedimento.

Tabella 16.2: Pesci: Elenco dettagliato dei contaminanti da determinare in Mullus sp.

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
Diossine, Furani e PCB diossina-simili			
2,3,7,8-TCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,01
1,2,3,7,8-PeCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 228 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
1,2,3,4,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,6,7,8-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8,9-HxCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
OCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,1
2,3,7,8-TCDD	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,01
2,3,4,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8-PeCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
2,3,4,6,7,8-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,7,8,9-HxCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,05
OCDF	EPA 1613B 1994	ng/kg	0,1
3,3',4,4'-TeCB (PCB-77)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,4,4',5'-TeCB (PCB-81)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,2',4,5,5'-PeCB (PCB 101)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4'-PeCB (PCB-105)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,4,4',5'-PeCB (PCB-114)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3',4,4',5'-PeCB (PCB-118)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2',3,4,4',5'-PeCB (PCB-123)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,3',4,4',5'-PeCB (PCB-126)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4',5'-HxCB (PCB-156)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4',5'-HxCB (PCB-157)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-167)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB-169)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (PCB-189)	EPA 1668C 2010	ng/kg	0,1
Pesticidi organoclorurati			
Eptacloro	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,1
Eptacloro epossido	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	0,1
Esaclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	3
p-p'-DDD	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
p-p'-DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
o-p-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
p-p'-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/kg	2,5
DDT totale	Sommatoria	µg/kg	15

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 229 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Prova	Metodo	Unità Misura	Limite Quantificazione
Metalli			
Mercurio (Hg)	EPA 7473 2007	µg/kg	6
Composti Organici Volatili (VOC)			
Esaclorobutadiene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	µg/kg	16,5
Altri composti			
Dicofol	UNI EN 15662:2018	µg/kg	9,9
PFOS	Metodo gascromatografico	µg/kg	2,8
HBCDD	Cromatografico	µg/kg	In corso di definizione

16.6. Articolazione temporale del monitoraggio

Le disposizioni preliminari di monitoraggio prevedono, per il Bioaccumulo:

- **Mitili:**
 - fase ante operam (AO): l'indagine sarà condotta con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore;
 - fase di cantiere (CO): le indagini saranno continuate durante le fasi di cantiere con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno);
 - fase post operam di esercizio (PO): l'indagine sarà condotta con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) per il primo anno della fase di esercizio, e successivamente, semestralmente (primavera/autunno);
- **Pesci:**
 - fase ante operam (AO): l'indagine sarà condotta semestralmente (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata, nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore,
 - fase di cantiere (CO): le indagini saranno continuate durante le fasi di cantiere semestralmente (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata;
 - fase post operam di esercizio (PO): l'indagine sarà condotta semestralmente (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata.

Le disposizioni preliminari di monitoraggio prevedono, per i Biomarkers:

- **Mitili:**
 - fase ante operam (AO): l'indagine sarà condotta con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore;
 - fase di cantiere (CO): le indagini saranno continuate durante le fasi di cantiere con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno),

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 230 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- fase post operam di esercizio (PO): l'indagine sarà condotta con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) per il primo anno della fase di esercizio, e successivamente, semestralmente (primavera/autunno).
- **Pesci:**
 - fase ante operam (AO): l'indagine sarà condotta 2 volte l'anno verosimilmente in autunno e in inverno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata, nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore,
 - fase di cantiere (CO): le indagini saranno continuate durante le fasi di cantiere, 2 volte l'anno verosimilmente in autunno e in inverno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata,
 - fase post operam di esercizio (PO): l'indagine sarà condotta 2 volte l'anno verosimilmente in autunno e in inverno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 231 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

17. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – AVIFAUNA MARINA

I “Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino”, che forniscono indicazioni circa le metodologie di monitoraggio non possono essere di riferimento nello studio degli uccelli al largo delle coste, poiché si riferiscono a contesti di acque interne (uccelli acquatici svernanti) e/o di uccelli marini prettamente nidificanti. Nulla suggeriscono circa le aree di foraggiamento degli uccelli sugli spazi marini. La tecnica migliore per generare stime della densità di popolazione su piccole aree dell’ambiente marino è quella dei transetti lineari da imbarcazione come è già stata utilizzata in simili contesti.

17.1.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica della struttura e della qualità dei popolamenti di avifauna marina presenti nell’area interessata dal progetto. Obiettivo principale dell’attività è il controllo delle possibili alterazioni dei popolamenti, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all’entrata in esercizio dell’FSRU.

17.1.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio sarà effettuato presso punti selezionati lungo la costa e da imbarcazioni dedicate.

17.1.3. Metodologia di Monitoraggio

Per il monitoraggio dell’avifauna marina sarà applicato il metodo BACI (Before/After-Control/Impact). La tecnica prevede il conteggio di tutti gli esemplari incontrati a una distanza predefinita dal transetto, coprendo efficacemente lunghi corridoi lineari su entrambi i lati dell’osservatore. Il rilevamento sarà effettuato da due operatori in giornate caratterizzate da condizioni meteo marine idonee. Il rilievo deve essere seguito nei giorni in assenza di pioggia, nebbia o forte vento, con orario di rilevamento standard preferibilmente dall’alba alle 11:00 (ora solare).

I dati raccolti saranno registrati opportunamente su un’apposita scheda di rilevamento. Il rilevamento compiuto nei medesimi punti e con le medesime metodologie potrà fornire informazioni utili ad individuare un trend delle popolazioni ed a valutare possibili variazioni significative della struttura dei popolamenti e della numerosità.

17.1.4. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Il monitoraggio prevederà due periodi di campionamento, il periodo estivo e il periodo invernale, in modo da censire sia le specie nidificanti che quelle svernanti. Per ogni periodo si prevedono due date di campionamento per ogni area.

Si prevedono le seguenti tempistiche di monitoraggio:

- Fase ante operam (AO): campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) nell’anno precedente l’inizio delle attività;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 232 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Fase di cantiere (CO): campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) per ogni anno durante il periodo di realizzazione delle attività offshore/costiere;
- Fase post operam (PO): campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) per l'intera operatività del Terminale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 233 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

18. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – MAMMIFERI E RETTILI MARINI

18.1. Finalità del Monitoraggio

Al fine di tutelare la componente biologica mammiferi e rettili marini da eventuali disturbi/impatti negativi causati dalla realizzazione dell'opera, si effettuerà un monitoraggio visivo e acustico di queste specie attraverso qualificati operatori MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*), esperti rispettivamente nell'individuazione e riconoscimento visivo di mammiferi e rettili marini (e in generale delle specie protette di maggior interesse) e del rilevamento acustico dei segnali sonori prodotti dai mammiferi marini.

Vista la presenza regolare del tursiope (*Tursiops truncatus*) lungo tutta la fascia costiera ligure (TursioMed, 2020), i monitoraggi acustici e visivi avranno un focus particolare su questa specie, al fine di ottenere dati sulla presenza e distribuzione nell'area e a identificare fotograficamente gli esemplari sia prima dell'avvio della fase di cantiere (fase ante-operam, AO) che durante i lavori a mare (fase in corso d'opera, CO).

18.2. Individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente biologica dei mammiferi/rettili marini (con focus sul tursiope) nell'area di interesse durante la fase di cantiere (CO) e il monitoraggio del tursiope nella fase ante-operam (AO) saranno realizzati attraverso la combinazione di tecniche visive e acustiche.

Per la fase di cantiere (CO) è stata definita l'area di monitoraggio che delimita la zona di mitigazione (*Mitigation Zone*, MZ). La MZ è l'area intorno alla sorgente di rumore entro la quale applicare le opportune misure di mitigazione qualora siano presenti le specie target nel corso dei lavori.

E' stata definita una MZ per le diverse fasi delle attività di cantiere (Figure 18.1, 18.2 e 18.3) sulla base delle distanze di disturbo comportamentale per le specie target ottenute dal modello di propagazione (si veda l'Allegato 1 – Sezione 3 dell'Appendice C allo Studio di Impatto Ambientale – Doc. No. REL-AMB-E-00001), secondo le linee guida di Borsani e Farchi (2011). Per ogni fase sono state identificate due aree, considerando le distanze di disturbo comportamentale stimate per le specie appartenenti ai due gruppi uditivi funzionali regolarmente presenti nell'area da letteratura: *Medium Frequency* (MF), che include tutte le specie di odontoceti, e *Low Frequency* (LF) per la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*). In particolare, poiché questa è l'unica specie appartenente al gruppo LF regolarmente presente nell'area e si trova principalmente in ambiente pelagico, oltre la batimetrica dei 150-200m, l'area di mitigazione per questo gruppo uditivo è stata elaborata tenendo in considerazione tale batimetria come limite.

In questo modo, per ogni fase delle attività, è stato possibile elaborare Zone di Mitigazione con un'estensione tale da poter essere campionate interamente in una giornata di monitoraggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 234 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

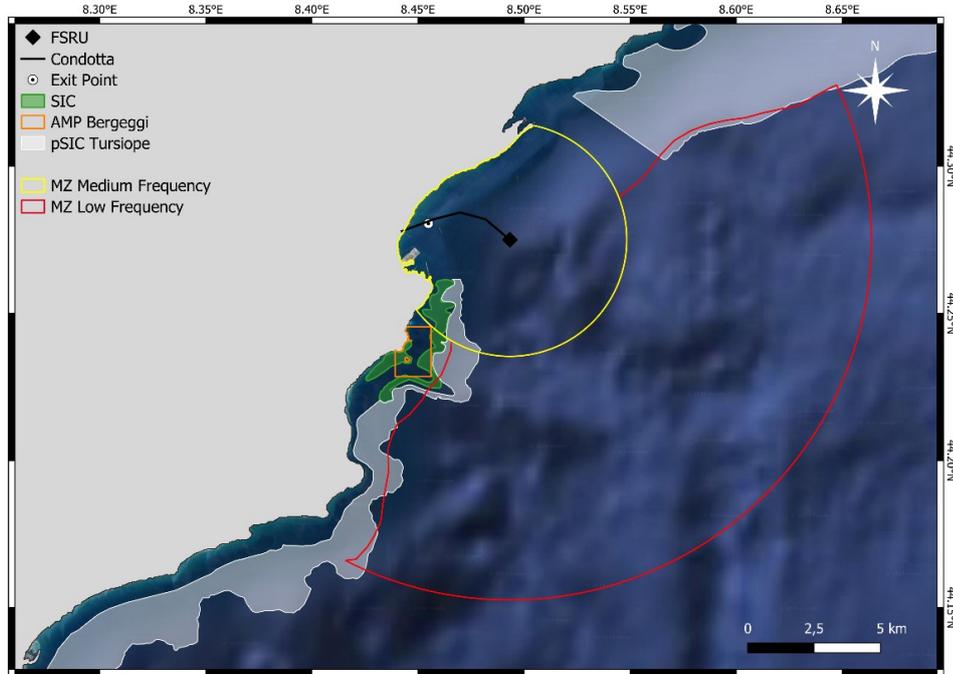


Figura 18.1: Zone di Mitigazione per la fase di installazione del sistema di ormeggio

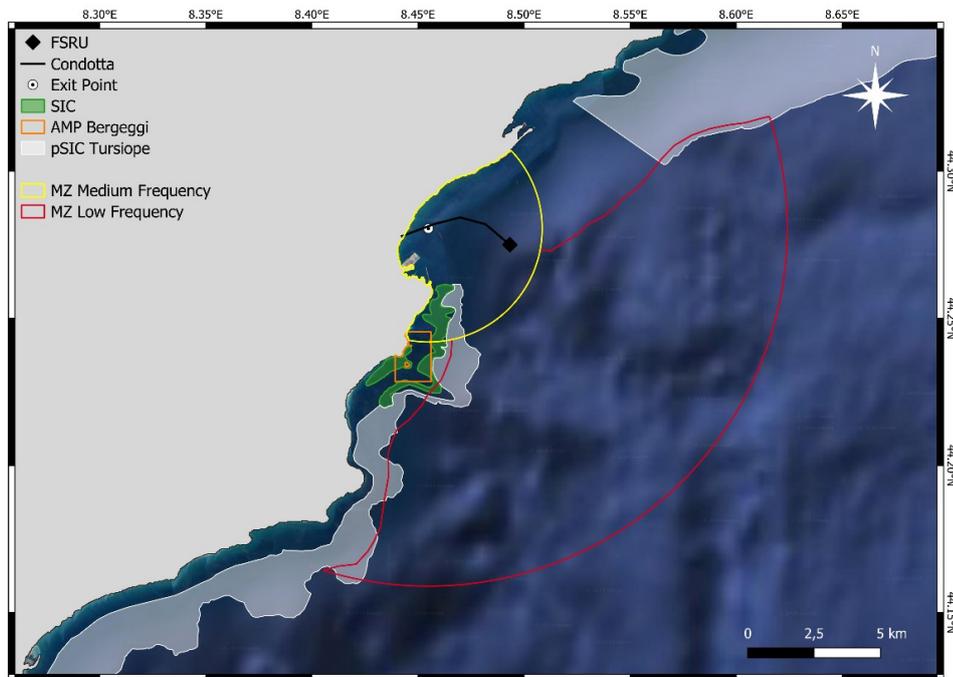


Figura 18.2: Zone di Mitigazione per la fase del microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 235 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

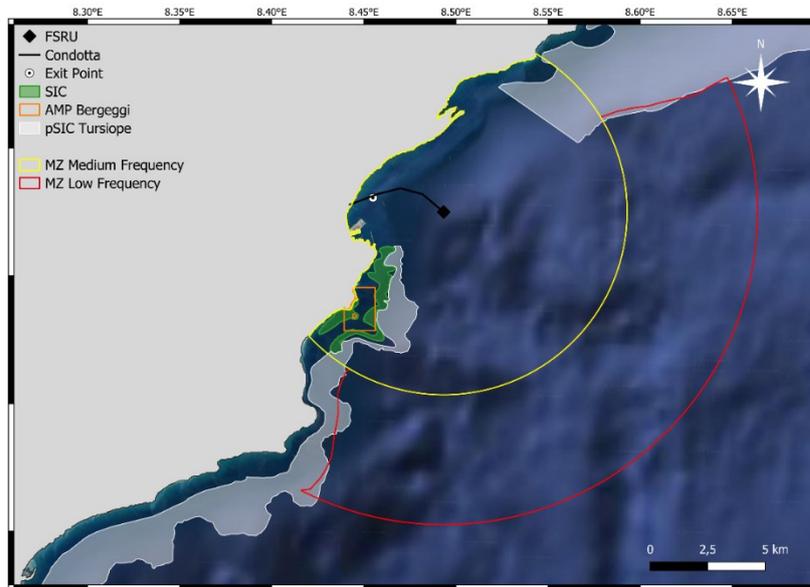


Figura 18.3: Zone di mitigazione per la fase di collegamento della *turret buoy* alla FSRU

L'area di monitoraggio ante-operam (AO) per il tursiope è stata elaborato considerando la zona di mitigazione con la massima estensione, ossia quella per la fase di collegamento, che include parte dei SIC e dei pSIC adiacenti all'area dei lavori (Figura 18.4). In questo modo i dati ottenuti nel monitoraggio ante-operam saranno confrontabili con quelli ottenuti nelle fasi di cantiere.

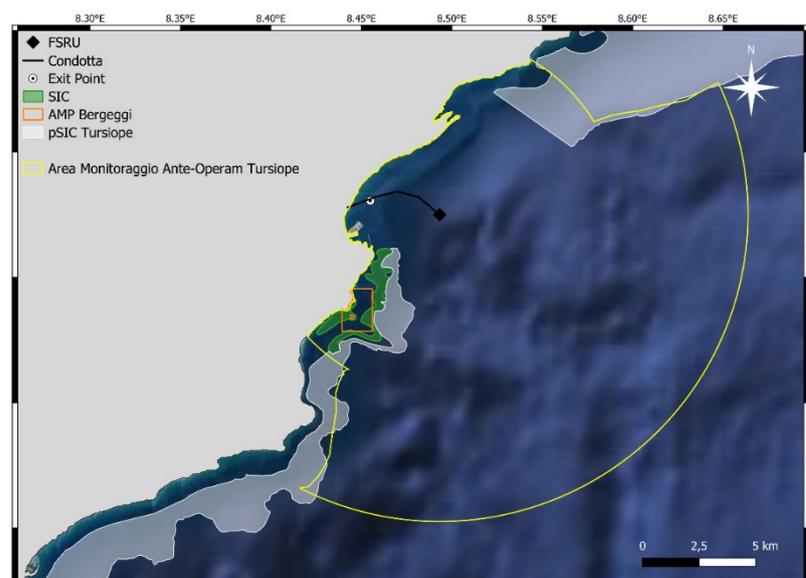


Figura 18.4: Area di monitoraggio ante-operam per il tursiope

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 236 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

18.3. Metodologia di Monitoraggio

Di seguito si riporta la descrizione delle proposte di monitoraggio da condurre ante-operam (AO) e in corso d'opera (CO).

Con riferimento alle indicazioni riportate nelle LLGG ISPRA 2014 e 2015, si evidenzia inoltre che:

- non è prevista l'installazione di artefatti che possano causare mortalità, né sono previste prospezioni geofisiche. Potenziali disturbi sono limitati alle operazioni offshore;
- non sono presenti siti di nidificazione di tartarughe marine nell'area di studio. Le attività di costruzione prevedono velocità dei mezzi navali limitate. Si prevede comunque il monitoraggio visivo in corso d'opera;
- ove necessarie saranno **applicate** le misure di mitigazione previste.

18.3.1.1. Monitoraggio Visivo a Mare

Il monitoraggio visivo della presenza di mammiferi/rettili marini nella fase di cantiere (CO) e il monitoraggio visivo ante-operam (AO) del tursiopo verranno effettuati con almeno 2 operatori MMO e 1 operatore PAM durante le ore diurne e in condizioni meteomarine favorevoli (stato del mare Douglas 3 o meno; forza del vento Beaufort 3 o meno; assenza di pioggia, assenza di nebbia) e di buona visibilità (almeno 1 km), in modo da garantire una copertura di 360° attorno all'area lavori. Il monitoraggio sarà effettuato a bordo di un'imbarcazione dedicata percorrendo transetti predefiniti alla velocità costante di 6-8 nodi. I transetti (Figure da 18.5 a 18.8) sono stati opportunamente tracciati al fine di utilizzare la metodologia "*Line transect distance sampling*". *Distance sampling* (Buckland et al., 2001) riunisce una famiglia di metodi utili per stimare la densità e il numero degli esemplari in una popolazione. Il parametro alla base del metodo è D (densità), ovvero il numero degli esemplari presenti nell'unità di area. *Line transect* è un tipo di *Distance sampling* che consiste nel percorrere transetti lineari da cui si misurano le distanze perpendicolari dagli individui osservati ed è basato sull'assunzione che la densità degli animali lungo il transetto sia uguale alla densità nell'intera area di studio. I transetti nell'area di studio sono stati disegnati utilizzando il software *Distance* (Thomas et al., 2010; <https://distancesampling.org/>) che garantisce che ogni zona all'interno dell'area abbia le medesime opportunità di essere campionata (*Equal Coverage Probability*).

Il disegno di campionamento per le due zone di mitigazione disegnate considerando le distanze di disturbo comportamentale stimate per le specie appartenenti ai due gruppi uditivi funzionali (MF e LF) per le diverse fasi di cantiere è riportato nelle Figure 18.5, 18.6 e 18.7. La Tabella 18.1 riporta i rispettivi dettagli tecnici.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 237 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

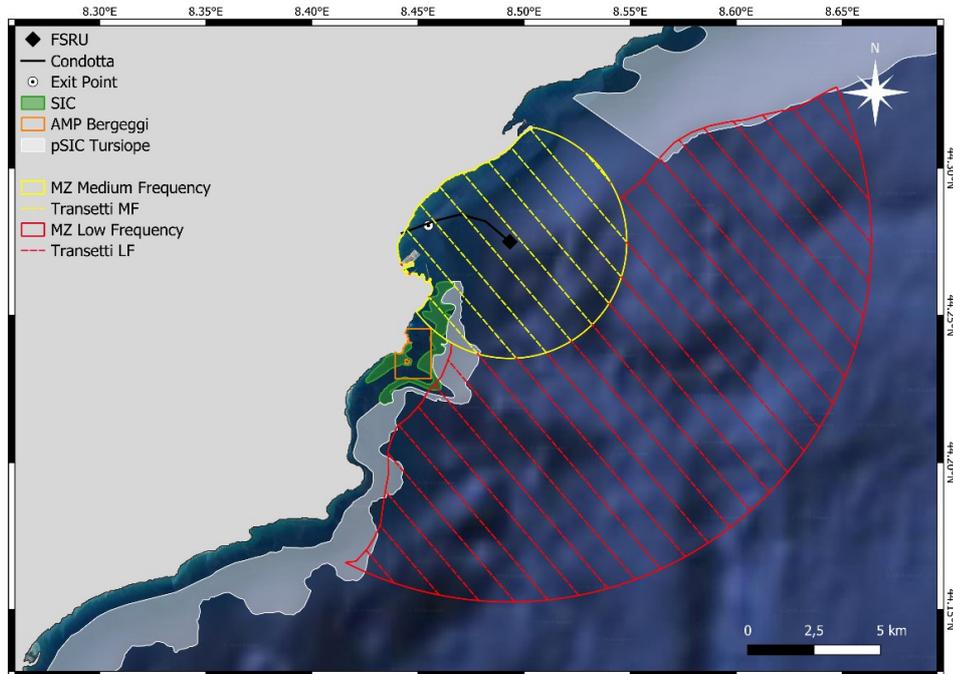


Figura 18.5: Transetti elaborati per la fase di installazione del sistema di ormeggio

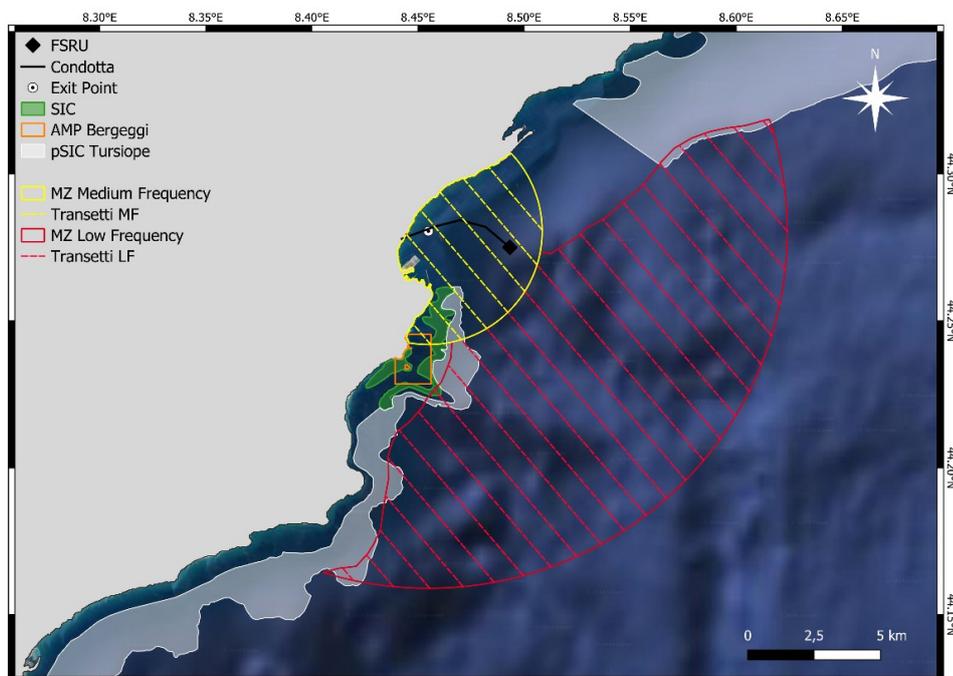


Figura 18.6: Transetti elaborati per la fase di Realizzazione del Microtunnel

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 238 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

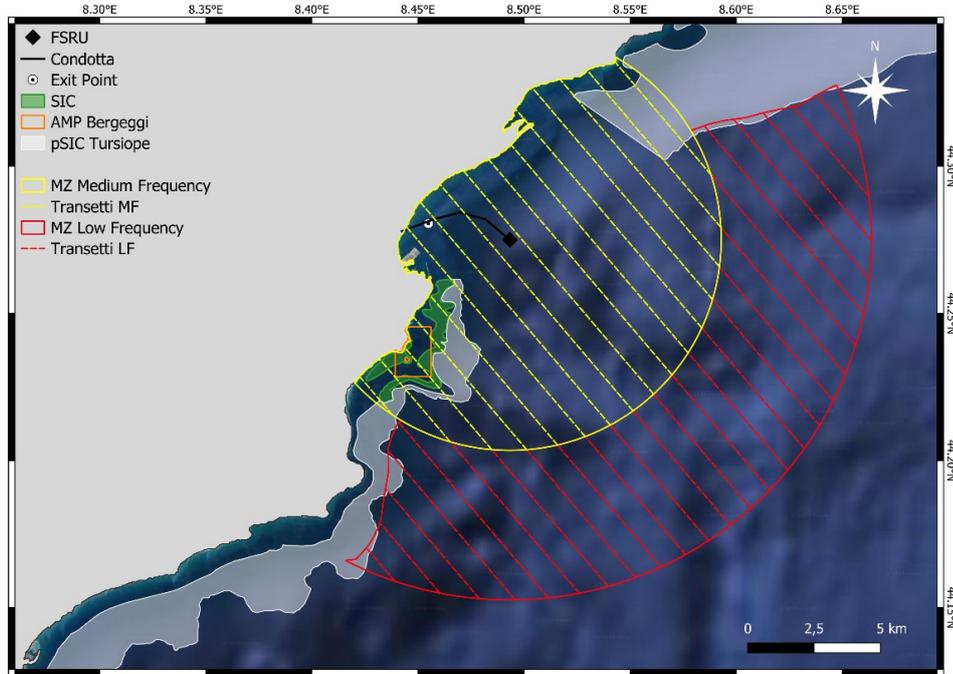


Figura 18.7: Transetti elaborati per la fase di Collegamento della turret buoy alla FSRU

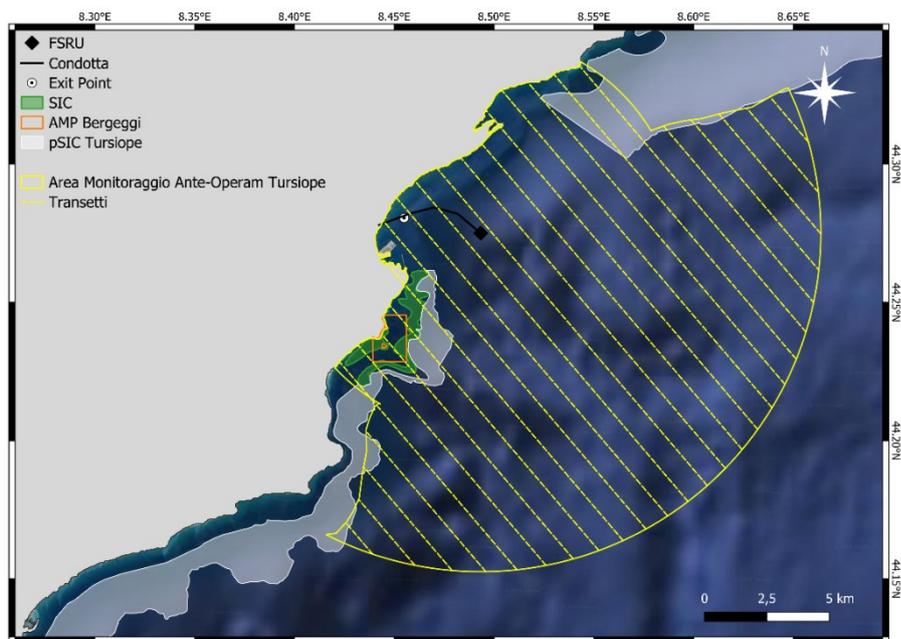


Figura 18.8: Area di monitoraggio ante-operam per il tursiope

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 239 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 18.1: Dettagli dei disegni di campionamento elaborati per le diverse fasi di monitoraggio con il software Distance

FASE	Zona di Mitigazione	Lunghezza Totale (nm)	N. transetti	Distanza transetti (m)	Larghezza transetti (m)	N. Imbarcazioni	N. MMO/PAM	Ore di lavoro giornaliere	Durata
Installazione del Sistema di Ormeaggio	MF	30	9	1000	500 per lato	1	2+1	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
	LF	130	25	1000	500 per lato	2	4+2	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
Realizzazione del Microtunnel	MF	17	7	1000	500 per lato	1	2+1	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
	LF	100	24	1000	500 per lato	2	4+2	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
Fase di Collegamento della Turret Buoy alla FSRU	MF	80	16	1000	500 per lato	2	4+2	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
	LF	100	25	1000	500 per lato	2	4+2	8	Continuo per tutta la durata dei lavori
Monitoraggio Ante-operam Tursiope	-	170	25	1000	500 per lato	1	2+1	8	Una settimana al mese fino all'inizio della fase di cantiere

Per il monitoraggio visivo verranno utilizzati binocoli con ingrandimento almeno 7x ad alta risoluzione dotati di bussola, reticolo e telemetro per stimare con maggiore precisione distanza e posizione delle specie target rispetto alla piattaforma di osservazione. Gli operatori si posizioneranno nel punto più elevato possibile dell'imbarcazione in modo da massimizzare la visibilità ed avere l'orizzonte libero da ostacoli. Le immagini fotografiche saranno acquisite con almeno una macchina fotografica reflex digitale e zoom ≥ 300 mm. Durante la navigazione sarà inoltre utilizzato un laptop dedicato, sul quale sarà installato un adeguato software di acquisizione dati sul campo, in grado di raccogliere e archiviare automaticamente le rotte percorse (archiviando le posizioni GPS ogni minuto), i punti di avvistamento, il comportamento degli animali, l'evoluzione delle condizioni meteorologiche e ogni altra informazione utile ai fini del corretto svolgimento del monitoraggio.

Nella fase ante-operam, gli operatori MMO/PAM percorreranno i transetti al fine di rilevare la presenza visiva/acustica del tursiope nell'area di monitoraggio definita

Nella fase in corso d'opera gli operatori MMO/PAM:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 240 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Eseguiranno una ricognizione visiva/acustica all'interno della MZ di almeno 30 minuti prima dell'avvio delle attività giornaliere (pre-start monitoring), concentrando lo sforzo di osservazione nell'area della sorgente di rumore con l'ausilio di binocoli (scansionando la superficie del mare a 360°).
- Durante i lavori giornalieri (*ongoing monitoring*) percorreranno i transetti al fine di rilevare la presenza visiva/acustica delle specie target nella MZ.

In caso di rilevazione visiva l'imbarcazione lascerà il transetto per seguire l'individuo/gruppo avvistato oppure, in caso di *detection* acustica da parte dell'operatore PAM, l'imbarcazione si arresterà per consentire una migliore scansione della superficie del mare a 360° da parte degli operatori MMO. La presenza degli animali verrà tempestivamente segnalata e verranno applicate le misure di mitigazione previste (si veda in seguito).

In entrambe le fasi di monitoraggio (ante-operam AO e in corso d'opera CO) gli operatori MMO/PAM registreranno le seguenti informazioni:

- specie (o caratteristiche generali degli individui osservati);
- numero di individui (effettivo o stimato);
- taglia/classe di età/sexo (se determinabili);
- comportamento iniziale che ha consentito l'avvistamento (salto, affioramento, soffio, altro) e note indicative sul comportamento generale del gruppo/individuo;
- data, ora (comprensiva di orario di inizio e fine avvistamento), coordinate del punto di avvistamento, condizioni meteomarine, visibilità;
- distanza dal punto di osservazione (stimata grazie al binocolo con reticolo/range finder/measuring stick);
- la misura dell'angolo tra le linee della rotta dell'imbarcazione (piattaforma di osservazione) e la direzione del punto in cui sono presenti gli esemplari (angolo sul piano orizzontale);
- direzione di spostamento del gruppo/individuo;
- apparente eventuale reazione a una specifica attività di disturbo (nessuna, avvicinamento, allontanamento, altro);
- le informazioni di contesto (e.g. presenza e tipologia di imbarcazioni presenti nell'area, attività di pesca, etc);
- le immagini video-fotografiche;
- ogni altra informazione utile/funzionale ai fini del monitoraggio.

Il rapporto tra il numero di esemplari avvistati e l'ampiezza dell'area indagata consentirà di calcolare la densità degli animali. L'elaborazione effettuata attraverso il software Distance, dei dati di densità e di altri parametri, fornirà la stima dell'abbondanza degli esemplari di ciascuna specie osservata al tempo dell'osservazione e nell'area indagata.

In caso specifico di avvistamento di tursiope durante il monitoraggio in corso d'opera e durante il monitoraggio ante-operam, oltre ai dati sopra elencati, verranno acquisite le

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 241 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

immagini fotografiche delle pinne dorsali degli individui per le successive analisi di foto-identificazione.

Nella MZ, gli operatori MMO/PAM rileveranno anche l'eventuale presenza di altre specie pelagiche di dimensioni apprezzabili e/o appartenenti a gruppi sistematici sottoposti a tutela (e.g. condroitti), al fine di adottare tempestivamente le opportune misure di mitigazione in caso di potenziale rischio per gli animali (e.g. collisioni con i mezzi impegnati nei lavori).

La registrazione di tali dati avverrà ogni 3 minuti fino a quando gli animali saranno presenti nell'area di monitoraggio. I dati saranno conservati in un database in modo da poter essere utilizzati per i Reporting in ambito delle Direttive Europee, Direttiva Habitat e Direttiva Quadro Strategia Marina.

18.3.1.2. Monitoraggio Acustico Passivo

Per un monitoraggio acustico continuo sia in ante-operam (AO) che in corso d'opera (CO) verranno posizionati 2 recorder fissi, uno in prossimità dell'Area Marina Protetta di Bergoggi e l'altro in un punto opportunamente scelto a nord-est dell'area lavori. L'analisi delle registrazioni effettuate da questi strumenti fissi permetterà:

- nella fase ante-operam (AO), di rilevare la presenza delle specie di cetacei nell'area prima dell'inizio della fase di cantiere;
- nella fase in corso d'opera (CO), di accoppiare i dati ottenuti dai due recorder con quelli ottenuti durante il monitoraggio acustico da transetto.

Il monitoraggio acustico della presenza di mammiferi marini in corso d'opera (CO) verrà effettuato continuativamente nelle 24 ore attraverso tecniche di monitoraggio acustico passivo (PAM) da minimo No. 3 operatori situati a bordo di un'imbarcazione dedicata che stazionerà in un punto fisso all'interno della MZ opportunamente scelto tra i punti di misura del rumore effettuati nel monitoraggio ante-operam (si veda l'Allegato 1 – Sezione 1 dell'Appendice C allo Studio di Impatto Ambientale – Doc. No. REL-AMB-E-00001). Inoltre, poiché la metodologia "*Line transect distance sampling*" da mezzo navale permette anche la combinazione dei metodi visivi con quelli acustici (Lewis et al., 2005; Barlow et al., 2007), sia in corso d'opera che durante il monitoraggio ante-operam per il tursiopo, contestualmente alle osservazioni condotte dagli MMO durante la percorrenza dei transetti, verrà effettuato anche un monitoraggio acustico da un operatore PAM a bordo della medesima imbarcazione, per rilevare la presenza delle specie target e registrare le loro vocalizzazioni.

Verranno inoltre posizionati 2 recorder fissi, uno in prossimità dell'Area Marina Protetta di Bergoggi e l'altro in un punto opportunamente scelto a nord-est dell'area lavori, per il monitoraggio acustico in continuo della presenza di altre specie di cetacei nell'area prima dell'inizio della fase di cantiere. L'accoppiamento dei dati ottenuti dai due recorder con quelli ottenuti durante il monitoraggio acustico da transetto permetterà di caratterizzare la presenza delle specie target nell'area.

Per le rilevazioni acustiche da imbarcazione dedicata che stazionerà in un punto fisso all'interno della MZ verrà utilizzato un sistema di acquisizione composto da:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 242 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- un *array* idrofonico stazionario dotato di almeno due sensori acustici per la rilevazione in contemporanea di alte e basse frequenze o alternativamente un unico sensore con un'elevata sensibilità a banda larga;
- un sistema di preamplificazione, e un sensore di profondità;
- una scheda audio con campionamento fino a 192 kHz e almeno 16 bit, collegata al laptop di bordo, su cui sarà installato un opportuno software di rilevazione/acquisizione acustica, con visualizzazione in tempo reale di spettrogrammi ad alta risoluzione.

Per le rilevazioni acustiche con operatori PAM lungo i transetti verrà utilizzato un *array* idrofonico trainato dotato di almeno due sensori acustici e sistema di preamplificazione, oltre a un sensore di profondità. La catena acustica sarà connessa a una scheda audio con campionamento fino a 192kHz e almeno 16bit, collegata al laptop di bordo.

Nella fase ante-operam (AO), gli operatori PAM percorreranno i transetti al fine di rilevare la presenza acustica del tursiope nell'area di monitoraggio definita.

Nella fase in corso d'opera (CO) gli operatori PAM:

- Eseguiranno un monitoraggio acustico di almeno 30 minuti prima dell'avvio delle attività giornaliere (*pre-start monitoring*);
- Durante i lavori giornalieri (*ongoing monitoring*) percorreranno i transetti al fine di rilevare la presenza acustica delle specie target nella MZ annotando ogni ora l'evoluzione delle condizioni meteo-marine.

In caso di *detection acustica*, questa sarà tempestivamente comunicata al personale addetto ai lavori e saranno applicate le misure di mitigazione. Saranno allertati gli MMO per una verifica visiva quando possibile.

Gli operatori PAM raccoglieranno/registreranno i seguenti dati:

- la data e ora della detection acustica (comprensivo di ora di inizio e di fine del rilievo);
- la specie, ove possibile, o almeno il sottordine/la famiglia rilevati;
- la vocalizzazione che ha consentito la rilevazione acustica e quelle rilevate durante la detection;
- le informazioni di contesto (e.g. presenza e tipologia di imbarcazioni presenti nell'area, attività di pesca, etc);
- le immagini degli spettrogrammi con le vocalizzazioni;
- ogni altra informazione utile/funzionale ai fini del monitoraggio.

I dati acquisiti durante il monitoraggio acustico verranno registrati in continuo e salvati in file .wav per la successiva analisi delle vocalizzazioni rilevate durante gli avvistamenti/detection acustiche.

Alla fine di ogni giornata di monitoraggio sarà prodotto un rapporto sintetico delle attività svolte dagli operatori MMO/PAM, includendo:

- la durata del monitoraggio;
- il tracciato delle rotte seguite;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 243 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- i dettagli delle condizioni meteomarine;
- tutte le informazioni relative agli eventuali avvistamenti/detection acustiche.

Alla metà e al termine dei lavori sarà preparato un report intermedio e un report finale che riepilogheranno le attività e i risultati del monitoraggio.

18.3.2. Misure di Mitigazione

Le misure di mitigazione hanno lo scopo di garantire la massima tutela delle specie di mammiferi e rettili marini, limitando la possibilità d'insorgenza di disturbi comportamentali.

Le misure di mitigazione sono state definite tenendo in considerazione le linee guida elaborate per le specie mediterranee riportate in Borsani e Farchi (2011), in linea con i seguenti criteri:

- le misure previste devono essere tecnicamente applicabili in condizioni di sicurezza per il personale, le apparecchiature, i mezzi navali e le strutture da realizzare;
- l'applicazione delle misure sarà basata sulle informazioni raccolte dagli operatori MMO e PAM;
- andranno tenute in considerazione le condizioni operative ed eventuali situazioni contingenti o necessarie.

Occorre evidenziare come nel caso in esame, alcune delle attività di costruzione previste e i motori dei mezzi navali impiegati non possono essere interrotti o depotenziati in maniera istantanea. Alcune attività ed i motori dei mezzi non possono essere arrestati, mentre ulteriori attività possono essere depotenziate progressivamente.

In caso di avvistamento o di *detection* acustica (*i.e.* le fasi temporali – di durata variabile da pochi secondi a ore – in cui è possibile rilevare la presenza delle specie identificando le diverse categorie di suoni emessi attraverso la visualizzazione in tempo reale degli spettrogrammi) nella MZ saranno adottate le seguenti misure di mitigazione in tempo reale:

- **Prima dell'avvio delle attività giornaliere (*pre-start monitoring*):** l'inizio dei lavori sarà ritardato fino all'allontanamento visivo degli individui dalla MZ per almeno 30 minuti continuativi e/o alla conclusione delle *detection* acustiche (una *detection* è considerata conclusa dopo almeno 30 minuti continuativi dall'ultima rilevazione di un suono prodotto dagli animali);
- **Nel corso attività giornaliere (*ongoing monitoring*):** i lavori saranno interrotti fino all'allontanamento visivo degli individui dalla MZ per almeno 30 minuti continuativi e/o alla conclusione delle *detection* acustiche (una *detection* è considerata conclusa dopo almeno 30 minuti continuativi dall'ultima rilevazione di un suono prodotto dagli animali).

In ogni caso, al fine di assicurare la massima attenzione alla tutela delle specie target, ad ogni avvio di ciascuna delle lavorazioni più rumorose (come, ad esempio, nella fase di collegamento della *turret buoy* alla FSRU), saranno sempre garantite:

- L'intensificazione dello sforzo di monitoraggio visivo e acustico all'interno della MZ nei 30 minuti antecedenti l'inizio delle attività, concentrando maggiormente le rilevazioni nell'area più prossima alla sorgente di disturbo;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 244 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- L'applicazione di procedure soft-start, ovvero un avvio progressivo delle lavorazioni che consente un accumulo graduale di energia acustica in un periodo di tempo definito fino al raggiungimento della piena potenza.

Qualora nel corso della stessa giornata di monitoraggio i lavori siano sospesi per più di 30 minuti consecutivi, la fase di pre-start monitoring, e le procedure di intensificazione dello sforzo e di soft-start, saranno ripetute per ogni interruzione.

Si evidenzia infine come l'inizio di ogni nuova attività non potrà avere luogo in condizioni di scarsa visibilità (periodo notturno, foschia, etc.), al fine di garantire le condizioni di operatività ottimali agli MMO.

In considerazione dell'approvazione da parte dell'IMO a luglio 2023 di una *Particularly Sensitive Sea Area* (PSSA) per la protezione dei cetacei di grandi dimensioni nel Mediterraneo nord occidentale, nella quale è compresa l'area di progetto, saranno inoltre attuate le seguenti misure vincolanti per la navigazione:

1. I naviganti dovranno navigare con particolare cautela all'interno del PSSA del Mediterraneo nordoccidentale, nelle aree in cui vengono rilevati o segnalati cetacei di grandi e medie dimensioni, e ridurre la loro velocità tra 10 e 13 nodi come riduzione volontaria della velocità. Tuttavia, è opportuno mantenere una velocità di sicurezza, in modo da poter intraprendere azioni adeguate ed efficaci per evitare collisioni e possibili impatti negativi sulla manovrabilità della nave.
2. I naviganti dovranno mantenere un'adeguata distanza di sicurezza o una misura di riduzione della velocità da qualsiasi cetaceo di grandi e medie dimensioni osservato o rilevato in situazioni ravvicinate. La distanza di sicurezza o la misura di riduzione della velocità devono essere adattate alle effettive circostanze di navigazione e alle condizioni della nave.
3. I marittimi dovranno trasmettere in VHF o altri mezzi disponibili sulla scena, la posizione dei cetacei di medie e grandi dimensioni osservati o rilevati all'interno della PSSA designata e trasmettere le informazioni e la posizione ad una o più autorità costiere designate.
4. I marittimi dovranno segnalare qualsiasi collisione con cetacei a una o più autorità costiere designate, che devono inoltrare queste informazioni al database globale sugli attacchi di navi di cetacei della Commissione baleniera internazionale (IWC).

18.3.3. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante-operam (AO): monitoraggio specifico per il tursiope con 1 campagna settimanale di monitoraggio visivo/acustico ogni mese, per almeno 1 anno dall'inizio della fase di cantiere;
- Fase di cantiere (CO): monitoraggio visivo/acustico continuativo di mammiferi e rettili marini per tutta la durata delle attività di cantiere.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 245 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

19. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI MONITORAGGIO – RUMORE SOTTOMARINO

19.1. Finalità del Monitoraggio

Il monitoraggio del rumore sottomarino ha come obiettivo quello di stimare i livelli di rumore dell'area marina di interesse prima dell'avvio dei lavori e verificare il contributo delle attività di cantiere e di esercizio del Terminale.

Nelle fasi ante-operam (AO), di cantiere (CO) e di esercizio (PO) si prevede un monitoraggio del rumore sottomarino con l'obiettivo di:

- stimare i livelli di rumore ante-operam nell'area dei lavori;
- stimare i livelli di rumore effettivamente raggiunti nell'area dei lavori durante la fase di cantiere, caratterizzando i suoni continui prima, durante e al termine delle diverse attività che coinvolgono mezzi navali nonché attività di costruzione e installazione di strutture;
- verificare in tempo reale l'eventuale superamento delle soglie di disturbo comportamentale durante la fase di cantiere e attuare le opportune misure di mitigazione (si veda precedente Paragrafo 18.3.4);
- comparare i livelli con quelli ottenuti da modello di propagazione;
- adeguare – se necessario – le distanze di disturbo comportamentale e di conseguenza l'estensione della zona di mitigazione (MZ).
- verificare il contributo delle attività di esercizio del Terminale.

19.2. Individuazione delle aree da monitorare

In considerazione della potenziale rumorosità generata sia in fase di cantiere, legata alla presenza di mezzi, che in fase di esercizio legata all'esercizio del Terminale, saranno previsti monitoraggi nell'area intorno all'area di cantiere e in area nell'intorno della FSRU.

In particolare, durante la fase ante-operam (AO), il monitoraggio del rumore verrà effettuato in 25 punti di misura, corrispondenti ai punti campionati nelle 2 campagne di monitoraggio preliminare ante-operam (si veda quanto riportato nell'Allegato 1 – Sezione 1 dell'Appendice C allo Studio di Impatto Ambientale – REL-AMB-E-00001_r1). Verrà inoltre posizionato un recorder fisso in prossimità dell'Area Marina Protetta di Bergeggi e un altro in un punto opportunamente scelto a nord-est dell'area lavori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 246 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale



Figura 19.1: Punti di registrazione Rumore Sottomarino

Durante la fase di cantiere (CO), il monitoraggio del rumore verrà eseguito continuamente nelle 24 ore da almeno 3 operatori PAM, contestualmente al monitoraggio acustico passivo delle specie di mammiferi marini descritto nel precedente paragrafo, a bordo della medesima imbarcazione dedicata, che stazionerà in un punto fisso all'interno della Zona di Mitigazione. Il sito per il monitoraggio contestuale del rumore/PAM sarà scelto sulla base dei punti proposti per il monitoraggio ante-operam (AO).

Nella fase di esercizio (PO), il monitoraggio verrà effettuato in almeno 4 punti di misura scelti all'interno della Zona di Mitigazione, sempre facendo riferimento ai punti campionati nella fase ante-operam.

19.3. Strumentazione

I rilievi acustici per il monitoraggio del rumore verranno effettuati utilizzando la medesima strumentazione in tutte le fasi. Il sistema di acquisizione sarà composto da:

- un idrofono con le seguenti caratteristiche (Borsani e Farchi, 2011):
 - Intervallo di frequenza (*frequency span*): 20 – 20 000 Hz,
 - Sensibilità (*sensitivity*): tarato con incertezza entro 1 dB,
 - Risposta in frequenza (*frequency response*): piatta su tutta la banda entro 2 dB,
 - Direzionalità (*directivity*): omnidirezionale con incertezza entro 1 dB;
- Un preamplificatore;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 247 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

- Un registratore (frequenza di campionamento 48 kHz, risoluzione 32 bit).

I dati di taratura di tutta la catena idrofonica saranno allegati alla reportistica.

Il suddetto idrofono, connesso ad un cavo munito di apposito peso, sarà calato dall'imbarcazione appoggio a una profondità di circa 10-20 metri, assicurando il suo sollevamento di almeno 2 metri sopra il fondale marino e un angolo massimo di 5 gradi tra l'asse verticale e lo stesso cavo.

Nella fase ante-operam (AO) e in fase di esercizio (PO), per ogni punto di monitoraggio all'interno della MZ saranno registrati file acustici della durata di 20 minuti.

Inoltre, sempre in ante-operam (AO), i recorder fissi (opportunamente selezionati in base alle specifiche tecniche in grado di garantire una corretta acquisizione di dati acustici utili alla caratterizzazione del rumore e posizionati in prossimità della AMP di Bergeggi e a nord dell'area FSRU) registreranno file acustici della durata di almeno 10 minuti 1 volta ogni ora (frequenza di campionamento 48kHz, risoluzione 32bit). I recorder saranno recuperati una volta al mese per la raccolta dei dati e la sostituzione delle batterie.

Durante la fase di cantiere (CO) verranno effettuate registrazioni di 10 minuti in continuo nelle 24h, monitorando i livelli sonori in tempo reale per verificare l'eventuale superamento delle soglie di disturbo comportamentale definite per le specie target.

Per la stima dei profili della velocità del suono nella colonna d'acqua sarà utilizzata una sonda CTD durante i campionamenti acustici.

19.4. Metodologia di Analisi

In tutte le fasi, per la caratterizzazione acustica subacquea dei suoni continui a bassa frequenza, il rumore sottomarino sarà analizzato stimando i seguenti livelli usati nell'acustica sottomarina (ISO 18405:2017):

(a) Sound Pressure Level (root mean square) $[(L_{p,rms}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}]$

$L_{p,rms}$ è il rapporto in decibel tra la pressione sonora quadratica media in tutta la banda di frequenza ($\overline{p^2}$), e il quadrato della pressione sonora di riferimento che per il suono nell'acqua è 1 micropascal ($p_0 = 1 \mu\text{Pa}$) (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,rms} = 10 \log_{10} \left(\overline{p^2} / p_0^2 \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2]$$

SPL_{rms} può anche essere espresso nella seguente forma:

$$L_{p,rms} = 20 \log_{10} \left(\sqrt{\overline{p^2}} / p_0 \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}]$$

(b) Sound Pressure Level (peak) $[(L_{p-pk}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}]$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 248 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

$L_{p,pk}$ è il rapporto in decibel tra il valore della pressione di picco p_{pk} (modulo del più grande valore di pressione ottenuta nell'intervallo di tempo considerato) e la pressione sonora di riferimento che per il suono nell'acqua è un micropascal ($p_0 = 1 \mu Pa$) (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,pk} = 20 \log_{10}(p_{pk}/p_0) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa]$$

(c) Sound Exposure Level [($L_{E,p}$) dB re 1 $\mu Pa^2 s$]

$L_{E,p}$ è il rapporto in decibel tra l'integrale nel tempo del quadrato della pressione misurata nell'intervallo di tempo considerato (E_p), e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è ($E_{p,0} = 1 \mu Pa^2 s$)

$$L_{E,p} = 10 \log_{10}(E_p/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa^2 s]$$

In questa indagine *Sound Exposure Level* sarà anche stimato nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e a 125 Hz:

$$L_{E,63} = 10 \log_{10}(E_{p,63}/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa^2 s]$$

$$L_{E,125} = 10 \log_{10}(E_{p,125}/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa^2 s]$$

$E_{p,63}$ e $E_{p,125}$ sono gli integrali nel tempo del quadrato della pressione stimata nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz nell'intervallo di tempo considerato (t)

(d) Power Spectral Density [($L_{p,f}$) dB re 1 $\mu Pa^2/Hz$]

$L_{p,f}$ è il rapporto in decibel tra la densità spettrale della pressione sonora quadratica media $(\overline{p^2})_f$, e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è $(\overline{p^2})_{f,0} = 1 \mu Pa^2/Hz$ (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,f} = 10 \log_{10}((\overline{p^2})_f/(\overline{p^2})_{f,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa^2/Hz]$$

Power Spectral Density $L_{p,f}$ sarà anche stimato nelle bande di un terzo di ottava valutabili all'interno dell'intervallo di frequenza di campionamento e sarà definito *Band Spectral Density* L_{p,f_c}

La stima dei livelli del rumore nel periodo del monitoraggio sarà eseguita attraverso un software *ad hoc* implementato in Matlab https://it.mathworks.com/products/matlab.html?s_tid=hp_ff_p_matlab

I valori dei livelli di rumore $L_{p,rms}$ (dB re 1 μPa) e $L_{p,pk}$ (dB re 1 μPa) saranno calcolati in un intervallo di 10 secondi, ottenendo 6 valori al minuto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 249 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re 1 μPa^2 s), invece, sarà calcolato per l'intero periodo di registrazione. Per lo stesso intervallo di tempo saranno calcolati i livelli L_{E,f_c} nella banda di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz. La stima dei livelli sonore nelle bande di un terzo di ottava centrati a 63 Hz e 125 Hz sarà effettuata in linea con il descrittore 11 della Direttiva 2008/56/CE (*Marine Strategy Framework Directive - MSFD*) e indicato nel dettaglio da *Technical Sub-Group on Underwater Noise* (Dekeling et al., 2014).

Per l'analisi spettrale, la stima di *Power Spectral Density* $L_{p,f}$ (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$) sarà condotta utilizzando la funzione Matlab `pwelch`: <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/pwelch.html>. *Welch's Power Spectral Density Estimate* calcola la media di segmenti sovrapposti; per ogni intervallo di 10 secondi, applicando una finestra di analisi del segnale di tipo "Hamming" di 1 secondo con una sovrapposizione del 50%. Il valore del $L_{p,f}$ sarà utilizzato per la stima dei L_{p,f_c} .

Tutte le misurazioni e le analisi acustiche saranno effettuate seguendo le indicazioni descritte nel *National Physical Laboratory (NPL) Good Practice Guide No. 133 – Underwater Noise Measurement* (Robinson et al., 2014).

Il profilo di velocità del suono in funzione della profondità sarà stimato attraverso l'equazione NPL (*National Physical Laboratory*) utilizzando dati di temperatura e salinità misurati sul campo o estratti da portali.

Per il controllo dei livelli di rumore in tempo reale durante la fase di cantiere verrà utilizzata una routine informatica appositamente sviluppata.

Per la caratterizzazione e successiva modellizzazione delle sorgenti di tipo impulsivo (se utilizzate) e continuo verranno tenute in considerazione e allegate al report le seguenti informazioni:

- Dati di calibrazione del sistema di registrazione;
- Coordinate punto di registrazione;
- Distanza dal terminale;
- Data;
- Ora;
- Profondità idrofono;
- Dati di batimetria (.txt) per l'area compresa dal terminale alla distanza massima registrata;
- Consistenza del fondale;
- Profilo di velocità del suono;
- Condizioni meteo marine durante la registrazione;
- Informazioni accessorie;
- Presenza di altre imbarcazioni (quali e a che distanza).

Alla fine di ogni giornata di monitoraggio in corso d'opera sarà prodotto un report sintetico delle attività svolte.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 250 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Nei 30 giorni successivi a ciascuna campagna di monitoraggio acustico del rumore ante-operam e in fase di esercizio, verrà prodotto un rapporto delle attività svolte e dei livelli riscontrati nell'area, indicando eventualmente la necessità di aggiornare l'estensione della MZ.

Alla metà e al termine dei lavori sarà preparato un report intermedio e un report finale che riepilogheranno le attività e i risultati del monitoraggio.

19.5. Durata e Frequenza del Monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante-operam (AO): continuo nell'anno precedente l'inizio dei lavori, con 1 campagna di monitoraggio al mese fino all'inizio della fase di cantiere, contestualmente al posizionamento di n. 2 recorder fissi nei pressi dell'AMP Bergeggi e a nord dell'area FSRU che opereranno in continuo nell'anno precedente l'inizio dei lavori;
- Fase di cantiere (CO): monitoraggio continuativo dei livelli di rumore nelle 24h per tutta la durata delle attività di cantiere offshore;
- Fase di Esercizio (PO): 2 campagne di misurazione ogni anno, una in condizione di acque estive (orientativamente mese di settembre-ottobre) e una in condizione di acque invernali (orientativamente mese di gennaio/febbraio). Per ogni campagna verranno effettuate almeno 2 misurazioni a diverse profondità in 4 punti di registrazione all'interno dell'area di monitoraggio definita sulla base delle distanze di disturbo comportamentale ottenute dal modello di propagazione. Per ogni misurazione saranno effettuati almeno 20 minuti di registrazione utilizzando una frequenza di campionamento di 48kHz e una risoluzione di almeno 16 bit. Inoltre, prima di ogni campagna verrà effettuata la taratura della strumentazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 251 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

20. MODALITÀ E RESTITUZIONE DEI DATI

Oltre alle specifiche informazioni riportate nelle componenti trattate nei precedenti Capitoli da 5 a 19, nel presente capitolo si riportano informazioni a carattere generale in merito a:

- restituzione dei dati rilevati;
- pubblicazione dei dati su Sistema Informativo;
- documentazione da produrre.

20.1. Restituzione dei dati rilevati

Il cronoprogramma delle attività monitoraggio sarà condiviso mensilmente con tutti gli Enti interessati; inoltre, le attività che prevedono campionamenti saranno comunicate agli Enti, a mezzo posta elettronica, indicando le date e gli orari stimati del campionamento ed i riferimenti del responsabile.

Rispetto ad ogni fase del monitoraggio, verrà predisposta una specifica Relazione per fasi/annuale che sarà comprensiva di resoconti in dettaglio delle attività effettuate in campo nella fase in esame, corredata da cartografia aggiornata delle aree interessate, risultati di elaborazioni e considerazioni conclusive sulla qualità ambientale dei territori interessati.

I risultati alfanumerici analitici delle attività di monitoraggio, completati dalla opportuna georeferenziazione dei punti di monitoraggio, verranno trasmessi in allegato alle Relazioni di sintesi.

Come programmazione minima, si prevede di trasmettere i dati digitali:

- in occasione della trasmissione delle relazioni (come allegati);
- qualora si manifestassero specifiche criticità ambientali o superamenti dei limiti di legge, limitatamente alla componente interessata;
- in qualunque momento su richiesta degli Enti coinvolti.

20.2. Documentazione da produrre

Nei rapporti tecnici predisposti periodicamente (in seguito ad ogni monitoraggio) a seguito dell'attuazione del PMA verranno sviluppati i seguenti argomenti:

- finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente ambientale/agente fisico;
- descrizione e localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- parametri monitorati;
- articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 252 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite schede di campionamento contenenti:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo, coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente ambientale/agente fisico monitorato, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di campionamento verrà inoltre corredata da:

- inquadramento generale (in scala opportuna) che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica e/o su foto aerea (scala 1:10,000) dei seguenti elementi:
 - stazione/punto di monitoraggio (ed eventuali altre stazioni e punti di monitoraggio previsti nell'area di indagine, incluse quelle afferenti a reti pubbliche/private di monitoraggio ambientale),
 - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato stradale, aree di cantiere, opere di mitigazione),
 - ricettori sensibili,
 - eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- Immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 253 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

21. GESTIONE DELLE ANOMALIE

Le possibili fasi per la gestione delle anomalie che potranno essere adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento sono:

- descrizione dell'anomalia, che riporti le seguenti informazioni:
 - dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore del prelievo, foto, altri elementi descrittivi),
 - descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge),
 - descrizione delle cause (se non identificate le eventuali ipotesi),
 - eventuali ulteriori analisi effettuate;
- accertamento dell'anomalia:
 - verifiche in situ, effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione,
 - comunicazioni e riscontri da parte dei responsabili delle attività.

In caso l'anomalia venga risolta, saranno comunicati gli esiti delle verifiche effettuate e le indicazioni se l'anomalia rilevata sia imputabile o meno alle attività di cantiere/esercizio dell'opera.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio), verranno individuate soluzioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante:

- comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate;
- attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisti o di entità superiore a quella attesa;
- programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle attività (cantiere ed esercizio), si definirà quale azione correttiva intraprendere in accordo con gli Enti di controllo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 254 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

22. SINTESI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono riportate le attività di monitoraggio previste nelle presenti disposizioni preliminari del monitoraggio.

Tabella 22.1: Quadro Sinottico delle Disposizioni Preliminari per Monitoraggio Onshore

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Atmosfera	ATM-01	<ul style="list-style-type: none"> parametri chimici: biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), polveri fini PM₁₀ e PM_{2,5}; parametri meteorologici: velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare, precipitazioni atmosferiche 	Campionamento con Mezzo mobile	AO - Fase Ante operam No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura Prima dell'entrata in esercizio del Terminale
				PO - Fase Post operam o di esercizio No. 4 campagne di misura (stagionali) della durata di due settimane ciascuna, da svolgersi presso il punto prescelto per un totale di 8 settimane di misura Nel primo anno di attività del Terminale
	ATM-02 ATM-03	<ul style="list-style-type: none"> Polveri aerodisperse 	Deposimetro	CO – Corso d'opera No. 1 campionamento in ogni postazione durante le attività di scavo
	ATM-04	<ul style="list-style-type: none"> Materiali naturali fibrosi 	Prelievo di aria ambientale e analisi di Microscopia Elettronica a Scansione con associata microanalisi (SEM-EDS)	AO - Fase Ante operam No. 1 campagne di misura della durata di due settimane circa, da svolgersi presso il punto prescelto, prima dell'avvio delle attività di scavo CO – Corso d'opera No. 1 campionamento durante le attività di scavo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 255 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Acque Superficiali Interne	A monte e a valle degli attraversamenti a Cielo aperto dei corsi d'acqua	<ul style="list-style-type: none"> Componente biologica (indice STAR-ICMi) Componente chimica (tabella 1/A dell'Allegato 1 alla parte terza del D.Lgs.152/06) Indice IQM/IQMm (Quiliano e Bormida di Spigno) 	Campionamenti e rilievi in sito e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No. 1 campionamento in primavera e 1 in autunno nell'anno precedente l'inizio delle attività di cantiere (STAR-ICMi) No. 1 campionamento ogni tre mesi nell'anno precedente l'inizio delle attività (parametri chimici) No. 1 campagna nell'anno precedente l'inizio delle attività di cantiere (IQM/IQMm)
				CO – Corso d'opera No. 1 campionamento ogni tre mesi (parametri chimici)
				PO – Fase Post operam No. 1 campionamento in primavera e 1 in autunno fino alla stabilizzazione dei parametri rispetto alla condizione rilevata in AO e comunque per non più di cinque anni successivi all'ultimazione dell'opera (STAR-ICMi) No. 1 campionamento ogni tre mesi nell'anno successivo al termine delle attività (parametri chimici) No. 1 campagna nell'anno successivo al termine dei ripristini e dopo 5 anni (IQM/IQMm)
Acque Sotterranee	AS-01 AS-02 AS-03 AS-04 AS-05 AS-06	Torbidità Temperature dell'Acqua Livello freaticometrico pH	Piezometro	AO - Fase Ante operam No.1 campionamento precedente l'apertura del cantiere

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 256 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
		Conducibilità elettrica specifica Potenziale Redox Ossigeno disciolto Sb O ₂ Cloruri Idrocarburi (n-esano) Alluminio Ferro Manganese Arsenico Cadmio Cromo totale Cromo VI Mercurio Nichel Rame Zinco Piombo		CO – Corso d'Opera No.1 campionamento nel periodo di realizzazione dell'attraversamento in trenchless PO - Fase Post operam No.1 campionamento stagionale (per un totale di 4 campionamenti) da effettuarsi nel primo anno a decorrere dalla data di completamento dell'opera
Suolo e Sottosuolo	Si vedano le carte allegare al Piano di Utilizzo delle TRS (DIS-PDU-E-11213 e DIS-PDU-E-11413)	- Umidità a 105 °C - Scheletro - Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo VI) - Idrocarburi C>12 - Amianto (solo nei campioni 0÷1 m da p.c.) - BTEX e IPA (solo in prossimità di infrastrutture stradali, ferroviarie e insediamenti industriali)	Secondo l'Allegato 2 del DPR 120/17	AO - Fase Ante operam No. 1 campagna di indagine
	SUO-01 SUO-02	Descrizione top soil e subsoil + analisi: Tessitura (sabbia, limo, argilla);	Analisi secondo metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche	AO - Fase Ante operam No. 1 campionamento (primavera o autunno)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 257 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
		pH; carbonati totali; carbonio organico; azoto totale; fosforo assimilabile; potassio assimilabile; basi di scambio (Ca, Mg, Na, K); conduttività elettrica; Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.) Saggi ecotossicologici		PO - Fase di Esercizio No. 1 Campionamento annuale (primavera o autunno) per i primi 3 anni successivi alle attività di ripristino morfologico/vegetazionale”
Rumore	RUM - 01 RUM - 02 RUM - 03 RUM - 04 RUM - 05 RUM - 06 RUM - 07 RUM - 08 RUM - 09 RUM - 10 RUM - 11 RUM - 13 RUM - 14 RUM - 15 RUM - 16 RUM - 17 RUM - 18 RUM - 19 RUM - 20 RUM - 21 RUM - 22 RUM - 23 RUM - 24 RUM - 25 RUM - 26 RUM - 27 RUM - 28 RUM - 29 RUM - 30 RUM - 31 RUM - 32 RUM - 33	Livelli di rumorosità	Misure ad integrazione continua con postazione esterna semi-fissa	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) prima dell'inizio dei lavori di costruzione CO - Fase di Cantiere Campagne fonometriche da effettuarsi durante le attività di cantiere in corrispondenza delle fasi di maggior generazione del rumore presso i ricettori acustici individuati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 258 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
	RUM-04 RUM-05			PO - Fase di Esercizio No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) durante il primo anno di esercizio dell'Impianto PDE di Quiliano
Vibrazioni	VIB-01 VIB-02 VIB-03 VIB-04 VIB-05 VIB-06 VIB-07 VIB-08 VIB-09 VIB-10 VIB-11 VIB-12 VIB-13 VIB-14 VIB-15 VIB-16 VIB-17 VIB-18	Livelli vibrazionali	Misure ad integrazione continua con postazione esterna semi-fissa	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna di misura delle vibrazioni (diurno/notturno) prima dell'inizio dei lavori di costruzione
				CO - Fase di Cantiere Campagne di misura delle vibrazioni da effettuarsi durante le attività di cantiere in corrispondenza delle fasi di maggior generazione di vibrazioni presso i ricettori individuati
Biodiversità Terrestre	AVI_01 AVI_02 AVI_03 AVI_04 AVI_05 AVI_06 AVI_07 AVI_08 AVI_09 AVI_10 AVI_11 AVI_12 AVI_13 AVI_14 CHIR_01 CHIR_02 CHIR_03 ANF_01 ANF_02 ANF_03 VEG_01	Avifauna (migratrice e nidificante) Chiroteri Anfibi Vegetazione e Flora Ittiofauna Gambero di Fiume Coleotteri Saproxilici	Osservazione con binocolo/ cannocchiale dai punti di osservazione e lungo i transetti (avifauna) Osservazioni dirette e registrazioni con bat-detector (chiroteri) Osservazioni dirette e punti di ascolto (anfibi) Fotointerpretazione e rilievi fitosociologici e floristici sul campo Pesca elettrica (ittiofauna) Cattura e rilascio (gambero di fiume)	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna stagionale, precedente l'avvio del cantiere per ciascun gruppo: - avifauna nidificante: 1 volta ogni 15 g tra Mag e Lug - avifauna migratoria: 2 volte nei periodi Mar-Apr e Sett-Ott. - Chiroteri: 3 volte (Mar-Mag; Giu-Ago; Sett-Ott) - Anfibi: 3 volte tra Mar-Mag - Vegetazione e Flora: 1 volta tra Mag-Giu - Ittiofauna: 2 volte nel periodo Giugno-Luglio-Agosto; - Gambero di Fiume: 8 volte nel periodo Luglio-Agosto (Cadenza settimanale) - Coleotteri saproxilici: 15 volte nel periodo Giugno-Luglio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 259 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
	VEG_02 VEG_03 VEG_04 VEG_05 VEG_06 VEG_07 VEG_08 ITTIO_01 ITTIO_02 ITTIO_03 ITTIO_04 GAMB_01 GAM_02 COLEO_01 COLEO_02 COLEO_03		Cattura mediante trappole (coleotteri saproxilici)	CO - Fase di Cantiere Durante la fase di costruzione saranno svolte campagne di monitoraggio durante le attività di cantiere maggiormente impattanti sulle aree naturali protette (si vedano i periodi riportati in AO) PO - Fase di Esercizio No.1 campagna stagionale, nei primi 3 anni di esercizio dell'impianto (si vedano i periodi riportati in AO)
Paesaggio	PAE-01 PAE-02 PAE-03 PAE-04 PAE-05 PAE-06 PAE-07 PAE-08 PAE-09 PAE-10 PAE-11 PAE-12	Rilievo Paesaggio	Campagne di rilevamento fotografico e acquisizione immagini satellitari	AO - Fase Ante operam No. 1 campagna di monitoraggio nell'anno antecedente l'inizio delle attività CO - Fase Corso d'opera No. 1 campagna di monitoraggio e acquisizione quindicinale di immagini satellitari PO - Fase Post operam No. 1 campagna di monitoraggio nell'anno successivo agli interventi di ripristino morfologico e dopo 5 anni

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 260 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Tabella 22.2: Quadro Sinottico delle Disposizioni Preliminari per il Monitoraggio Offshore

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Atmosfera - Fuggitive	FSRU	Misura Fuggitive	Analizzatore di gas (sniffer)	PO – Fase di Esercizio No. 1 campagna di misura nel primo anno di esercizio, da ripetersi ogni 3 anni per l'intero esercizio dell'opera
Caratteristiche Meteo-Marine	No. 4 punti intorno al Terminale + No. 4 punti di controllo No. 8 punti in aree di particolare interesse naturalistico No.1 punto in continuo	Dati puntuali di corrente Misure in continuo correntometriche e ondamiche	ADCP Ondametro/correntometro fisso e relativo sistema di trasmissione dati	AO – Fase Ante operam Monitoraggi svolti analogamente ai profili con sonda multiparametrica per un anno su base mensile prima dell'arrivo del Terminale
				PO - Fase di Esercizio Monitoraggi nel primo anno di esercizio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 261 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
Colonna d'acqua	No. 4 punti intorno al Terminale + No. 4 punti di controllo No. 6 punti + No. 3 transetti lungo la condotta No. 8 punti in aree di particolare interesse naturalistico	Profilo idrologico, caratteristiche e analisi ch-fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici, popolamenti planctonici	Sonda multiparametrica Prelievo campioni con bottiglia Niskin Campionamenti con rete dello zooplancton Analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No.4 campagne prima dell'avvio del cantiere (con frequenza stagionale). I profili con sonda multiparametrica e la ricerca di contaminanti sarà svolta per un anno, su base mensile
	Stazioni mobili	Torbidità	Sonda multiparametrica (CTD)	CO - Fase di Cantiere Il monitoraggio sarà limitato allo stato chimico-fisico delle acque e non saranno considerate le stazioni coinvolte direttamente dalle attività di costruzione. Il campionamento sarà effettuato in concomitanza con le principali attività di cantiere per un totale di No. 4 campagne di campionamento nel corso delle attività di costruzione Campagne giornaliere per monitoraggio della torbidità

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 262 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				<p>PO - Fase di Esercizio</p> <p>Campagne stagionali per tutta la durata di esercizio dell'FSRU e nell'anno successivo alla dismissione. Solo durante il primo anno di esercizio i profili di sonda multiparametrica e le analisi chimiche finalizzate alla ricerca dei contaminanti (restano esclusi solidi sospesi, nutrienti e clorofilla) saranno condotte con cadenza mensile. Al termine del primo anno (12 mesi di osservazioni) tale frequenza sarà rivalutata sulla base dei risultati ottenuti</p>
Sedimenti Marini	<p>Area di raggio 300 m intorno al Terminale + No. 2 aree di controllo (No. 3 stazioni per area)</p> <p>No. 6 punti lungo la condotta</p> <p>No. 4 carotaggi su transetto perpendicolare al MT costiero</p>	<p>Caratteristiche e analisi ch-fi e microbiologiche, saggi ecotossicologici</p>	<p>Prelievo campioni Analisi visive e analisi di laboratorio</p>	<p>AO – Fase Ante operam</p> <p>No.2 Campagna in 2 distinte stagioni prima dell'inizio dei lavori di costruzione</p>
				<p>CO – Fase di cantiere</p> <p>Non saranno coinvolte le stazioni coinvolte direttamente dalle attività di costruzione. Il campionamento sarà effettuato in concomitanza con le principali attività di cantiere per un totale di No. 4 campagne di campionamento nel corso delle attività di costruzione</p>

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 263 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				PO - Fase di Esercizio No.2 campagne all'anno con cadenza semestrale per tutta la durata di esercizio del Terminale e nell'anno successivo alla dismissione
Comunità Bentoniche	<u>Popolamenti Macro bentonici di fondo mobile</u> Area intorno al Terminale (raggio di 300 m + No. 2 aree di controllo) No. 6 stazioni lungo la condotta	Caratterizzazione popolamenti macrobentonici	Prelievo con benna e analisi statistiche	AO – Fase Ante operam No. 2 campagne stagionali (estate e inverno) prima dell'arrivo del Terminale
				PO - Fase di Esercizio No. 2 campagne stagionali (estate e inverno), per tutta la durata della fase di esercizio e 1 anno dopo la dismissione dello stesso
	<u>Praterie di Posidonia oceanica:</u> 2 aree in Praterie in aree protette limitrofe 2 aree di controllo 1 transetto sulla prateria di Vado Ligure - Bergeggi	Caratterizzazione dello stato delle praterie	Campionamenti, ROV e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per definire lo stato ecologico dell'habitat prima dell'inizio dei lavori
				CO – Fase di cantiere Campagne annuali (tra giugno e settembre) durante il periodo di realizzazione dell'opera PO - Fase di Esercizio Campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 264 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
	<u>Prati di Cymodocea nodosa:</u> Area interessata dal passaggio condotta (4 transetti)	Caratterizzazione dello stato dei prati di <i>C. nodosa</i> (se presenti)	Campionamenti e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per la valutazione della condizione e dell'estensione dell'habitat prima dell'inizio dei lavori CO – Fase di cantiere Campagne annuali (tra giugno e settembre) durante tutto il periodo di realizzazione dell'opera PO - Fase di Esercizio Campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.
	<u>Coralligeno:</u> No. 5 secche per il coralligeno di superficie nell'area intorno al Terminale No. 3 aree per il coralligeno profondo No. 2 aree di controllo a maggior distanza	Caratterizzazione dello stato del coralligeno	Prelievo tramite operatori scientifici e ROV e analisi statistiche	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna (tra giugno e settembre) per la valutazione della condizione ecologica dell'habitat prima dell'inizio dei lavori CO – Fase di cantiere Campagne annuali (tra giugno e settembre) durante il periodo di realizzazione dell'opera PO - Fase di Esercizio Campagne annuali (tra giugno e settembre) per l'intera operatività del Terminale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 265 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
	<u>Grotte Marine:</u> Grotta marina di Bergeggi (Punta delle Grotte)	Caratterizzazione dello stato della grotta	Campionamento fotografico e analisi sulle comunità bentoniche	AO – Fase Ante operam No. 1 campagna (in estate-inizio autunno) per la valutazione della condizione dell'habitat prima dell'inizio dei lavori
				CO – Fase di cantiere campagne annuali fino al termine della realizzazione dell'opera
	<u>Specie Aliene:</u> No. 3 habitat presenti nell'area interessata dal progetto: coralligeno, fondi mobili e eventuali prati di <i>Cymodocea nodosa</i>	Valutazione della qualità ecologica tramite indice ALEX	Campionamenti da operatori scientifici subacquei e benna	PO - Fase di Esercizio Campagne annuali per l'intera operatività del Terminale.
Risorse Alieutiche	Prossimità del Terminale FSRU, compatibilmente con le zone di interdizione Aree di controllo zona di Bergeggi	Caratterizzazione dei Popolamenti ittici tramite campionamento e tramite studio della Pesca Professionale dell'area	Stessi attrezzi da pesca impiegati dai pescatori professionisti	AO – Fase Ante operam Campionamenti stagionali nell'anno antecedente all'avvio dei lavori
				CO – Fase di cantiere Campionamenti stagionali

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 266 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				PO - Fase di Esercizio Campionamenti stagionali per tutta la durata dell'esercizio del Terminale
Bioaccumulo e Biomarkers	<u>Mitili:</u> No. 4 stazioni lungo il Terminale No. 1 stazione di controllo (Bergeggi) <u>Pesci:</u> No. 4 stazioni lungo il Terminale No. 1 stazione di controllo (Bergeggi)	<u>Mitili:</u> analiti per i quali è previsto l'SQA nel D.lgs 172/15 <u>Pesci:</u> monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs 172/2015)	<u>Bioaccumulo</u> Prelievo e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam <u>Mitili:</u> indagine con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore <u>Pesci:</u> indagine semestrale (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata, nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore
				CO – Fase di cantiere <u>Mitili:</u> indagini durante le fasi di cantiere con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) <u>Pesci:</u> indagini durante le fasi di cantiere semestralmente (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 267 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				PO - Fase di Esercizio <u>Mitili</u> : indagine con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) per il primo anno della fase di esercizio, e successivamente, semestralmente (primavera/autunno) <u>Pesci</u> : indagine semestrale (autunno/inverno), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata
			<u>Biomarkers</u> Prelievo e analisi di laboratorio	AO – Fase Ante operam <u>Mitili</u> : indagine con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore <u>Pesci</u> : indagine 2 volte l'anno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata, nell'anno precedente l'avvio delle attività di cantiere offshore
				CO – Fase di cantiere <u>Mitili</u> : indagini durante le fasi di cantiere con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) <u>Pesci</u> : indagini durante le fasi di cantiere, 2 volte l'anno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 268 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				PO - Fase di Esercizio Mitili: indagine con cadenza stagionale (4 campionamenti/anno) per il primo anno della fase di esercizio, e successivamente, semestralmente (primavera/autunno) Pesci: indagine 2 volte l'anno (settembre-aprile), in periodi lontani da quelli di riproduzione (maggio-agosto) per la specie indagata
Avifauna Marina	Area costiera antistante le aree di progetto	Verifica della struttura e della qualità dei popolamenti di avifauna marina	Conteggio esemplari lungo transetti predefiniti	AO – Fase Ante operam Campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) nell'anno precedente l'inizio delle attività
				CO – Fase di cantiere Campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) per ogni anno durante il periodo di realizzazione delle attività offshore/costiere
				PO - Fase di Esercizio Campagne con frequenza semestrale (inverno e estate) per l'intera operatività del Terminale
Mammiferi e Rettili Marini	Area intorno a mezzi di cantiere (Mitigazione Zone)	Rilievi visivi di mammiferi/rettili marini e rilievi acustici dei cetacei	Osservazioni visive (binocolo) e ascolto tramite idrofono	AO – Fase Ante operam Monitoraggio specifico per il tursiopo con N.1 campagna settimanale di monitoraggio visivo/acustico ogni mese, nell'anno precedente l'inizio della fase di cantiere

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00006	
	PROGETTO / IMPIANTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 269 di 269	Rev. 1

Rif. RINA: P0039549-1-H4_00 – Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale

Componente	P.to di Monitoraggio	Parametro	Modalità	Fase/Frequenza
				CO - Fase di Cantiere Monitoraggio visivo/acustico continuativo di mammiferi e rettili marini per tutta la durata delle attività di cantiere offshore
Rumore Sottomarino	No. 25 punti di misura nell'area intorno alla prevista posizione della FSRU	Rilievi acustici e stima di: - Sound Pressure Level (rms) - Sound Pressure Level (Peak) - Sound Exposure Level - Power Spectral Density	Misure con idrofono, preamplificatore e registratore e stima dei livelli sonori dell'acustica subacquea	AO – Fase Ante operam N.1 campagna di monitoraggio al mese fino all'inizio nell'anno precedente l'inizio della fase di cantiere, contestualmente al posizionamento di n. 2 recorder fissi nei pressi dell'AMP Bergeggi e a nord dell'area FSRU che opereranno in continuo
				CO - Fase di Cantiere Monitoraggio continuativo dei livelli di rumore nelle 24h per tutta la durata delle attività di cantiere offshore
				PO – Fase di Esercizio N.2 campagne di misurazione ogni anno, una in condizione di acque estive (settembre-ottobre) e una in condizione di acque invernali (gennaio/febbraio).