



# **GALSI S.p.A.**

## **Milano, Italia**

---

<b>Gasdotto Algeria - Sardegna - Italia (GALSI) Tratto Sardegna</b>	<b>Studio di Impatto Ambientale (Sezione IIc) Quadro di Riferimento Ambientale Sezione off-shore Porto Botte</b>
---	--

**INDICE**

	<b><u>Pagina</u></b>
<b>ELENCO DELLE TABELLE</b>	<b>IV</b>
<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>VIII</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 ASPETTI METODOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	<b>3</b>
2.1 MATRICE CAUSA-CONDIZIONE-EFFETTO	3
2.2 CRITERI PER LA STIMA DEGLI IMPATTI	4
2.3 CRITERI PER IL CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI	5
<b>3 DEFINIZIONE DELL'AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	7
3.1.1 Descrizione del Tracciato della Condotta Sottomarina	7
3.1.2 Descrizione del Tracciato del Metanodotto on-shore (dall'Approdo di Porto Botte al Ternimnale di Porto Botte)	7
3.1.3 Terminale di Porto Botte	7
3.2 DEFINIZIONE DELL'AREA VASTA	7
3.2.1 Aspetti Metodologici	7
3.2.2 Area Vasta del Tratto Off-Shore	8
<b>4 ATMOSFERA</b>	<b>10</b>
4.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	10
4.1.1 Caratterizzazione Meteorologica	10
4.1.2 Qualità dell'Aria	13
4.2 IMPATTI POTENZIALI	23
4.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	23
4.3.1 Variazione delle caratteristiche di Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi da Mezzi Navali	23
4.3.2 Variazione delle Caratteristiche di Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi e Polveri da Attività di Cantiere a Terra	28
<b>5 AMBIENTE IDRICO, MARINO E COSTIERO</b>	<b>33</b>
5.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	34
5.1.1 Morfologia e Dinamica della Fascia Costiera	34
5.1.2 Circolazione delle Acque Marine	34
5.1.3 Caratteristiche Meteorologiche	35
5.1.4 Acque Marine	37
5.1.5 Acque Superficiali	41
5.1.6 Acque Sotterranee	45
5.2 IMPATTI POTENZIALI	47
5.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	48
5.3.1 Consumo di Risorse per Prelievi Idrici connessi alle Attività di Cantiere	48
5.3.2 Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali dovute agli Scarichi Idrici (Fase di Cantiere e Collaudo)	51
5.3.3 Contaminazione delle Acque per effetto di Spillamenti e Spandimenti Accidentali (Tratto Off-Shore e On-Shore)	54

**INDICE**  
**(Continuazione)**

	<u>Pagina</u>
5.3.4 Alterazione Caratteristiche di Qualità delle Acque Marine ed Incremento della Torbidità connesse a Risospensione di Sedimenti del Fondale	54
5.3.5 Interazioni con i Flussi Idrici Superficiali per Scavo della Trincea e Messa in Opera della Condotta (Tratto On-Shore)	56
<b>6 SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	<b>58</b>
6.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	59
6.1.1 Aspetti Geomorfologici	59
6.1.2 Inquadramento Geologico	59
6.1.3 Distribuzione e Qualità dei Sedimenti Marini	61
6.1.4 Uso del Suolo	63
6.2 IMPATTI POTENZIALI	63
6.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	64
6.3.1 Contaminazione del Suolo/Fondale Marino connessa alla Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Collaudo)	64
6.3.2 Alterazione Potenziale della Qualità del Suolo/Fondale Marino connessa a Spillamenti/Spandimenti	65
6.3.3 Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale Marino	65
6.3.4 Alterazioni dei Flussi Idrici Sotterranei per Scavo della Trincea e Messa in Opera della Condotta	65
<b>7 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI</b>	<b>67</b>
7.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	67
7.1.1 Vegetazione	67
7.1.2 Aree Naturali Protette, Rete Natura 2000 ed IBA	67
7.1.3 Caratterizzazione Ambiente Terrestre	68
7.1.4 Caratterizzazione Ambiente Marino	69
7.2 IMPATTI POTENZIALI	72
7.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	73
7.3.1 Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri ed Inquinanti (Fase di Cantiere)	73
7.3.2 Disturbi alla Fauna Dovuti ad Emissione Sonore (Fase di Cantiere)	74
7.3.3 Aumento di Torbidità delle Acque connesso a Risospensione di Sedimenti (Fase di Cantiere)	76
7.3.4 Consumi di Habitat dovuti all'Occupazione di Suolo/Fondale	77
7.3.5 Interferenze/Danneggiamenti alle Prateria di Posidonia Oceanica	80
<b>8 ASPETTI STORICO-PAESAGGISTICI</b>	<b>81</b>
8.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	81
8.1.1 Aree di Interesse Paesaggistico Ambientale	81
8.1.2 Aree di Interesse Archeologico e Storico Culturale	81
8.1.3 Aree di Interesse Archeologico	82
8.2 IMPATTI POTENZIALI	82
8.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	82
8.3.1 Impatto nei Confronti della Presenza di Segni dell'Evoluzione Storica del Territorio	82

**INDICE**  
**(Continuazione)**

	<u><b>Pagina</b></u>
8.3.2 Impatto Percettivo Connesso alla Presenza delle Strutture di Cantiere	83
8.3.3 Impatto Percettivo Connesso alla Presenza del Terminale di Porto Botte	84
<b>9 ECOSISTEMI ANTROPICI, INFRASTRUTTURE E ASPETTI SOCIO-ECONOMICI</b>	<b>92</b>
9.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE A LIVELLO REGIONALE	92
9.1.1 Pesca e Acquacoltura	92
9.1.2 Turismo nelle Zone Costiere	97
9.1.3 Rete Portuale e Trasporti Marittimi	99
9.2 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE - AREA VASTA DI PORTO BOTTE E SUD-OVEST SARDEGNA	101
9.2.1 Infrastrutture di Trasporto e Traffico Terrestre	101
9.2.2 Attività di Pesca e Risorse Ittiche	101
9.2.3 Aree di Interesse Archeologico	105
9.3 IMPATTI POTENZIALI	105
9.4 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	106
9.4.1 Limitazione/Perdite d'Uso del Suolo/Fondale	106
9.4.2 Disturbi alla Viabilità Terrestre	110
9.4.3 Interferenze con il Traffico Marittimo	112
9.4.4 Interferenza con Attività di Pesca	114
9.4.5 Impatto sull'Occupazione dovuto alla Richiesta di Manodopera (Tratto Off-Shore e On-shore)	117
9.4.6 Impatto connesso alla Richiesta di Servizi per Soddisfacimento Necessità Personale Coinvolto	118
<b>10 RUMORE</b>	<b>119</b>
10.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE	119
10.1.1 Normativa Nazionale di Riferimento in Materia di Inquinamento Acustico	119
10.1.2 Caratteristiche del Sito	126
10.2 IMPATTI POTENZIALI	126
10.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	126
10.3.1 Impatto sul Clima Acustico durante le Attività di Cantiere (Approdo e Tratto On-Shore)	126
10.3.2 Impatto sulla Rumorosità Ambientale delle Attività di Cantiere (Tratto Off-Shore)	130
10.3.3 Impatto sulla Rumorosità Ambientale per Emissioni Sonore dal Terminale di Porto Botte	130

**RIFERIMENTI**

**ELENCO DELLE TABELLE**

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 4.1: Localizzazione della Stazione Meteorologica AM 548 (Carloforte)	11
Tabella 4.2: Distribuzione delle Frequenze Annuali (‰) Stazione ENEL/SMAM di Carloforte (Periodo 1951/1989)	11
Tabella 4.3: Direzione e Velocità del Vento, Distribuzione delle Frequenza annuali, Stazione ENEL/SMAM di Carloforte	12
Tabella 4.4: DM 60/02 – Valori Limite e Livelli di Allarme per i Principali Inquinanti Atmosferici	15
Tabella 4.5: Dotazione Stazioni di Monitoraggio Qualità dell'Aria - 2006	17
Tabella 4.6: Valori Medi Annui di Inquinamento - 2006	18
Tabella 4.7: 98° Percentile dei Valori di Inquinamento - 2006	18
Tabella 4.8: Valori Massimi Orari o Biorari di Inquinamento - 2006	19
Tabella 4.9: Numero di Superamenti dei Limiti di Legge (D.M. 60/02) - 2006	19
Tabella 4.10: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Elementi Introduttivi	24
Tabella 4.11: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	24
Tabella 4.12: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	25
Tabella 4.13: Stima Emissioni Traffico Navale, Fattori di Emissione	26
Tabella 4.14: Stima Emissioni Traffico Navale, Consumi di Combustibile per Tipologia di Nave	26
Tabella 4.15: Stima Emissioni Traffico Navale, Consumi di Combustibile per Fase di Navigazione	27
Tabella 4.16: Stima delle Emissioni da Traffico Navale, Posa della Condotta	27
Tabella 4.17: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	28
Tabella 4.18: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Elementi Introduttivi	29
Tabella 4.19: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	29
Tabella 4.20: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	30
Tabella 4.21: Stima Emissioni da Mezzi Terrestri, Fattori di Emissione EMEP-CORINAIR	30
Tabella 4.22: Stima delle Emissioni in Atmosfera da Attività di Cantiere a Terra	31
Tabella 4.23: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	32
Tabella 5.1: Stazione di Capo Sperone, Eventi Estremi del Clima Ondoso	36
Tabella 5.2: Classificazione degli Indici di Qualità	43
Tabella 5.3: Bacino del Rio Palmas: stato di qualità delle acque superficiali	44
Tabella 5.4: Misura di Ossigeno (Condizioni di Anossia)	44
Tabella 5.5: Caratteristiche dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario Sulcis	46
Tabella 5.6: Classificazione Chimica in Funzione dei Parametri di Base	46
Tabella 5.7: Monitoraggio dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis	47
Tabella 5.8: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Elementi Introduttivi	48

## ELENCO DELLE TABELLE (Continuazione)

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 5.9: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	49
Tabella 5.10: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	49
Tabella 5.11: Stima dei Prelievi Idrici	49
Tabella 5.12: Consumi di Risorse per Prelievi Idrici da Attività di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	50
Tabella 5.13: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Elementi Introduttivi	51
Tabella 5.14: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	51
Tabella 5.15: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	52
Tabella 5.16: Stima degli Scarichi Idrici	52
Tabella 5.17: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	53
Tabella 5.18: Contaminazione delle Acque per Effetto di Spillamenti e Spandimenti, Misure di Mitigazione	54
Tabella 5.19: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Elementi Introduttivi	55
Tabella 5.20: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	55
Tabella 5.21: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	55
Tabella 5.22: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Misure di Mitigazione	56
Tabella 5.23: Interazioni con i Flussi Idrici Superficiali, Misure di Mitigazione	57
Tabella 6.1: Ubicazione e Profondità dei Sondaggi Geofisici/Geotecnici	60
Tabella 6.2 Stratigrafie dei Sondaggi Geofisici/Geotecnici	61
Tabella 6.3: Uso Suolo	63
Tabella 6.4: Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Collaudo), Misure di Mitigazione	65
Tabella 6.5: Alterazioni dei Flussi Idrici Sotterranei, Misure di Mitigazione	66
Tabella 7.1: Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri e Inquinanti, Elementi Introduttivi	73
Tabella 7.2: Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri e Inquinanti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	74
Tabella 7.3: Disturbi alla Fauna per Emissioni Sonore, Elementi Introduttivi	75
Tabella 7.4: Disturbi alla Fauna per Emissioni Sonore, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	75
Tabella 7.5: Aumento di Torbidità delle Acque connesso a Risospensione di Sedimenti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	77
Tabella 7.6: Consumi di Habitat, Elementi Introduttivi	77
Tabella 7.7: Consumi di Habitat	78
Tabella 7.8: Consumi di habitat, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	79
Tabella 7.9: Interferenze/Danneggiamenti alle Praterie di Posidonia Oceanica, Misure di Mitigazione	80

**ELENCO DELLE TABELLE  
(Continuazione)**

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 8.1: Impatto nei Confronti della Presenza di Segni dell'Evoluzione Storica del Territorio, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	83
Tabella 8.2: Impatto percettivo per la Presenza delle Strutture di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	84
Tabella 8.3: Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	84
Tabella 8.4: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	85
Tabella 8.5: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Sensibilità Paesistica del Sito	89
Tabella 8.6: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Grado di Incidenza Paesistica	90
Tabella 8.7: Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	91
Tabella 9.1: Pesca, Caratteristiche Sistemi di Pesca	94
Tabella 9.2: Numero di Impianti e Volume Globale di Allevamento Intensivo per Tipologia	96
Tabella 9.3: Acquacoltura, Caratteristiche Allevamenti	97
Tabella 9.4: Caratteristiche Tecnico-Infrastrutturali dei Principali Scali Regionali	100
Tabella 9.5: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Elementi Introduttivi	106
Tabella 9.6: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	107
Tabella 9.7: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	107
Tabella 9.8: Occupazione Temporanee e Permanenti di Fondale	108
Tabella 9.9: Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo	108
Tabella 9.10: Occupazioni/Limitazioni d'Uso di Suolo/Fondale, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	109
Tabella 9.11: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	110
Tabella 9.12: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	111
Tabella 9.13: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	111
Tabella 9.14: Interferenze con il Traffico Marittimo, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	112
Tabella 9.15: Interferenze con il Traffico Marittimo, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	113
Tabella 9.16: Aree di Possibile Interdizione alla Navigazione, Posa della Condotta Sottomarina	113
Tabella 9.17: Interferenze con Traffici Marittimi, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	114
Tabella 9.18: Interferenze con le Attività di Pesca, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	115
Tabella 9.19: Interferenze con le Attività di Pesca, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	115
Tabella 9.20: Interferenze con le Attività di Pesca, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	117
Tabella 10.1: Rumore Ambientale, Criterio Assoluto	120
Tabella 10.2: Classi per Zonizzazione Acustica del Territorio Comunale	120
Tabella 10.3: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Elementi Introduttivi	126

---

**ELENCO DELLE TABELLE  
(Continuazione)**

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 10.4: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale	127
Tabella 10.5: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale	127
Tabella 10.6: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Stima delle Emissioni Sonore	129
Tabella 10.7: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione	129

---

## ELENCO DELLE FIGURE

### **Figura No.**

- Figura 2.1 Matrice Causa-Condizione-Effetto
- Figura 4.1 Tratto Off-shore Porto Botte, Regime Anemologico (Stazioni di Carloforte e Capo Sperone)
- Figura 5.1 Golfo di Palmas, Morfologia e Dinamica Costiera
- Figura 5.2 Golfo di Palmas, Caratterizzazione Meteomarina, Osservazioni dalla Stazione di Capo Sperone, Anni 1929-1957
- Figura 5.3 Costa Occidentale della Sardegna, Caratteristiche delle Acque Marine, Temperatura e Salinità
- Figura 5.4 Costa Occidentale della Sardegna, Caratteristiche delle Acque Marine, Ossigeno Disciolto
- Figura 5.5 Costa Occidentale della Sardegna, Caratteristiche delle Acque Marine, Indice Trofico
- Figura 5.6 Costa Sud Occidentali della Sardegna, Caratteristiche di Balneabilità delle Acque Marine, Giudizio di Idoneità
- Figura 5.7 Porto Botte e Golfo di Palmas, Caratteristiche di Balneabilità delle Acque Marine, Tipo di Inquinamento Rilevato
- Figura 5.8 Idrografia superficiale
- Figura 7.1 Rete Natura 2000 e Important Bird Areas (IBA)
- Figura 7.2 Distribuzione della Prateria di Posidonia oceanica nel Golfo di Palmas
- Figura 7.3 Natura dei Fondali, Approdo di Porto Botte
- Figura 8.1 Modello Tridimensionale del Terminale di Porto Botte
- Figura 8.2 Fotoinserimenti del Terminale di Porto Botte.
- Figura 9.1 Viabilità Locale
- Figura 9.2 Pesca e Navigazione, Tratto Off-Shore Meridionale

**RAPPORTO  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SEZIONE II C)  
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE  
SEZIONE OFF-SHORE PORTO BOTTE  
GASDOTTO ALGERIA – SARDEGNA – ITALIA (GALSI)  
TRATTO SARDEGNA**

## **1 INTRODUZIONE**

Nel Quadro di Riferimento Ambientale del SIA sono individuate, analizzate e quantificate tutte le possibili interazioni del progetto con l'ambiente ed il territorio circostante. In questa sezione dello studio, in particolare, a partire dalla caratterizzazione e dall'analisi delle singole componenti ambientali, vengono descritti il sistema ambientale di riferimento e le eventuali interferenze con l'opera a progetto.

Le informazioni presentate nel rapporto rispondono a quanto indicato dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia di VIA. La metodologia concettuale per la valutazione dell'impatto ambientale, indicata in primo luogo dalla Direttiva CEE 85/337 del 27 Giugno 1985 e recepita poi nella legislazione nazionale, si articola sostanzialmente nelle fasi seguenti:

- fase conoscitiva che, a sua volta, si articola in due aree di studio e precisamente:
  - descrizione e caratterizzazione del progetto dell'opera all'interno del sistema costituito dagli strumenti di pianificazione territoriale (Quadri di Riferimento Programmatico e Progettuale del SIA),
  - descrizione e caratterizzazione delle componenti ambientali utilizzate per rappresentare il sistema ambientale di riferimento;
- fase previsionale, ovvero della descrizione e misura delle eventuali modifiche ambientali in termini quali-quantitativi, spaziali e temporali;
- fase di valutazione, ovvero del processo di determinazione del significato quali-quantitativo dell'impatto previsto sull'ambiente;
- fase della comunicazione, ovvero della sintesi, in linguaggio non tecnico, delle informazioni acquisite, allo scopo di facilitarne la diffusione, la comprensione e l'acquisizione da parte del pubblico.

Nel caso del presente studio, la traduzione della suddetta procedura concettuale si è concretizzata nei seguenti punti:

- si è posta la massima cura al fine di non escludere o sottovalutare a priori alcun effetto ambientale o socio-economico, derivante dall'intervento progettato, il quale possa essere ritenuto importante da un qualsiasi punto di vista o da un qualunque particolare soggetto presente sul territorio;
- pur evidenziando le possibili interazioni e conseguenze secondarie e indotte connesse all'esercizio dell'opera, si è evitato nel contempo, sulla base di verifiche tecniche, di

spingere lo studio su argomenti poco o per nulla significativi in relazione al problema in oggetto (ed alla sua scala);

- l'analisi tecnica si è estesa anche ad individuare ed evidenziare le conseguenze ambientali di eventuali possibili alternative tecnico-impiantistiche al progetto proposto e le tecnologie disponibili per ridurre gli effetti negativi sull'ambiente che non siano eliminabili (misure mitigative).

In ragione della complessità del progetto, si è reso necessario articolare il Quadro di Riferimento Ambientale nelle seguenti tre sezioni:

- la sezione off-shore Porto Botte (Sezione IIc), relativa a:
  - la condotta sottomarina DN 650 (26") P 183 bar Algeria - Sardegna, con approdo a Porto Botte (Sardegna sud-occidentale),
  - il Terminale di Arrivo di Porto Botte e il relativo breve tratto di metanodotto a terra tra l'approdo e il Terminale;
- la sezione off-shore Olbia (Sezione IIId), relativa alla condotta sottomarina DN 650 (32") P 200 bar off-shore Olbia, comprensiva del breve tratto di metanodotto a terra tra la Centrale di Olbia e l'approdo;
- sezione terrestre (Sezione IIe), relativa al metanodotto Porto Botte – Olbia di attraversamento dell'intera Sardegna, da Sud-Ovest a Nord-Est, costituita da una condotta DN 1200 (48"), P 75 bar.

A livello operativo, in ognuna delle tre sezioni del Quadro di Riferimento Ambientale, si è proceduto a:

- effettuare un'analisi conoscitiva preliminare in cui:
  - sono stati identificati i fattori di impatto collegati all'opera (si veda il Capitolo 2), in base a cui selezionare le componenti ambientali sulle quali possono essere prodotte le interferenze potenziali (la metodologia adottata è basata sulla matrice Causa-Condizione-Effetto),
  - è stata individuata un'area vasta preliminare nella quale inquadrare tutte le potenziali influenze dell'opera (si veda il Capitolo 3);
- realizzare, per le varie componenti ambientali individuate, l'analisi di dettaglio. Individuato con esattezza l'ambito di influenza, sono stati effettuati studi specialistici su ciascuna componente, riportati nei Capitoli 4 e successivi, attraverso un processo generalmente suddiviso in tre fasi:
  - caratterizzazione dello stato attuale;
  - identificazione e stima degli impatti;
  - definizione delle misure di mitigazione e compensazione, ove significativo.

## 2 ASPETTI METODOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Nel presente capitolo sono indicati gli aspetti metodologici a cui si è fatto riferimento nel presente studio per la valutazione degli impatti dell'opera. In particolare sono descritti:

- l'approccio metodologico seguito per l'identificazione degli aspetti potenziali dell'opera, basato sulla costruzione della matrice causa-condizione-effetto (Paragrafo 2.1);
- i criteri adottati per la stima degli impatti (Paragrafo 2.2);
- i criteri adottati per il contenimento degli impatti (Paragrafo 2.3).

### 2.1 MATRICE CAUSA-CONDIZIONE-EFFETTO

Lo studio di impatto ambientale in primo luogo si pone l'obiettivo di identificare i possibili impatti significativi sulle diverse componenti dell'ambiente, sulla base delle caratteristiche essenziali del progetto dell'opera e dell'ambiente, e quindi di stabilire gli argomenti di studio su cui avviare la successiva fase di analisi e previsione degli impatti.

Più esplicitamente, per il progetto in esame è stata seguita la metodologia che fa ricorso alle cosiddette “matrici coassiali del tipo Causa-Condizione-Effetto”, per identificare, sulla base di considerazioni di causa-effetto e di semplici scenari evolutivi, gli impatti potenziali che la sua attuazione potrebbe causare.

La metodologia è basata sulla composizione di una griglia che evidenzia le interazioni tra opera ed ambiente e si presta particolarmente per la descrizione organica di sistemi complessi, quale quello qui in esame, in cui sono presenti numerose variabili. L'uscita sintetica sotto forma di griglia può inoltre semplificare il processo graduale di discussione, verifica e completamento.

A livello operativo si è proceduto alla costruzione di liste di controllo (checklist), sia del progetto che dei suoi prevedibili effetti ambientali nelle loro componenti essenziali, in modo da permettere una analisi sistematica delle relazioni causa-effetto sia dirette che indirette. L'utilità di questa rappresentazione sta nel fatto che vengono mantenute in evidenza tutte le relazioni intermedie, anche indirette, che concorrono a determinare l'effetto complessivo sull'ambiente.

In particolare sono state individuate quattro checklist così definite:

- le **Componenti Ambientali** influenzate, con riferimento sia alle componenti fisiche che a quelle socio-economiche in cui è opportuno che il complesso sistema dell'ambiente venga disaggregato per evidenziare ed analizzare a che livello dello stesso agiscano i fattori causali sopra definiti. Le componenti ambientali a cui si è fatto riferimento sono quelle definite al Paragrafo 3.2;
- le **Attività di Progetto**, cioè l'elenco delle caratteristiche del progetto in esame scomposto secondo fasi operative ben distinguibili tra di loro rispetto al tipo di impatto che possono produrre (costruzione, esercizio e chiusura). L'individuazione delle principali attività connesse alla realizzazione dell'opera, suddivise con riferimento alla fase di costruzione e alla fase di esercizio, è riportata nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA;

- i **Fattori Causali di Impatto**, cioè le azioni fisiche, chimico-fisiche o socio-economiche che possono essere originate da una o più delle attività proposte e che sono individuabili come fattori che possono causare oggettivi e specifici impatti. L'individuazione dei fattori causali di impatto è riportata, con riferimento alla fase di costruzione e alla fase di esercizio dell'opera, nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA;
- gli **Impatti Potenziali**, cioè le possibili variazioni delle attuali condizioni ambientali che possono prodursi come conseguenza diretta delle attività proposte e dei relativi fattori causali, oppure come conseguenza del verificarsi di azioni combinate o di effetti sinergici. A partire dai fattori causali di impatto definiti come in precedenza descritto si può procedere alla identificazione degli impatti potenziali con riferimento ai quali effettuare la stima dell'entità di tali impatti. Per l'opera in esame la definizione degli impatti potenziali è stata condotta con riferimento alle singole componenti ambientali individuate ed è esplicitata, per ciascuna componente, nei Capitoli da 4 a 9.

Sulla base di tali liste di controllo si è proceduto alla composizione della matrice Causa-Condizione-Effetto, presentata in Figura 2.1, che rappresenta il quadro di riferimento nel quale sono evidenziate le relazioni reciproche dei singoli studi settoriali. La matrice Causa-Condizione-Effetto è stata utilizzata quale strumento di verifica, dalla quale sono state progressivamente eliminate le relazioni non riscontrabili nella realtà o ritenute non significative ed invece evidenziate, nelle loro subarticolazioni, quelle principali.

Lo studio si è concretizzato, quindi, nella verifica dell'incidenza reale di questi impatti potenziali in presenza delle effettive condizioni localizzative e progettuali e sulla base delle risultanze delle indagini settoriali, inerenti i diversi parametri ambientali. Questa fase, definibile anche come fase descrittiva del sistema "impatto-ambiente", assume sin dall'inizio un significato centrale in quanto è dal suo risultato che deriva la costruzione dello scenario delle situazioni e correlazioni su cui è stata articolata l'analisi di impatto complessiva presentata ai capitoli successivi.

Il quadro che ne emerge, delineando i principali elementi di impatto potenziale, orienta infatti gli approfondimenti richiesti dalle fasi successive e consente di discriminare tra componenti ambientali con maggiori o minori probabilità di impatto. Da essa procede inoltre la descrizione più approfondita del progetto stesso e delle eventuali alternative tecnico-impiantistiche possibili, così come dello stato attuale dell'ambiente e delle sue tendenze naturali di sviluppo, che sono oggetto di studi successivi.

## 2.2 CRITERI PER LA STIMA DEGLI IMPATTI

L'analisi e la stima degli impatti hanno lo scopo di fornire la valutazione degli impatti medesimi rispetto a criteri prefissati dalle norme, eventualmente definiti per lo specifico caso. Tale fase rappresenta quindi la sintesi e l'obiettivo dello studio d'impatto.

Per la valutazione degli impatti è necessario definire criteri espliciti di interpretazione che consentano, ai diversi soggetti sociali ed individuali che partecipano al procedimento di VIA, di formulare i giudizi di valore. Tali criteri, indispensabili per assicurare una adeguata obiettività nella fase di valutazione, permettono di definire la significatività di un impatto e sono relativi alla definizione di:

- impatto reversibile o irreversibile;
- impatto a breve o a lungo termine;

- scala spaziale dell'impatto (locale, regionale, etc.);
- impatto evitabile o inevitabile;
- impatto mitigabile o non mitigabile;
- entità dell'impatto;
- frequenza dell'impatto;
- capacità di ammortizzare l'impatto;
- concentrazione dell'impatto su aree critiche.

Il riesame delle ricadute derivanti dalla realizzazione dell'opera sulle singole componenti ambientali si pone quindi l'obiettivo di definire un quadro degli impatti più significativi prevedibili sul sistema ambientale complessivo, indicando inoltre le situazioni transitorie attraverso le quali si configura il passaggio dalla situazione attuale all'assetto di lungo termine. Si noti che le analisi condotte sulle singole componenti ambientali, essendo impostate con l'ausilio delle matrici Causa-Condizione-Effetto, già esauriscono le valutazioni di carattere più complessivo e considerano al loro interno le interrelazioni esistenti tra le diverse configurazioni del sistema.

Nel caso dell'opera in esame la stima degli impatti è stata condotta con riferimento alle singole componenti ambientali a partire dagli impatti potenziali individuati; il risultato di tale attività è esplicitato, con riferimento a ciascuna componente ambientale, nei Capitoli da 4 a 9.

## **2.3 CRITERI PER IL CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI**

La mitigazione e compensazione degli impatti rappresentano non solamente un argomento essenziale in materia di VIA, ma anche un fondamentale requisito normativo (Articolo 4 del DPCM 27 Dicembre 1988). Questa fase consiste nel definire quelle azioni da intraprendere a livello di progetto per ridurre eventuali impatti negativi su singole variabili ambientali. È infatti possibile che la scelta effettuata nelle precedenti fasi di progettazione, pur costituendo la migliore alternativa in termini di effetti sull'ambiente, induca impatti significativamente negativi su singole variabili del sistema antropico-ambientale.

A livello generale possono essere previste le seguenti misure di mitigazione e di compensazione:

- evitare l'impatto completamente, non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- minimizzare l'impatto, limitando la magnitudo o l'intensità di un'attività;
- rettificare l'impatto, intervenendo sull'ambiente danneggiato con misure di riqualificazione e reintegrazione;
- ridurre o eliminare l'impatto tramite operazioni di salvaguardia e di manutenzione durante il periodo di realizzazione e di esercizio dell'intervento;
- compensare l'impatto, procurando o introducendo risorse sostitutive.

Le azioni mitigatrici devono tendere pertanto a ridurre tali impatti avversi, migliorando contestualmente l'impatto globale dell'intervento proposto. Per l'opera in esame l'identificazione delle misure di mitigazione e compensazione degli impatti è stata condotta

con riferimento alle singole componenti ambientali e in funzione degli impatti stimati ed è esplicitata, per ciascuna componente, nei Capitoli da 4 a 9.

### **3 DEFINIZIONE DELL'AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO**

Nel presente Capitolo viene definito l'ambito territoriale di interesse per il presente studio, inteso come sito di localizzazione dell'opera e area vasta nella quale possono essere risentite le interazioni potenziali indotte dalla realizzazione dell'opera.

#### **3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA**

##### **3.1.1 Descrizione del Tracciato della Condotta Sottomarina**

Il tracciato della condotta sottomarina, ubicato in prossimità dell'angolo sud-occidentale della Sardegna, interessa le acque territoriali italiane per una lunghezza complessiva di circa 45 km: la linea di base coincide infatti con l'allineamento tra l'Isola di S. Pietro e l'Isola del Toro, per cui il Golfo di Palmas risulta completamente interno ad essa (Figura 1.1 dell'introduzione).

La condotta sottomarina entra nelle acque territoriali italiane ad una profondità superiore ai -300 m, con direzione Est-Nord-Est, fin circa a intersecare la linea di base. In prossimità dell'intersezione, che avviene a Nord-Ovest dell'Isola del Toro ad una profondità di circa -100 m, il tracciato piega verso Nord per entrare nel Golfo di Palmas tra l'Isola la Vacca e l'Isola di Sant'Antioco; la profondità decresce abbastanza rapidamente, scendendo a circa -30 m in prossimità dell'Isola la Vacca, circa 7 km dopo aver superato la linea di base. A questo punto il tracciato piega ancora verso Nord, per mantenersi parallelo all'Isola di Sant'Antioco, ad una distanza di circa 2 km dalla costa e, raggiunta l'isobata di -20 m, piega leggermente in direzione Est per compiere gli ultimi 8 km fino all'approdo in direzione Nord-Est (Figura 1.1 dell'introduzione).

##### **3.1.2 Descrizione del Tracciato del Metanodotto on-shore (dall'Approdo di Porto Botte al Terminale di Porto Botte)**

Il tracciato del metanodotto che si estende in direzione Nord tra l'approdo e il Terminale di Porto Botte presenta una lunghezza pari a circa 1.5 km. Il primo tratto a partire dall'approdo interessa direttamente la Salina di S. Antioco per circa 1 km mentre il restante tracciato risulta inserito all'interno di un contesto agricolo.

##### **3.1.3 Terminale di Porto Botte**

Il Terminale di Arrivo della condotta fra Algeria e Sardegna (Terminale di Porto Botte) è ubicato in una zona agricola pianeggiante retrostante le Saline di Sant'Antioco e lontano da centri abitati. L'area occupata dall'impianto sarà di circa 56,000 m<sup>2</sup>.

#### **3.2 DEFINIZIONE DELL'AREA VASTA**

##### **3.2.1 Aspetti Metodologici**

L'ambito territoriale di riferimento utilizzato per il presente studio (area vasta) non è stato definito rigidamente; sono state invece determinate diverse aree soggette all'influenza

potenziale derivante dalla realizzazione del progetto, con un procedimento di individuazione dell'estensione territoriale all'interno della quale si sviluppa e si esaurisce la sensibilità dei diversi parametri ambientali agli impulsi prodotti dalla realizzazione ed esercizio dell'intervento.

L'analisi è stata condotta principalmente sulla base della conoscenza del territorio e dei suoi caratteri ambientali, consentendo di individuare le principali relazioni tra tipologia dell'opera e caratteristiche ambientali.

L'identificazione di un'area vasta preliminare è dettata dalla necessità di definire, preventivamente, l'ambito territoriale di riferimento nel quale possono essere inquadrati tutti i potenziali effetti della realizzazione dell'opera e all'interno del quale realizzare tutte le analisi specialistiche per le diverse componenti ambientali di interesse.

Il principale criterio di definizione dell'ambito di influenza potenziale dell'opera è funzione della correlazione tra le caratteristiche generali dell'area di inserimento e i potenziali fattori di impatto ambientale determinati dall'opera in progetto ed individuati dall'analisi preliminare. Tale criterio porta ad individuare un'area entro la quale, allontanandosi gradualmente dall'infrastruttura, si ritengono esauriti o non avvertibili gli effetti dell'opera.

Su tali basi, si possono definire le caratteristiche generali dell'area vasta preliminare:

- ogni potenziale interferenza sull'ambiente direttamente o indirettamente dovuta alla realizzazione dell'opera deve essere sicuramente trascurabile all'esterno dei confini dell'area vasta preliminare;
- l'area vasta preliminare deve includere tutti i ricettori sensibili ad impatti anche minimi sulle diverse componenti ambientali di interesse;
- l'area vasta preliminare deve avere caratteristiche tali da consentire il corretto inquadramento dell'opera in progetto nel territorio in cui verrà realizzata.

La selezione dell'area vasta preliminare è stata oggetto di verifiche successive durante i singoli studi specialistici per le diverse componenti, con lo scopo di assicurarsi che le singole aree di studio definite a livello di analisi fossero effettivamente contenute all'interno dell'area vasta preliminare.

### **3.2.2 Area Vasta del Tratto Off-Shore**

Gli ambiti territoriali di riferimento considerati nella descrizione del sistema ambientale sono prevalentemente definiti a scala provinciale e sub-provinciale, mentre le analisi di impatto hanno fatto sovente riferimento ad una scala locale (qualche chilometro), in particolare all'area vasta di Porto Botte e al Golfo di Palmas.

Al fine di sintetizzare le scelte fatte, sono riassunte nel seguito le singole aree di studio definite per le componenti ambientali di interesse.

#### **3.2.2.1 Atmosfera**

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area d'interesse sono stati acquisiti i dati registrati ENEL/SMAM (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare), relativamente alla stazione di Carloforte (Carbonia Igleisas). In considerazione delle caratteristiche dell'area, dei dati rilevati e della relativa vicinanza al punto di previsto approdo di Porto Botte, la stazione è stata ritenuta rappresentativa delle condizioni climatiche locali.

### 3.2.2.2 Ambiente Idrico

Con riferimento all'area marino-costiera interessata dalla condotta sottomarina, lo studio di caratterizzazione della componente è stato condotto a scala locale ed ha preso in esame il Golfo di Palmas in corrispondenza dell'approdo di Porto Botte. In particolare sono stati analizzati gli aspetti relativi alle caratteristiche meteo-marine principali, alla morfologia della costa, alle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche e ai risultati dei controlli sulla balneabilità delle acque costiere.

### 3.2.2.3 Ecosistemi Naturali

La descrizione e la caratterizzazione della componente è stata condotta attraverso l'analisi degli aspetti biologico naturalistici delle aree costiere e marine interessate dal tracciato della condotta sottomarina. In particolare, sono state descritte le caratteristiche delle Aree Naturali Protette, dei siti della Rete Natura 2000 e delle Important Bird Areas (IBA) più prossime all'approdo costiero di Porto Botte. Particolare attenzione è stata inoltre posta nella caratterizzazione dello stato della prateria di *Posidonia Oceanica* presente nei fondali antistanti l'approdo.

### 3.2.2.4 Rumore

Data la tipologia e la localizzazione dell'opera considerata, si è ritenuto opportuno limitare l'area indagata e la successiva analisi di impatto ad una scala locale (alcune centinaia di metri), costituita dall'area costiera interessata dalla realizzazione del punto di approdo della condotta sottomarina.

### 3.2.2.5 Paesaggio

La descrizione e la caratterizzazione della componente sono state condotte attraverso un inquadramento a scala locale dell'area prossima all'approdo di Porto Botte e della porzione di mare antistante, con particolare riferimento sia agli aspetti storico-archeologici e legati alla percezione visiva sia al sistema dei vincoli territoriali.

### 3.2.2.6 Ecosistemi Antropici

Per l'analisi di tale componente si è considerato come ambito di indagine il territorio regionale sardo.

Si noti che per quanto riguarda l'approdo di Porto Botte ed il relativo tratto di condotta sottomarina, gli ambiti territoriali di riferimento considerati nella descrizione del sistema ambientale sono prevalentemente definiti a scala provinciale o regionale, mentre le analisi di impatto hanno fatto sovente riferimento ad una scala locale (qualche chilometro).

## **4 ATMOSFERA**

Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche è quello di stabilire la compatibilità ambientale di:

- eventuali emissioni di inquinanti atmosferici, anche da sorgenti mobili, con le normative vigenti;
- eventuali cause di perturbazione meteorologiche con le condizioni naturali.

Si evidenzia che la realizzazione del metanodotto GALSI, ed il successivo esercizio dell'infrastruttura:

- non determineranno emissioni di inquinanti atmosferici, fatta eccezione per i motori dei mezzi terrestri e navali utilizzati;
- non saranno causa di alcuna perturbazione meteorologica rispetto alle condizioni naturali.

Il presente Capitolo è quindi così strutturato:

- il Paragrafo 4.1 riporta la descrizione dello stato attuale della componente atmosfera. Tale descrizione è stata condotta attraverso la definizione delle condizioni meteorologiche generali, con particolare riferimento al regime anemologico;
- il Paragrafo 4.2 presenta l'identificazione degli impatti potenziali associati alle emissioni di inquinanti in fase di costruzione;
- il Paragrafo 4.3 quantifica tale impatto e identifica le misure di mitigazione previste. Le valutazioni condotte hanno consentito di stimare le emissioni attese di inquinanti durante la fase di costruzione.

### **4.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE**

#### **4.1.1 Caratterizzazione Meteorologica**

La descrizione delle condizioni meteorologiche generali dell'area di interesse è stata condotta attraverso l'analisi dei principali parametri meteorologici, elaborati da Enel e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM), presso la stazione di Carloforte, ubicata a circa 20 km dall'approdo di Porto Botte.

Nei successivi paragrafi sono riportate informazioni relativamente ai seguenti parametri:

- temperatura e umidità relativa;
- classi di stabilità;
- direzione e velocità del vento.

I dati storici sulle frequenze annuali dei venti sono suddivisi per settore di provenienza dei venti e per classi di velocità: per quanto riguarda la provenienza dei venti si considerano 16 settori di ampiezza pari a 22.5 gradi, individuati in senso orario a partire dal Nord geografico. Le classi di velocità sono, invece, così suddivise:

- Classe 1: velocità compresa tra 0 e 1 nodo;

- Classe 2: velocità compresa tra 2 e 4 nodi;
- Classe 3: velocità compresa tra 5 e 7 nodi;
- Classe 4: velocità compresa tra 8 e 12 nodi;
- Classe 5: velocità compresa tra 13 e 23 nodi;
- Classe 6: velocità maggiore di 24 nodi.

I dati disponibili (ENEL/SMAM) sono riferiti a:

- distribuzione delle frequenze annuali e stagionali di direzione e velocità del vento;
- distribuzione delle frequenze annuali di classi di stabilità e vento, per le classi da A a F+G e Nebbia.

Sono inoltre riportati i dati sulle burrasche di vento registrate presso le stazioni di Capo Sperone.

#### 4.1.1.1 Stazione di Carloforte

La stazione di Carloforte presa come riferimento nell'ambito della caratterizzazione presenta le seguenti caratteristiche:

**Tabella 4.1: Localizzazione della Stazione Meteorologica AM 548 (Carloforte)**

Stazione Meteorologica A.M. 548 (Carloforte)	
Altezza sul livello medio del mare	15 m
Latitudine	39° 8'
Longitudine	8° 19'

**Tabella 4.2: Distribuzione delle Frequenze Annuali (‰) Stazione ENEL/SMAM di Carloforte (Periodo 1951/1989)**

Temperatura (°C)	Umidità Relativa (%) Periodo (1951/1989)							Totale
	00-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	
-14.9 – -10.0	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
-9.9 – -5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-4.9 – 0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1 – 5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.50	0.32	0.90
5.1 – 10.0	1.19	0.08	0.21	0.28	0.26	0.31	0.10	1.24
10.1 – 15.0	1.70	2.24	6.00	8.17	13.89	16.39	5.77	53.66
15.1 – 20.0	1.21	5.39	24.79	61.26	98.43	122.19	37.34	351.10
20.1 – 25.0	2.94	4.74	18.76	45.28	87.47	85.98	20.26	263.70
25.1 – 30.0	5.72	7.73	26.60	58.50	81.57	60.28	13.76	251.39
30.1 – 35.0	2.16	9.64	13.99	18.43	16.78	8.84	1.21	74.61
35.1 – 40.0	0.10	0.98	0.59	0.28	0.13	0.03	0.00	4.18
40.1 – 45.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
45.1 – 50.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Totale</b>	15.05	30.80	90.95	192.21	298.52	294.01	78.45	1000.00

Dall'analisi della precedente tabella è possibile evidenziare come gli intervalli di umidità relativa maggiormente rappresentati risultino 61-70%, 70-80%, 80-90%. con valori di frequenza rispettivamente di circa: 20%, 30% e 30%. All'interno di tali intervalli, che costituiscono circa l'80% delle osservazioni totali, il maggior numero di dati sono stati registrati in corrispondenza di un range di temperatura compreso tra i 10 e i 35°C.

I dati relativi alla direzione e velocità del vento riportati nella successiva Tabella 4.3, hanno consentito di produrre la rosa dei venti riferita al totale delle osservazioni rilevate nella stazione di Carloforte riportata in Figura 4.1. In tale Figura sono anche riportate direzione e frequenza delle burrasche di vento registrate presso la stazione di Capo Sperone.

**Tabella 4.3: Direzione e Velocità del Vento, Distribuzione delle Frequenza annuali, Stazione ENEL/SMAM di Carloforte**

Direzione e Velocità del Vento Distribuzione delle Frequenza annuali (%) Stazione ENEL/SMAM di Carloforte (Periodo 1951/1989)						
Settori	Classi di Velocità (Nodi)					
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	>24
1	0.00	3.43	13.55	33.03	30.03	11.83
2	0.00	3.42	11.47	14.48	6.24	1.62
3	0.00	4.73	8.27	9.21	5.6	1
4	0.00	4.1	9.37	9.99	5.93	1.53
5	0.00	4.93	9.12	8.27	7.7	3.2
6	0.00	4.16	7.47	10.91	15.23	6.58
7	0.00	2.52	5.26	10.67	15.49	5.39
8	0.00	2.83	4.62	9.62	9.3	61.93
9	0.00	2.58	6.49	15.5	10.8	1.24
10	0.00	2.06	5.59	11.29	8.01	1.39
11	0.00	1.72	3.99	9.7	10.16	3.2
12	0.00	1.21	3.79	10.09	12.86	4.53
13	0.00	1.49	4.24	12.59	16.13	7.01
14	0.00	1.67	5.7	19.26	33.2	18.99
15	0.00	3.16	12.34	39.51	67.33	37.17
16	0.00	4.52	10.89	32.28	43	18.93
<i>Direzione variabile</i>		0.06	0.1	0.1	0.06	0.04
<i>Calme (&lt;1)</i>	149.91					
<i>Totale</i>	149.91	48.59	122.27	256.52	297.12	125.59

Come noto, i diagrammi delle rose dei venti rappresentano la frequenza media della direzione di provenienza del vento. In particolare, la lunghezza complessiva dei diversi "sbracci" che escono dal cerchio disegnato al centro del grafico è proporzionale alla frequenza di provenienza del vento dalla direzione indicata. La lunghezza dei segmenti a diverso spessore che compongono gli sbracci stessi è a sua volta proporzionale alla frequenza con cui il vento proviene dalla data direzione con una prefissata velocità. Nella legenda dei grafici sono riportate le indicazioni che consentono di risalire dalla lunghezza dei segmenti ai valori effettivi delle citate frequenze.

Dai dati della stazione ENEL/SMAM di Carloforte si nota che:

- la percentuale delle calme, ossia di venti inferiori ad 1 nodo si attesta intorno al 15%,
- i venti con velocità superiore ai 13 nodi, sono presenti con una percentuale superiore al 40%.

Dall'analisi della rosa dei venti riportata in Figura 4.1 si può osservare come il tratto sud-occidentale della Sardegna risulta interessato da venti moderati e forti, principalmente con direzione da Nord Ovest (circa 30%)

Inoltre, i dati registrati presso la Stazione di Capo Sperone, graficati in Figura 4.1 confermano che le burrasche di vento hanno direzione principale di provenienza Nord-Ovest (con frequenza pari a circa 39%), in analogia a quanto registrato presso la Stazione di Carloforte.

#### **4.1.2 Qualità dell'Aria**

##### **4.1.2.1 Considerazioni Generali**

I fenomeni di inquinamento dell'ambiente atmosferico sono strettamente correlati alla presenza sul territorio di attività umane e produttive di tipo industriale ed agricolo e di infrastrutture di collegamento, etc..

L'inquinamento immesso nell'atmosfera subisce sia effetti di diluizione e di trasporto in misura pressoché illimitata dovuti alle differenze di temperatura, alla direzione e velocità dei venti ed agli ostacoli orografici esistenti, sia azioni di modifica o di trasformazione in conseguenza alla radiazione solare ed alla presenza di umidità atmosferica, di pulviscolo o di altre sostanze inquinanti preesistenti.

A livello del tutto generale, le sorgenti maggiormente responsabili dello stato di degrado atmosferico sono reperibili negli insediamenti industriali, negli insediamenti abitativi o assimilabili (consumo di combustibili per riscaldamento, etc.), nel settore agricolo (consumo di combustibili per la produzione di forza motrice) e nel settore dei trasporti. È opportuno però ricordare che esistono estese commistioni tra le emissioni di origine industriale e quelle di origine civile e da traffico: molto spesso infatti avvengono contemporaneamente e a breve distanza tra loro, mescolandosi in modo che la loro discriminazione sia impossibile.

Le sostanze immesse in atmosfera possono ritrovarsi direttamente nell'aria ambiente (inquinanti primari), oppure possono subire processi di trasformazione dando luogo a nuove sostanze inquinanti (inquinanti secondari). Gli agenti inquinanti tipicamente monitorati sono SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, le polveri totali sospese e PM10. Nel seguito viene riportata una breve descrizione di questi inquinanti:

- **Biossido di Zolfo**: l'SO<sub>2</sub> è il naturale prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto. E' un gas incolore e di odore pungente. Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6 - 7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel;
- **Monossido di Carbonio**: il carbonio, che costituisce lo 0.08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare che combinato negli idrocarburi, nel calcare, nella dolomite, nei carboni fossili, etc.. Il carbonio è in grado di legarsi chimicamente con l'ossigeno formando due composti (ossidi): il monossido di carbonio (CO) ed il biossido

di carbonio (CO<sub>2</sub>). Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico la cui concentrazione venga espressa in milligrammi al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>). E' un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa il 90% delle emissioni totali), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Il tempo medio di vita del monossido di carbonio è dell'ordine di qualche mese;

- Ossidi di Azoto: gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione, qualunque sia il tipo di combustibile utilizzato. Il biossido di azoto si presenta sotto forma di gas di colore rossastro, di odore forte e pungente. Il biossido di azoto in particolare è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico". Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli;
- Ozono: l'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e, ad elevate concentrazioni, di colore blu dotato di un elevato potere ossidante. L'ozono si concentra nella stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 km dal suolo e la sua presenza protegge la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole e dannose per la vita degli esseri viventi. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'ozono". L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso fra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. L'ozono non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto;
- Particolato: il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso presente in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è la più varia: fanno parte delle polveri sospese il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto dall'erosione del suolo e dei manufatti (frazione più grossolana) causata da agenti naturali (vento e pioggia, etc.). Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, e delle emissioni provenienti dagli scarichi degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il PM10 rappresenta la frazione del particolato le cui particelle hanno un diametro aerodinamico inferiore a 10 micron. Tale frazione rappresenta un pericolo per la salute in quanto il ridotto diametro delle particelle fa sì che non si fermino a livello di prime vie respiratorie ma possano raggiungere la trachea e i bronchi.

#### 4.1.2.2 Normativa di Riferimento sulla Qualità dell'Aria

Allo stato attuale gli standard di qualità dell'aria sono stabiliti principalmente dal Decreto Ministeriale 2 Aprile 2002, No. 60 "*Recepimento della Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 Aprile 1999 concernente i Valori Limite di Qualità dell'Aria Ambiente per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli Ossidi di Azoto, le Particelle e il Piombo e della Direttiva 2000/69/CE relativa ai Valori Limite di Qualità dell'Aria Ambiente per il Benzene ed il*

"Monossido di Carbonio". Nella successiva tabella vengono riassunti i valori limite ed i livelli di allarme per i principali inquinanti.

**Tabella 4.4: DM 60/02 – Valori Limite e Livelli di Allarme per i Principali Inquinanti Atmosferici**

<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>) – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
Media di 1 ora (protezione salute umana) da non superare più di 24 volte per anno civile.		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	350	
Media di 24 ore (protezione salute umana), da non superare più di 3 volte per anno civile.		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	125	
Media anno civile e inverno (1/10-31/03) (protezione degli ecosistemi)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 19 Luglio 2001</i>	20	
<b>Livelli di Allarme (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
Valore di 3 ore consecutive	500	DM 60/02
<b>OSSIDI DI AZOTO – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
NO <sub>2</sub> media di 1 ora (protezione salute umana), da non superare più di 18 volte per anno.		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2010</i>	200	
<i>1 Gennaio 2007</i>	230	
NO <sub>2</sub> media anno civile (protezione salute umana)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2010</i>	40	
<i>1 Gennaio 2007</i>	46	
NO <sub>x</sub> media anno civile (protezione vegetazione)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 19 Luglio 2001</i>	30	
<b>Livelli di Allarme (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
Valore di 3 ore consecutive	400	DM 60/02
<b>POLVERI SOTTILI (PM<sub>10</sub>) – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
<b>FASE I</b>		
Media di 24 ore (protezione salute umana), da non superare più di 35 volte per anno civile.		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	50	
Media anno civile (protezione salute umana)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	40	
<b>FASE II (valori indicativi, da rivedere con succ. decreto sulla base della futura normativa comunitaria)</b>		
Media di 24 ore (protezione salute umana), da non superare più di 7 volte per anno civile.		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2010</i>	50	
Media anno civile (protezione salute umana)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2010</i>	20	
<b>POLVERI TOTALI – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
Per valutare il livello di particelle sospese in riferimento al valore limite di cui al comma 1 si possono utilizzare i dati relativi al PM10 moltiplicati per un fattore pari a 1.2		
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (mg/m<sup>3</sup>)</b>		
Media massima giornaliera su 8 ore (protezione salute umana)		DM 60/02
<i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	10	

<b>PIOMBO – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>		
Media anno civile (protezione salute umana), <i>Data obiettivo 1 Gennaio 2005</i>	0.5	DM 60/02

<b>BENZENE – LIMITI NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b>		
<b>Valori Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>		
Media anno civile (protezione salute umana), <i>Data obiettivo 1 Gennaio 2010</i>	5	DM 60/02

#### 4.1.2.3 Rete di Monitoraggio Qualità dell'Aria del Sulcis

Per quanto concerne la caratterizzazione relativa alla qualità dell'aria della zona in esame, si è fatto riferimento alla Rete di Monitoraggio Pubblica presente sul territorio regionale.

La rete pubblica, articolata sulle province “storiche” di Cagliari, Nuoro, Oristano e Sassari assieme alla rete comunale di Cagliari, è entrata a regime nel 2006 dopo l'attivazione, nel Luglio dello stesso anno, della rete provinciale di Sassari.

Si deve anche far osservare che, la rete di monitoraggio, non copre l'intero territorio regionale ma solo le aree interessate da attività industriali rilevanti e alcuni dei maggiori centri urbani. Nel caso specifico si farà riferimento all'area del Sulcis.

Ciò premesso, si ritiene utile ricordare che la rete pubblica è stata progettata e realizzata in un periodo di tempo relativamente lontano (approssimativamente nel decennio 1985-1995), secondo logiche che la normativa ha successivamente, almeno in parte, modificato. La posizione delle stazioni di misura, ad esempio, rivolte a misurare le concentrazioni più elevate nelle aree industriali ed urbane, non risponde sempre ai requisiti di rappresentatività indicati dalle nuove leggi in materia di inquinamento atmosferico, principalmente legate alla protezione della salute umana e degli ecosistemi (Regione Autonoma della Sardegna, 2007).

Nel frattempo è andato modificandosi il quadro regionale delle sorgenti emissive, soprattutto a seguito della crisi di alcuni comparti industriali e della progressiva introduzione di tecnologie meno inquinanti, in particolare nell'ambito dei trasporti.

Gli elementi di incertezza che derivano sia dalle stime modellistiche, sia dai risultati del monitoraggio hanno fatto inoltre ritenere prudente proporre, anche alla luce dei risultati della fase preliminare dello studio, un elenco di zone da tenere sotto controllo con un adeguato monitoraggio, oltre naturalmente quelle da risanare.

In particolare, sia la porzione di territorio limitrofa al tracciato della condotta sottomarina (costa Est dell'Isola di Sant'Antioco), sia la porzione in corrispondenza dell'approdo di Porto Botte, risultano inquadrate come “Zone Aggiuntive da Monitorare” (si veda Figura 3.3 del Quadro di Riferimento Programmatico Sez. IIa ).

Per la definizione della qualità dell'aria della zona in esame, si è fatto riferimento ad alcune centraline di monitoraggio dislocate nel territorio del Sulcis nel quale sono presenti diverse realtà emissive, di tipo industriale, minerario e urbano. Le attività più inquinanti sono localizzate nell'area industriale di Portoscuso, la quale ospita una serie di insediamenti industriali di diversa natura la cui produzione varia dalla energia elettrica, all'intera filiera dell'alluminio, ai metalli non ferrosi (piombo e zinco), ecc..

La rete di monitoraggio dislocata nel territorio del Sulcis è costituita da sette cabine di misura:

- quattro danno origine ad una sotto-rete intorno all'area industriale di Portoscuso (CENSPS), due delle stazioni dislocate attorno all'area industriale (CENPS2 e CENPS4) sono molto vicine alle fonti emissive (specialmente la CENPS2) e poco rappresentative ai fini della valutazione del rispetto dei limiti per la protezione della salute umana,
- due sono dislocate nella costa Est dell'Isola di Sant'Antioco a Nord e a Sud rispetto all'istmo che collega le due isole,
- una è localizzata in prossimità del centro abitato di Carbonia.

Nelle Figure successive viene riportata la dislocazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'area per il centro abitato di Sant'Antioco.



Di seguito è riportata la tabella relativa alla dotazione delle centraline in esame:

**Tabella 4.5: Dotazione Stazioni di Monitoraggio Qualità dell'Aria - 2006**

Zona	Stazione	BTX	CO	H <sub>2</sub> S	VOC	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	TSP	Meteo
Sulcis	CENPS2					√		√	√		√
	CENPS4		√			√		√	√		
	CENPS6					√		√	√		
	CENPS7	√				√	√	√	√		
	CENST1					√		√	√		√
	CENST2					√		√	√		

#### 4.1.2.4 Qualità dell'Aria, Anno 2006: Area Sulcis

Le stazioni di misura prese di riferimento per la presente caratterizzazione, hanno avuto una funzionalità compresa tra il 89 e il 98%.

In tali punti di monitoraggio si sono avuti superamenti dei limiti di legge (Decreto Ministeriale 2 Aprile 2002, N. 60) legati alle polveri sottili e all' $\text{SO}_2$ ; nessun superamento è stato registrato per quanto riguarda l'ozono, anche se bisogna considerare che solo la stazione CENPS7 di Portoscuso dispone del relativo analizzatore. Nell'area sulcitana analizzata nel presente lavoro si registrano:

- per il valore limite per la protezione della salute umana dei **PM10** (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 16 superamenti nella CENPS2, 38 nella CENPS7 e 16 nella CENST2,
- per il valore limite per la protezione della salute umana relativo all' **$\text{SO}_2$**  (350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media oraria da non superare più di 24 volte in un anno civile): 1 superamento nelle stazioni CENPS2 e CENPS4, 12 nella CENPS6 e 57 nella CENPS7,
- per la soglia di allarme dell' **$\text{SO}_2$**  (500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media oraria da non superare per più di 2 ore di seguito): 2 superamenti nella CENPS7,
- per il valore limite per la protezione della salute umana relativo all' **$\text{SO}_2$**  (125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media giornaliera da non superare più di tre volte in un anno civile): 1 superamento nelle stazioni CENPS4 e CENPS6 e 6 superamenti nella CENPS7.

Nel 2005, pur in presenza di superamenti del valore limite sulla media giornaliera, non si sono verificate violazioni legate ai PM10; per quanto riguarda l' $\text{SO}_2$  le violazioni furono registrate dalle stazioni CENPS2 e CENPS4, ma non dalla CENPS7. Vengono ora riportate le tabelle di sintesi relative ai dati registrati nell'anno 2006 e ai superamenti rispetto ai limiti nomativi:

**Tabella 4.6: Valori Medi Anni di Inquinamento - 2006**

Zona Sulcis	Stazione	BTX [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	CO [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Portoscuso	CENPS2			4.3		27.7	6.6
	CENPS4		0.2	8.3		18.0	8.3
	CENPS6			9.1		15.6	10.4
	CENPS7	1.5		17.0	56.4	32.8	15.8
Sant'Antioco	CENST1			6.5		10.4	1.2
	CENST2			5.2		24.4	1.1

**Tabella 4.7: 98° Percentile dei Valori di Inquinamento - 2006**

Zona Sulcis	Stazione	BTX [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	CO	NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	O <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Portoscuso	CENPS2			35.2		78.1	73.4
	CENPS4		1.0	37.5		45.4	92.7
	CENPS6			37.1		40.4	83.2
	CENPS7	5.0		68.8	98.1	77.4	165.4
Sant'Antioco	CENST1			22.4		30.8	5.9
	CENST2			21.4		66.6	4.5

**Tabella 4.8: Valori Massimi Orari o Biorari di Inquinamento - 2006**

Zona Sulcis	Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
Portoscuso	CENPS2			97.5		210.5	379.5
	CENPS4		5.9	79.0		79.6	360.8
	CENPS6			95.2		121.0	761.6
	CENPS7	16.8		154.4	135.5	170.5	721.0
Sant'Antioco	CENST1			57.6		97.2	50.4
	CENST2			60.0		200.2	38.0

**Tabella 4.9: Numero di Superamenti dei Limiti di Legge (D.M. 60/02) - 2006**

Zona Sulcis	Stazione	Inquinante	PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]		SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
		Mediazione <sup>1</sup>	MG	MA	MO	MO	MG
		Tipo di Limite <sup>2</sup>	PSU	PSU	PSU	SA	PSU
		Valore Normativo <sup>3</sup>	50 (35)	40	350 (24)	500	125 (3)
Portoscuso	CENPS2		16		1		
	CENPS4				1		1
	CENPS6				12		1
	CENPS7		38		57	2	6
Sant'Antioco	CENST1						
	CENST2		16				

Per quanto riguarda le polveri sottili si assiste al passaggio da una situazione di non violazione per l'anno 2005 ad una situazione di violazione nella stazione CENPS7, posizionata nel centro abitato di Portoscuso.

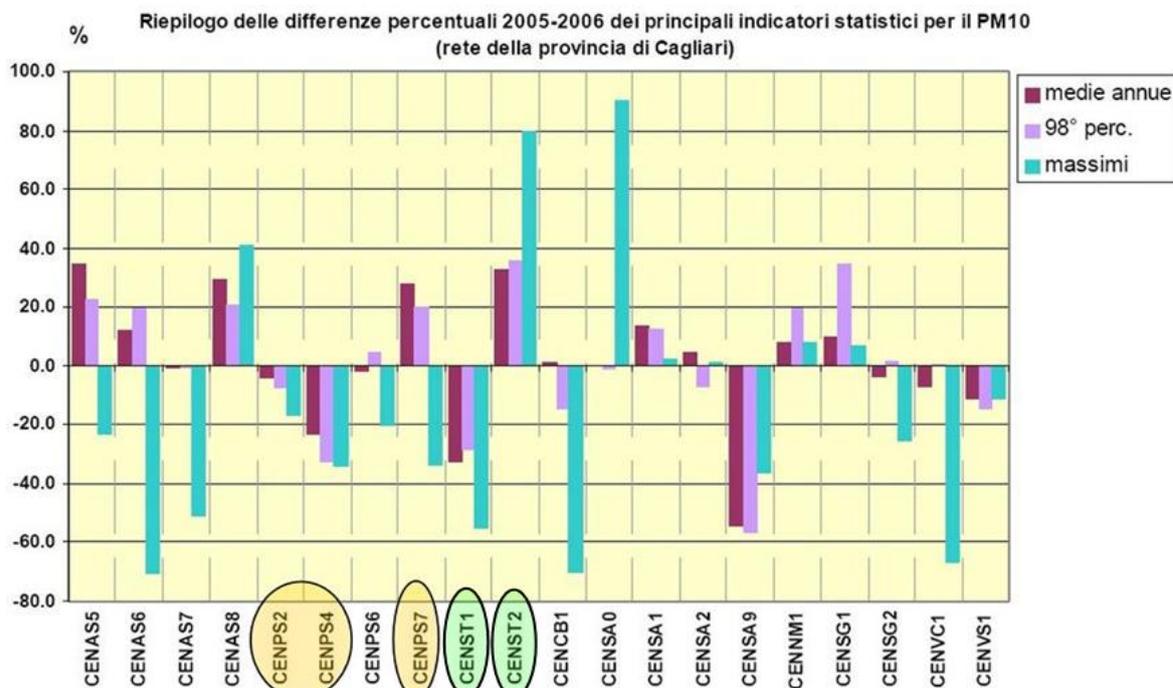
Il grafico di tendenza per i valori di PM10 presentato di seguito, relativo alle stazioni di monitoraggio di tutto il territorio ricadente nell'ex Provincia di Cagliari, mostra infatti la netta diminuzione dei livelli di polveri sottili nelle stazioni CENPS2 e CENPS4 e l'incremento (valori medi e 98° percentile) nella CENPS7.

Un andamento simile si può osservare nelle stazioni CENST1 e CENST2 di Sant'Antioco che mostrano rispettivamente una riduzione ed un incremento dei valori di PM10 (valori medi e 98° percentile)

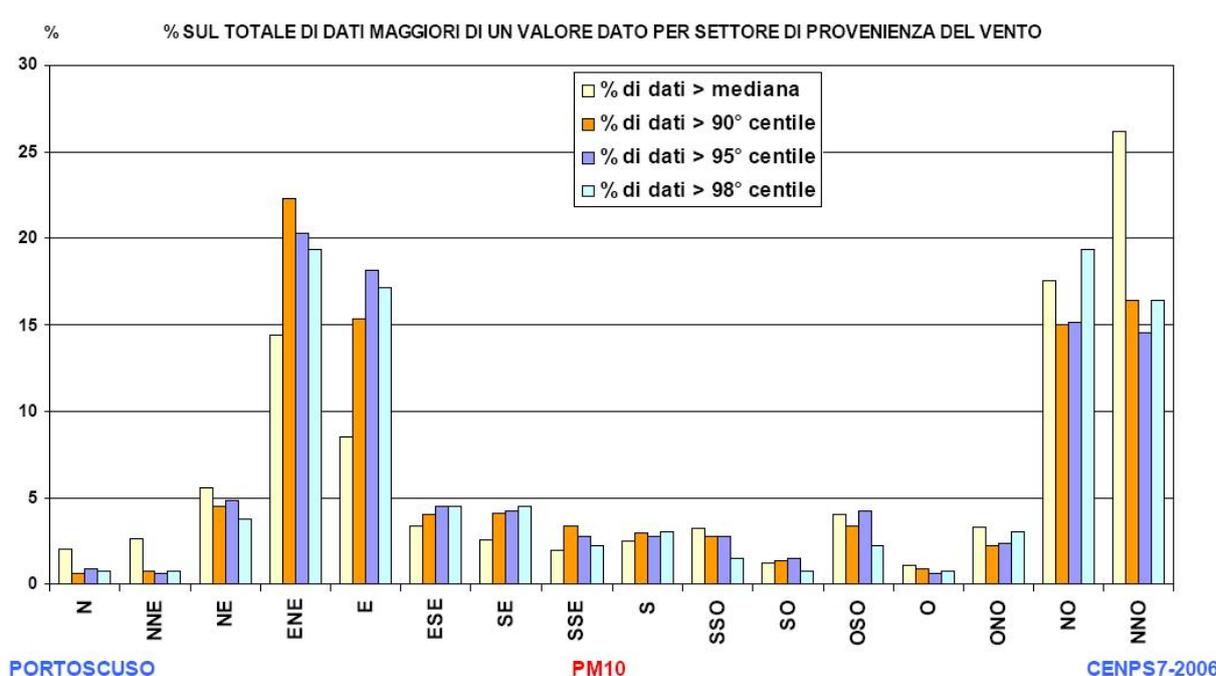
<sup>1</sup> MG: Media giornaliera; MA: Media annua; MO: Media oraria;

<sup>2</sup> PSU: Protezione della salute umana; SA: Soglia di allarme;

<sup>3</sup> Tra parentesi è indicato il numero massimo di superi in funzione del tempo di mediazione.



Analizzando per la CENPS7 la distribuzione delle concentrazioni maggiori della mediana, del 95° e 98° percentile in funzione della direzione di provenienza del vento (misurato dalla stazione CENPS2), si può notare, dalla figura successiva, la netta prevalenza dei settori centrati su ENE-E e NO-NNO. Questa condizione evidenzia quasi certamente il contributo delle fonti industriali (ENE-E) e delle fonti urbane e naturali (NO-NNO) sull'inquinamento registrato in questa stazione.



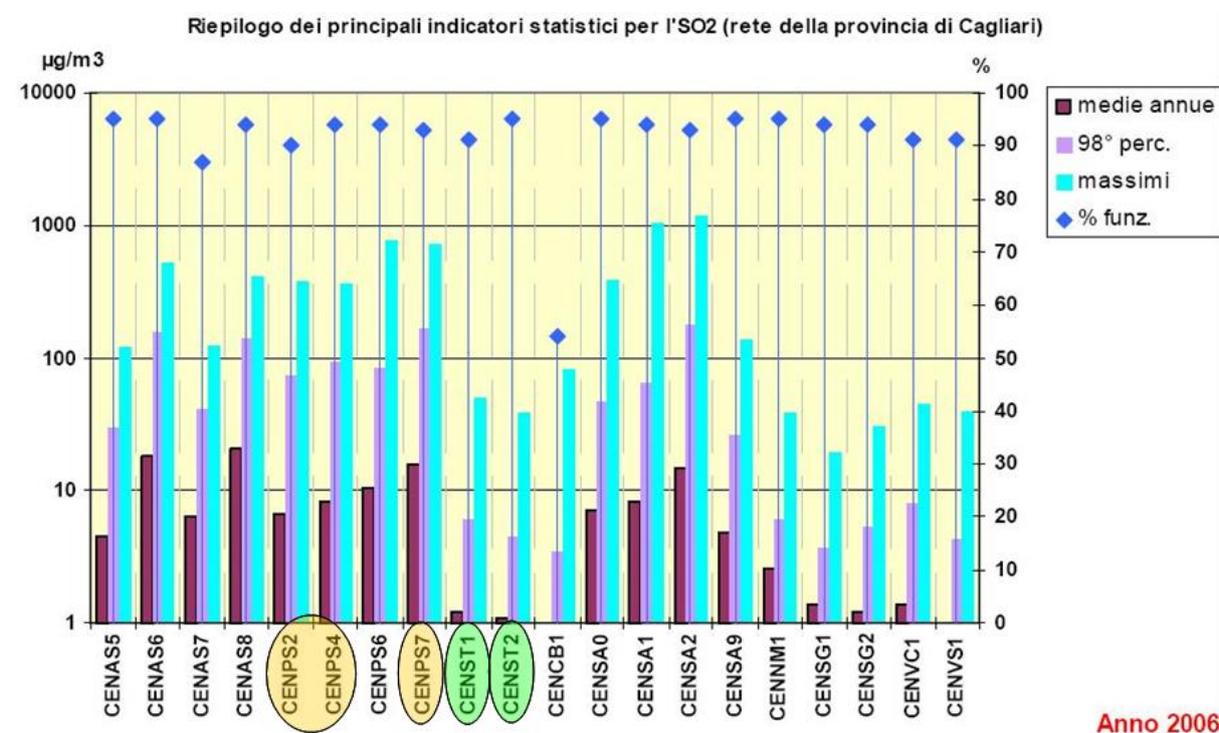
Per la CENPS6 si evidenzia invece una distribuzione centrata quasi esclusivamente su NO-NNO, in direzione dell'area industriale; il contributo prevalente delle fonti naturali, urbane e industriali viene cioè a coincidere.

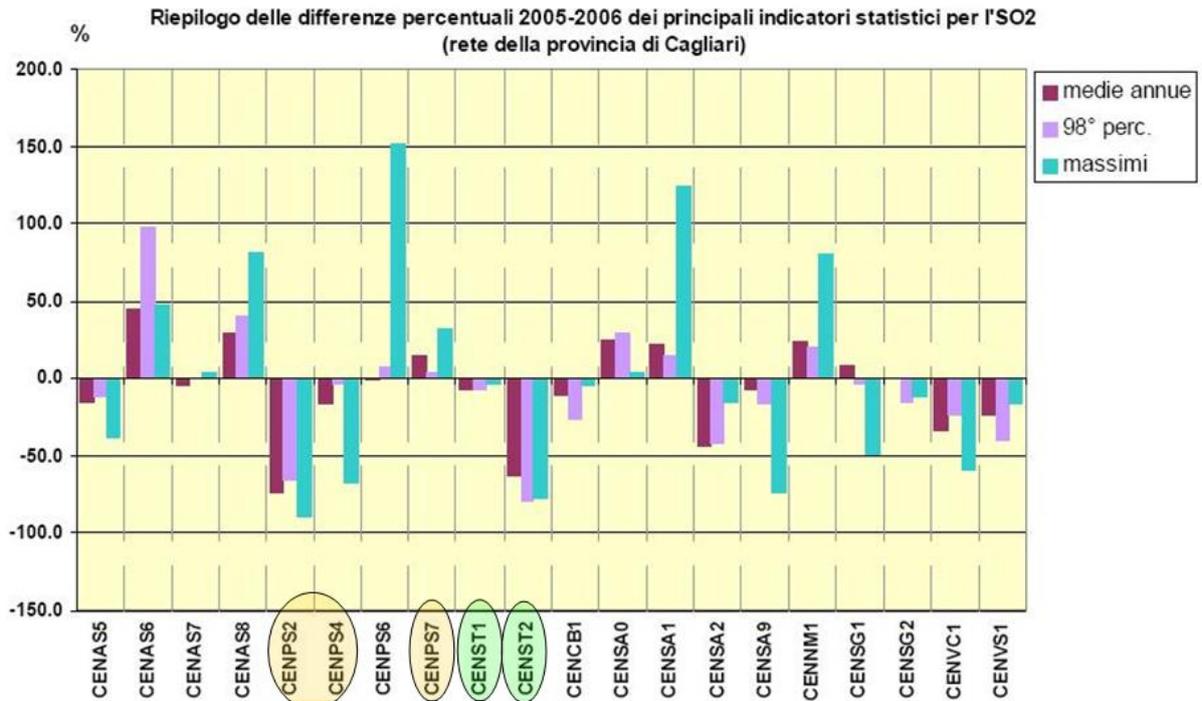
Notevole è risultato il numero di superamenti della stazione CENST2 (16 superi), localizzata a Sud del centro abitato di Sant'Antioco. Questo numero non trova riscontri nella stazione CENST1, posizionata a Nord rispetto al centro abitato e questo induce a credere che le fonti dell'inquinamento siano locali e non vi siano significative influenze dell'area industriale di Portovesme.

Per quanto riguarda l' $SO_2$ , nel confronto tra i dati del 2005 e del 2006, si può osservare che migliora sensibilmente la situazione registrata dalle stazioni CENPS2 e CENPS4 (passaggio da violazione a non violazione), mentre peggiora la situazione nella CENPS7, dove avviene il processo inverso.

I principali indicatori statistici dell' $SO_2$  presentati di seguito, mostrano infatti come i più alti livelli di inquinamento si riscontrino nella CENPS7 e contestualmente, il relativo grafico di tendenza relativo agli anni 2005 e 2006, mostra la diminuzione dei livelli nelle stazioni CENPS2 e CENPS4 e l'incremento nella stazione CENPS7.

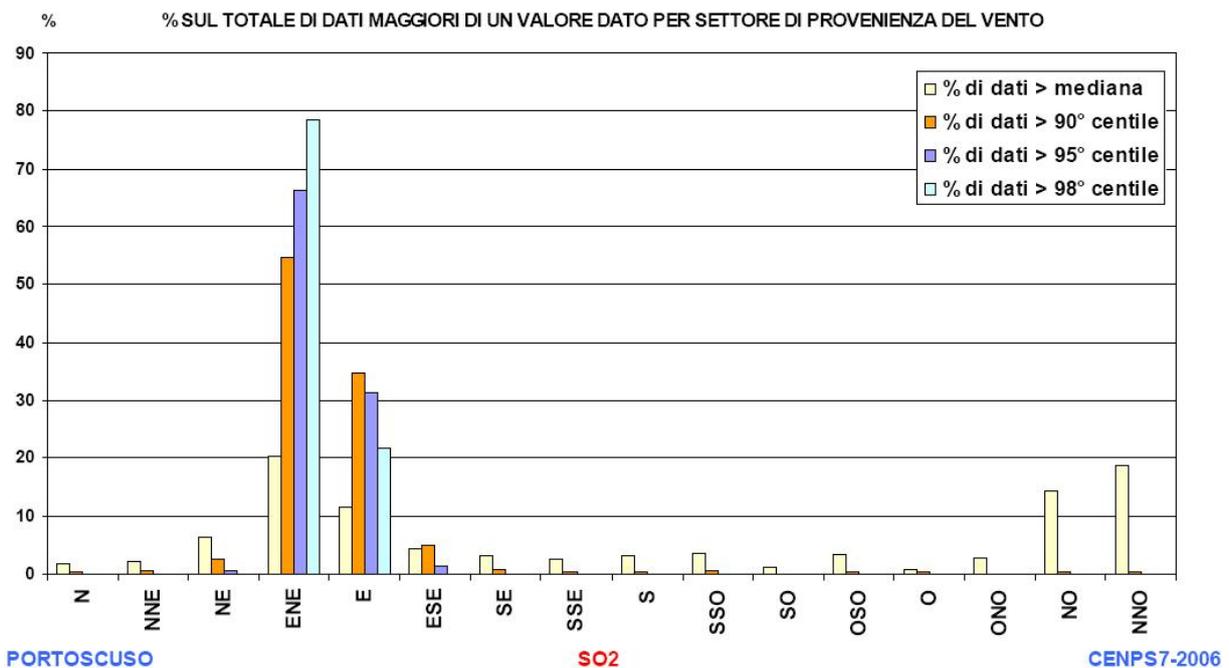
Per quanto concerne le stazioni relative all'area di Sant'Antioco (CENST1 e CENST2), dalle figure proposte di seguito si può notare come gli indici statistici evidenzino valori tra i più bassi di tutta la rete dell'area cagliaritano con tendenza alla diminuzione nel passaggio tra il 2005 e il 2006.





In generale, considerando tutte le centraline in esame, le medie annue di SO<sub>2</sub> si attestano tra 1 e 16 µg/m<sup>3</sup> (si veda Tabella 4.7), i 98° percentili tra 4 e 165 µg/m<sup>3</sup> (si veda Tabella 4.8), i massimi orari tra 38 e 762 µg/m<sup>3</sup> (si veda tabella 4.9).

Nel grafico relativo alle concentrazioni in funzione della direzione dei venti proposto di seguito evidenzia la sola influenza della parte Nord dell'area industriale, in direzione E-ENE rispetto alla centralina CENPS7; tutti gli altri contributi sono trascurabili.



Per quanto riguarda i valori di NO<sub>2</sub>, non si evidenzia nessun superamento dei limiti normativo.

## **4.2 IMPATTI POTENZIALI**

L'unico impatto potenziale in atmosfera ascrivibile alla fase di cantiere è la variazione delle caratteristiche di qualità dell'aria dovuta a emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera da parte dei motori dei mezzi navali e terrestri impegnati nelle attività di posa della condotta.

In riferimento alla Componente Atmosfera, le perturbazioni in fase di realizzazione dell'opera sono di natura reversibile ed essendo associate alla fase di costruzione, risultano limitate nel tempo e nello spazio oltre che di entità contenuta.

Si noti che le aree relative all'approdo di Porto Botte sono state individuate escludendo le aree a fruizione turistica in modo da evitare interferenze tra le attività di realizzazione dell'approdo e le attività turistiche.

Si evidenzia che in fase di esercizio la condotta sottomarina non comporta alcuna perturbazione a livello atmosferico. Rilasci in acqua e conseguente diffusione in atmosfera di metano a seguito di rotture accidentali della condotta hanno una probabilità di accadimento estremamente bassa anche in considerazione delle misure progettuali adottate e dei controlli effettuati sulla tubazione.

**L'impatto ambientale associato non è pertanto ritenuto significativo.**

## **4.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE**

### **4.3.1 Variazione delle caratteristiche di Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi da Mezzi Navali**

Durante le fasi di posa della condotta sul fondo saranno impiegati diversi mezzi navali che stazioneranno in un'area limitata contribuendo quindi ad una variazione a livello locale dei livelli di qualità dell'aria preesistenti.

Tali livelli, con riferimento al territorio in esame e sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, sono relativi ad una situazione globalmente accettabile.

In particolare gli impatti potenziali riconducibili a queste attività sono le emissioni in atmosfera di NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e PTS dovute agli scarichi dei motori dei mezzi impegnati.

L'insieme dei mezzi navali necessari alle attività di posa della condotta sono sostanzialmente riconducibili ad un pontone (pipelaying vessel) per il varo della condotta, due rimorchiatori di guida del pontone ed una bettolina per il trasporto tubi.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 4.10: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere per la posa della condotta sottomarina per quali è previsto il funzionamento di mezzi e macchinari	
Fattore casuale di impatto	Emissioni di NOx, Polveri, SO <sub>2</sub> e altri inquinanti	
Impatto potenziale	Variazione delle caratteristiche della qualità dell'aria	
Componenti ambientali correlate	Salute pubblica, ecosistemi naturali	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Concentrazioni di NOx, Polveri, SO <sub>2</sub> e altri inquinanti	
	Parametro ambientale	Note
	NO <sub>2</sub>	Si veda Paragrafo 4.1.2.4
	PM <sub>10</sub>	
SO <sub>2</sub>		

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA (Volume II, Sezione IIb), cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame (si vedano i paragrafi precedenti), nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 4.11: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche km)	Gli inquinanti emessi tenderanno a ricadere in prossimità della sorgente, in particolare quelli caratterizzati da una bassa quantità di moto dei fumi. Le condizioni meteorologiche presenti durante le attività di cantiere determineranno le effettive aree di ricaduta.
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai parametri ambientali non ha evidenziato superi normativi nelle aree di interesse

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 4.12: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti da Mezzi Navali, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Utilizzo di fattori di emissione.
Variabile ambientale	Si qualitativa	In via preliminare, in presenza, nell'area di potenziale impatto, di sorgenti di emissioni in atmosfera ( insedimenti industriali) non si ritiene necessaria una stima quantitativa delle concentrazioni attese di inquinanti. Nel caso in cui il fattore causale di impatto presenti una incidenza significativa, si procederà ad una stima quantitativa.

#### 4.3.1.1 Aspetti Metodologici per la Stima delle Emissioni da Traffico Navale

La valutazione delle emissioni in atmosfera dai mezzi marittimi utilizzati è stata sviluppata con riferimento ad una metodologia proposta nell'ambito del progetto MEET (Methodology for Estimate Air Pollutant Emissions from Transport) finanziato dalla Commissione Europea all'interno del "Programma Specifico Trasporti del Quarto Programma Quadro di Ricerca, Sviluppo Tecnologico e Dimostrazione" (Trozzi e Vaccaro, 1998).

La metodologia cui si fa riferimento è stata utilizzata per la stima delle emissioni dei seguenti inquinanti: NOx, CO, PM (particolato totale).

In linea generale, i dati di base da utilizzare per l'applicazione di tale metodologia sono relativi a:

- classe della nave (trasporto di solidi alla rinfusa);
- tipo di propulsore (caldaie a vapore, motori ad alta, media o bassa velocità, turbine a gas, ecc.);
- tipo di combustibile (olio combustibile, olio distillato, diesel o benzina);
- fase di navigazione (crociera, manovra, stazionamento, carico e scarico).

Le emissioni da traffico marittimo sono quindi ottenute come:

$$E_i = \sum_{jkl} E_{ijkl}$$

con:

$$E_{ijkl} = 0.8 \cdot C_{jk}(T) \cdot t_{jkl} \cdot F_{ijl}$$

dove:

- i: inquinante;
- j: combustibile;
- k: classe di nave;
- l: tipo di propulsore;
- E<sub>i</sub>: emissioni totali dell'inquinante i;
- E<sub>ijkl</sub>: emissioni dell'inquinante i dall'uso del combustibile j, su navi di classe k, con

- propulsori di tipo I;
- $C_{jk}(T)$ : consumi giornalieri di combustibile j, in navi di classe k, in funzione del tonnellaggio lordo;
- $t_{jki}$ : giorni in navigazione delle navi di classe k, con propulsori di tipo I, che usano il combustibile j;
- $F_{iji}$ : fattore di emissione dell'inquinante i, dall'uso del combustibile j, in propulsori di tipo I (per  $SO_x$  tenendo conto del contenuto medio di zolfo nel combustibile).

I fattori di emissione degli inquinanti considerati per i vari tipi di propulsori sono riassunti nella seguente tabella.

**Tabella 4.13: Stima Emissioni Traffico Navale, Fattori di Emissione**

Fattore di Emissione (kg/t combustibile)			
Propulsore	NOx	CO	PM
Caldaje vapore ad olio combustibile	6.98	0.431	2.50
Caldaje vapore ad olio distillato	6.25	0.6	2.08
Motori diesel ad alta velocità	63	9	1.5
Motori diesel ad media velocità	51	7.4	1.2
Motori diesel ad bassa velocità	78	7.4	1.2
Turbine a gas	16	0.5	1.1

I consumi medi giornalieri di combustibile alla massima potenza e la regressione lineare verso il tonnellaggio lordo, con riferimento alle tipologie di navi di interesse, è di seguito riportata, ai fini della valutazione del termine  $C_{ij}(T)$ .

**Tabella 4.14: Stima Emissioni Traffico Navale, Consumi di Combustibile per Tipologia di Nave**

Tipo Nave	Consumi medi (t/giorno)	Consumi alla massima potenza (t/giorno) verso il tonnellaggio lordo (t) - GT
Trasporto solidi alla rinfusa	33.80	20.186+0.00049 * GT
Trasporto liquidi alla rinfusa	41.15	14.685+0.00079*GT
Passeggeri/Ro-Ro	32.28	12.834+0.00156*GT
Rimorchiatori	14.35	5.6511+0.01048*GT

Nelle diverse fasi di navigazione i consumi sono inferiori a quelli relativi alla massima potenza: nella seguente tabella, con riferimento a diverse fasi di navigazione e alle tipologie di navi di interesse, sono riportate le quote considerate.

**Tabella 4.15: Stima Emissioni Traffico Navale, Consumi di Combustibile per Fase di Navigazione**

Fase di Navigazione		Quota
Crociera		0.80
Manovra		0.40
Stazionamento	Media	0.20
	Passeggeri	0.32
	Trasporto Liquidi	0.20
	Altro	0.12
Rimorchiatori	Assistenza navi	0.20
	Attività moderata	0.50
	In rimorchio	0.80

#### 4.3.1.2 Stima dell'Impatto

Sulla base della metodologia descritta in precedenza è possibile stimare le seguenti emissioni in atmosfera.

**Tabella 4.16: Stima delle Emissioni da Traffico Navale, Posa della Condotta**

Tipologia	Inquinanti (kg/h)		
	CO	NOx	PM10
Rimorchiatori di supporto	5.5	37.2	0.9
Rimorchiatori per trasporto tubi	11	74.8	1.8
Nave posatubi (III gen. o sup.)	11.7	80	3

Per la stima delle emissioni dei mezzi navali sono state considerate le seguenti ipotesi:

- mezzi navali alimentati con motori diesel a media velocità;
- mezzi navali con Tonnellaggio Lordo (GT) pari a 1,000-1,200 ton;
- fattore di utilizzo pari a 0.5 corrispondente ad attività moderata.

Tali emissioni possono essere stimate uno o due ordini di grandezza inferiori a quelle emesse dal traffico marittimo che interessa l'area (industriale, commerciale e traghetti).

La posa della condotta in alti fondali (profondità superiori a 200 m) interesserà zone di mare distanti dall'area costiera: la batimetria di riferimento è infatti posta ad oltre 35 km dall'approdo di Porto Botte.

La posa della condotta in fondali medio-bassi (profondità inferiori a 200 m) e la realizzazione dell'approdo Porto Botte interesseranno zone di mare prossime o in corrispondenza dell'area costiera. Nella realizzazione dell'approdo, in particolare, i mezzi marittimi stazioneranno a poca distanza dalla costa, mentre alcuni mezzi terrestri saranno ubicati in sua corrispondenza. Si evidenzia comunque che tali mezzi stazioneranno in un'area circoscritta e comunque in un periodo limitato, contribuendo quindi solo ad una potenziale variazione a livello locale dei livelli di qualità dell'aria preesistenti. I mezzi di cantiere non saranno comunque in funzione contemporaneamente.

L'impatto di tali emissioni sulla qualità dell'aria, tenuto conto di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti e considerata l'assenza di recettori lungo la rotta di posa in alti fondali, può quindi essere considerato **trascurabile** per la posa della condotta in alti fondali, **di lieve**

**entità** per la realizzazione dell'approdo e la posa in bassi fondali. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

#### 4.3.1.3 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e sono esplicitate le relative misure di mitigazione.

**Tabella 4.17: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche km)	Gli inquinanti emessi tenderanno a ricadere in prossimità della sorgente, in particolare quelli caratterizzati da una bassa quantità di moto dei fumi. Le condizioni meteorologiche presenti durante le attività di cantiere determineranno le effettive aree di ricaduta.
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai parametri ambientali non ha evidenziato superi dei limiti normativi nelle aree di interesse
Entità dell'impatto	Trascurabile/lieve entità	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Emissioni in atmosfera, pur stimate conservativamente, non significative se confrontate con le altre sorgenti di emissione presenti (attività industriali)</li> <li>○ Impatto trascurabile relativamente alla posa della condotta in alti fondali (distante da aree costiere)</li> <li>○ Impatto di lieve entità per le attività interessanti le aree a terra o prossime alle costa</li> </ul>
<b>Misure di Mitigazione</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adeguata programmazione delle attività (evitare interferenze con attività turistiche).</li> <li>○ Evitare di tenere i mezzi inutilmente accessi</li> <li>○ Tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione</li> </ul>		

#### 4.3.2 Variazione delle Caratteristiche di Qualità dell'Aria per Emissioni di Inquinanti Gassosi e Polveri da Attività di Cantiere a Terra

Durante le attività di cantiere saranno impegnati diversi mezzi terrestri il cui funzionamento determinerà l'emissione di inquinanti in atmosfera, contribuendo quindi ad una variazione a livello locale dei livelli di qualità dell'aria preesistenti.

I movimenti di terra e il transito dei mezzi di cantiere nelle aree interessate dai lavori determineranno inoltre la produzione di polveri. A livello generale, durante la fase di costruzione del metanodotto a terra dall'approdo fino al Terminale Porto Botte, il cantiere potrà produrre fanghiglia nel periodo invernale o polveri nel periodo estivo, le cui ricadute interesseranno, in funzione delle prevalenti condizioni di ventosità, le aree più vicine.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 4.18: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere per la realizzazione dell'approdo, la posa della condotta a terra e la costruzione del Terminale di Arrivo, nelle quali è previsto il funzionamento di mezzi e macchinari	
Fattore casuale di impatto	Emissioni di NOx, Polveri, SO <sub>2</sub> e altri inquinanti, sollevamento di polveri	
Impatto potenziale	Variazione delle caratteristiche della qualità dell'aria	
Componenti ambientali correlate	Salute pubblica, ecosistemi naturali e antropici	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Concentrazioni di NOx, Polveri, SO <sub>2</sub> e altri inquinanti	
	Parametro ambientale	Note
	NO <sub>2</sub>	Si veda Paragrafo 4.1.2.4
	PTS	
SO <sub>2</sub>		

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame (si vedano i paragrafi precedenti), nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 4.19: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche km)	Gli inquinanti emessi e le polveri sollevate tenderanno a ricadere in prossimità della sorgente, in particolare quelli caratterizzati da una bassa quantità di moto dei fumi. Le condizioni meteo-climatiche presenti durante le attività di cantiere determineranno le effettive aree di ricaduta.
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai parametri ambientali non ha evidenziato superi normativi nelle aree di interesse

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 4.20: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Utilizzo di fattori di emissione.
Variabile ambientale	Si qualitativa	In via preliminare, in presenza, nell'area di potenziale impatto, di sorgenti di emissioni in atmosfera (insediamenti industriali) non si ritiene necessaria una stima quantitativa delle concentrazioni attese di inquinanti. Nel caso in cui il fattore causale di impatto presenti una incidenza significativa, si procederà ad una stima quantitativa

#### 4.3.2.1 Aspetti Metodologici per la Stima delle Emissioni da Mezzi Terrestri

La valutazione delle emissioni in atmosfera dei mezzi di cantiere viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desunti da letteratura; tali fattori indicano l'emissione specifica di inquinanti (CO, HC, NO<sub>x</sub>, Polveri) per singolo mezzo, in funzione della sua tipologia. Moltiplicando il fattore di emissione per il numero di mezzi presenti in cantiere a cui tale fattore si riferisce e ripetendo l'operazione per tutte le tipologie di mezzi si ottiene una stima delle emissioni prodotte dal cantiere.

I fattori di emissione presentati da EMEP-CORINAIR (1999) per motori diesel risultano, in funzione della potenza del motore:

**Tabella 4.21: Stima Emissioni da Mezzi Terrestri, Fattori di Emissione EMEP-CORINAIR**

Inquinante	Intervallo di Potenza kW							
	0-20	20-37	37-75	75-130	130-300	300-560	560 1k	>1k
CO	8.38	6.43	5.06	3.76	3.00	3.00	3.00	3.00
HC	3.82	2.91	2.28	1.67	1.30	1.30	1.30	1.30
NO <sub>x</sub>	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
PTS	2.22	1.81	1.51	1.23	1.1	1.1	1.1	1.1

#### 4.3.2.2 Stima dell'Impatto

Per la realizzazione del metanodotto a terra e del Terminale di Porto Botte i mezzi di lavoro e le relative emissioni in atmosfera saranno ubicate lungo il tracciato della condotta e nell'area del Terminale.

Si stima cautelativamente che i mezzi utilizzati nel cantiere di linea per la costruzione del metanodotto e il Terminale di Porto Botte le potenze tipiche associate saranno (GALSI, 2008):

- scavatori: No. 4 (350 kW);
- autocarri: No. 5 (350 kW);
- apripista cingolato: No. 1 (200 kW);

- sideboom e trattori: No. 2 (250 kW);
- gru: No. 1 (300 kW);
- motosaldatrici: No. 9 (10 kW);
- generatori: No. 3 (20 kW);
- compressori: No. 5 (60 kW);
- pompe: No. 2 (100 kW);
- autobetoniera: No. 1 (400 kW);
- pala cingolata: No. 1 (200 kW);
- vibratore a piastra: No. 1 (100 kW).

Sulla base delle metodologie descritte in precedenza, ipotizzando cautelativamente che nei cantieri siano in funzione contemporaneamente tutti i mezzi sopra indicati è stato calcolato il quantitativo orario di inquinanti scaricato in atmosfera. Il risultato è riportato nella tabella seguente.

**Tabella 4.22: Stima delle Emissioni in Atmosfera da Attività di Cantiere a Terra**

Mezzi Terrestri – Metanodotto a Terra e Terminale di Porto Botte				
Tipologia	Inquinanti (kg/h)			
	CO	HC	NOx	PTS
Scavatori	4.20	1.82	20.16	1.54
Pale	0.60	0.26	2.88	0.22
Autocarri	5.25	2.28	25.20	1.93
Autobetoniere	1.20	0.52	5.76	0.44
Pompe	0.75	0.33	2.88	0.25
Sideboom e trattori,	1.50	0.65	7.20	0.55
Gru	0.90	0.39	4.32	0.33
Motosaldatrici	0.75	0.34	1.30	0.20
Generatori	0.50	0.23	0.86	0.13
Compressori	1.52	0.68	4.32	0.45
Vibratore a piastra	1.13	0.50	4.32	0.37
Apripista cingolato	1.01	0.46	2.88	0.30
<b>TOTALE</b>	<b>19.32</b>	<b>8.46</b>	<b>82.08</b>	<b>6.71</b>

La produzione di polveri risulta legata soprattutto ai movimenti di terra per la preparazione dell'area del Terminale, della pista di lavoro, per la realizzazione dello scavo di posa della condotta e per il suo successivo riempimento. Considerato che i movimenti terra nell'area del Terminale saranno minimi e che la lunghezza del metanodotto è modesta (inferiore a 2 km), e per gran parte localizzata all'interno della Salina, la produzione di polveri può essere considerata trascurabile.

Per quanto riguarda le emissioni di inquinanti (e le relative immissioni), si evidenzia esse sono concentrate in un periodo e in un'area limitati e con il procedere delle attività di posa della condotta si "spostano" lungo il tracciato del metanodotto. Questi fattori determinano delle ricadute di bassa entità e comunque confinate nell'area prossima alla pista di lavoro.

Il metanodotto a terra per il tratto compreso tra l'approdo di Porto Botte e il Terminale di Arrivo attraversa per circa 1 km la Salina di S.Antioco e per circa 300 m aree ad uso agricolo.

Tenuto conto del carattere temporaneo delle attività di costruzione e della loro tipologia, assimilabile a quella di un cantiere edile, si ritiene che l'impatto associato si possa ritenere di lieve entità e temporaneo.

L'impatto di tali emissioni sulla qualità dell'aria, tenuto conto di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti, può quindi essere considerato **trascurabile**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

#### 4.3.2.3 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e sono esplicitate le relative misure di mitigazione.

**Tabella 4.23: Impatto sulla Qualità dell'Aria per Emissione di Inquinanti e Polveri da Attività di Cantiere a Terra, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche km)	Gli inquinanti emessi e le polveri sollevate tenderanno a ricadere in prossimità della sorgente, in particolare quelli caratterizzati da una bassa quantità di moto dei fumi. Le condizioni meteo-climatiche presenti durante le attività di cantiere determineranno le effettive aree di ricaduta.
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai parametri ambientali non ha evidenziato superi normativi nelle aree di interesse
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Entità dell'impatto	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Emissioni in atmosfera, pur stimate conservativamente, non significative se confrontate con le altre sorgenti di emissione presenti nell'area vasta</li> <li>o Impatto trascurabile per le attività interessanti le aree a terra o prossime alle costa (assenza di potenziali recettori)</li> </ul>
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Evitare di tenere i mezzi inutilmente accessi</li> <li>o Tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione</li> <li>o Bagnatura delle gomme degli automezzi;</li> <li>o Umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere;</li> <li>o Utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;</li> <li>o Controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi.</li> <li>o Adeguata programmazione delle attività (evitare interferenze con attività turistiche)</li> </ul>		

## 5 AMBIENTE IDRICO, MARINO E COSTIERO

Obiettivo della caratterizzazione delle condizioni idrografiche, idrologiche ed idrauliche, dello stato di qualità e degli usi dei corpi idrici è:

- stabilire la compatibilità ambientale, secondo la normativa vigente, delle variazioni quantitative (prelievi, scarichi) indotte dall'intervento proposto;
- stabilire la compatibilità delle modificazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte dall'intervento proposto, con gli usi attuali, previsti e potenziali, e con il mantenimento degli equilibri interni a ciascun corpo idrico, anche in rapporto alle altre componenti ambientali.

Si evidenzia che la realizzazione del metanodotto GALSI potrà determinare potenziali perturbazioni locali e temporanee all'ambiente idrico in conseguenza di:

- prelievi e scarichi idrici;
- spillamenti e spandimenti accidentali;
- movimentazione dei sedimenti marini (sezione off-shore);
- interazioni con assetto idrologico ed idrografico (sezione on-shore).

In fase di esercizio non si prevede che la realizzazione degli interventi possa determinare alcuna modifica fisica, chimica e biologica all'ambiente idrico, sia marino sia terrestre.

Il presente Capitolo è quindi così strutturato:

- il Paragrafo 5.1 riporta, per le aree interessate dal progetto, la descrizione dello stato attuale della componente ambiente idrico e marino costiero. In particolare sono stati analizzati:
  - per la sezione off-shore (Paragrafo 5.1.1):
    - aspetti di dinamica costiera,
    - caratteristiche meteomarine,
    - qualità delle acque marine;
  - per la sezione on-shore (Paragrafo 5.1.2):
    - idrografia superficiale e sotterranea,
    - l'assetto idrogeologico;
- il Paragrafo 5.2 presenta l'identificazione degli impatti potenziali sulla componente. Tali impatti sono quasi esclusivamente riconducibili alla fase di cantiere e sono opportunamente mitigabili attraverso idonee scelte progettuali ed esecutive;
- il Paragrafo 5.3 descrive gli impatti potenziali, quantifica le interazioni con l'ambiente, riporta la stima degli impatti e individua infine le misure di mitigazione.

Risulta importante segnalare, con riferimento all'area vasta di Porto Botte di Sud-Est si evidenzia che (si veda la Figura 3.4 Sezione IIa del SIA) che:

- circa 7 km di tracciato off-shore all'interno del Golfo di Palmas ricadono in aree perimetrate nel Sito di Interesse Nazionale quali "Aree marine potenzialmente oggetto di contaminazione passiva estese a 3 km dalla costa";

- l'approdo di Porto Botte, il Terminale e il tratto on-shore compreso tra approdo e Terminale ricadono all'interno del perimetro del SIN "Sulcis – Iglesiente - Guspinese" in "area ad elevato rischio ambientale" interessata dal piano di disinquinamento di cui al DPCM del 23 Aprile 1993.

## **5.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE**

### **5.1.1 Morfologia e Dinamica della Fascia Costiera**

#### 5.1.1.1 Caratteristiche Generali

La Provincia di Cagliari è identificata da ambiti territoriali complessi ed eterogenei in riferimento ai caratteri fisiografici e alla interazione e predominanza dei processi continentali rispetto a quelli marino-litorali. L'eterogeneità delle unità fisiografiche riconosciute sono funzione dei parametri geologici e tettonico-strutturali costitutivi, sui quali hanno agito gli agenti morfodinamici legati alle diverse fasi climatiche che si sono alternate durante il Quaternario (Provincia di Cagliari, 2002). Nel complesso il sistema costiero è caratterizzato da differenti tipologie di costa in relazione alle diverse unità fisiografiche e alle tendenze geoambientali evolutive subite.

Il tratto di costa del Golfo di Palmas, in particolare, costituisce una piana costiera derivante dai processi di colmamento detritico in aree di sprofondamento tettonico quaternario, impostatasi sulle aree colluvio-alluvionali di deposizione sintettonica, su cui si sono sviluppati sistemi di spiaggia con ampie zone umide retrostanti.

#### 5.1.1.2 Analisi di Dettaglio del Golfo di Palmas

In Figura 5.1 è riportato un estratto dell'Atlante delle Spiagge, elaborato dal MURST-CNR, per il tratto di costa interessato dall'approdo del metanodotto.

Dalla analisi della Figura 5.1 si evidenzia che il tratto di costa interessato dall'approdo di Porto Botte è caratterizzato da coste basse e sabbiose localizzate in corrispondenza di una vasta area umida nella quale si inseriscono lo Stagno di Santa Caterina e le Saline Sant'Antioco.

Per quanto riguarda la dinamica sedimentaria del Golfo di Palmas gli apporti sedimentari sono garantiti dal Rio Palmas il cui apporto risulta prevalentemente costituito da materiale fine. La circolazione generale del trasporto solido netto sotto costa assume una direzione dominante da Sud Ovest circolando in senso orario all'interno del Golfo.

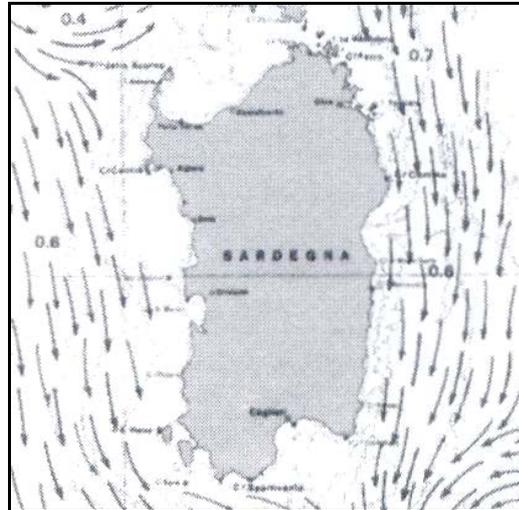
La tendenza evolutiva della costa sabbiosa in prossimità del punto di approdo è in generale stabile: la spiaggia sommersa possiede una granulometria compresa tra 0.13 e 2.00 mm e presenta serie di barre o cordoni sommersi.

Per quanto concerne le caratteristiche dei fondali si evidenzia, nel tratto più prossimo alla costa, una pendenza dei fondali compresa tra 0.5 e 0.9%.

### **5.1.2 Circolazione delle Acque Marine**

La circolazione delle acque superficiali nei mari della Sardegna, come rappresentato nella figura successiva, segue delle rotte abbastanza definite e differenziate a seconda delle stagioni. In generale, la corrente mediterranea occidentale, che scorre verso Nord, si dirama

portandosi con il suo ramo principale verso Sud, proprio verso la Sardegna dove, scendendo lungo la parte sud-occidentale dell'isola, in cui è allocato anche il Golfo di Palmas, prosegue verso il canale di Sicilia. La velocità di questa corrente discendente (orientata N-S), che è essenzialmente presente nei periodi autunnali ed invernali, è stimabile in 0.6-0.8 nodi.



Gli aspetti generali legati alla circolazione superficiale dei mari sardi sono anche confermati da specifici modelli di simulazione (Beckers et al., 1995).

Nel Golfo di Palmas, grazie alla sua conformazione, possono altresì instaurarsi delle correnti di tipo ciclonico, di direzione S-N, oltre che correnti di deriva litorale (per queste ultime, la dominante è orientata N-S).

### 5.1.3 Caratteristiche Meteomarine

Per la caratterizzazione meteomarina del Golfo di Palmas si è fatto riferimento alle osservazioni effettuate presso l'ex stazione semaforica della Marina Militare di Capo Sperone (Istituto Idrografico della Marina, 1980), situato all'estremità meridionale dell'isola di S. Antioco, le cui coordinate sono le seguenti:

- latitudine: 38°58' 00'' Nord;
- longitudine : 08°25' 00'' Est.

In Figura 5.2 sono riportate (dati osservati tra il 1929 ed il 1957):

- il settore di massima traversia e di massimo fetch per il Capo Sperone;
- le frequenze percentuali medie dello stato del mare (dedotte da tre osservazioni giornaliere relative a 27 anni) calcolate per i quattro intervalli della relativa scala del mare (0÷1, 2÷3, 4÷5 e 6÷8);
- la direzione di provenienza delle mareggiate (mare 6÷8);

L'analisi della Figura evidenzia quanto segue:

- per quanto riguarda la frequenza annuale dello stato del mare, il valore maggiore (53.7%) è relativo allo stato del mare 2÷3 (corrispondente ad un'altezza media delle onde più grosse compresa tra 0.10 e 1.25 m), seguito da un valore pari a 27.6% per lo stato del mare 0÷1 (corrispondente ad un'altezza media delle onde più grosse compresa tra 0 e 0.10 m);
- il settore di massima traversia presso Capo Sperone, ossia gli angoli sotto i quali spirano i venti capaci di generare agitazioni ondose significative, risulta compreso tra 97° in corrispondenza di Punta Menga e 316° in corrispondenza dell'Isola di S. Pietro;
- il settore di massimo fetch, definito come il settore all'interno del quale è massima l'estensione dello specchio d'acqua potenzialmente agitabile sotto la spinta di un vento costante, è compreso tra 243° (Algeri) e 267° (Isola di Formentera). La lunghezza massima del fetch è pari a 645 miglia;
- con riferimento alle direzioni di provenienza delle mareggiate (mare 6÷8), esse hanno avuto, per il periodo considerato, direzione principale di provenienza NW e SE con una frequenza del 61%.

In aggiunta a quanto illustrato nella Figura 5.2, nelle tabelle seguenti sono riportati i seguenti parametri (Istituto Idrografico della Marina, 1980):

- massimo mare verificatosi nei singoli mesi e relative frequenze;
- durata massima delle mareggiate (mare 6÷8).

**Tabella 5.1: Stazione di Capo Sperone, Eventi Estremi del Clima Ondoso**

<b>Massimo Mare Verificatosi nei Singoli Mesi e Relative Frequenze</b>			
<b>Mese</b>	<b>Stato del Mare</b>	<b>Frequenza in Giorni</b>	<b>Direzione di Provenienza</b>
Gennaio	8	15	1SE-3W-9NW-1E-1SE
Febbraio	8	8	1SW-1W-6NW
Marzo	8	3	3NW
Aprile	8	1	SE
Maggio	8	2	1W-1NW
Giugno	7	6	5NW-1E
Luglio	7	2	1NW-1SE
Agosto	8	2	1NW-1S
Settembre	8	2	2NW
Ottobre	8	4	3NW-1SE
Novembre	8	3	3NW
Dicembre	8	12	1W-9NW-1E-1SE
<b>Durata Massima delle Mareggiate (Mare 6÷8)</b>			
<b>Mese</b>	<b>Durata [ore]</b>	<b>Stato del Mare</b>	<b>Direzione di Provenienza</b>
Gennaio	96	6-8	SW
Gennaio	96	6-7	NW
Febbraio	96	6-8	NW
Aprile-Maggio	85	6-7	W
Dicembre	80	6-7	NW
Febbraio	78	6-7	NW
Ottobre	75	6-8	NW
Febbraio	74	6-7	NW
Gennaio	72	6-7	NW

Gennaio-Febbraio	72	6-7	NW
Aprile	72	6-7	NW
Dicembre	72	6-8	NW
Dicembre	72	6-7	NW
Dicembre	72	6-7	SE
Gennaio	68	6-7	W
Febbraio	66	6-7	SE
Gennaio	64	6-8	NW

#### 5.1.4 Acque Marine

L'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare (ICDM, attualmente Servizio Difesa del Mare) ha organizzato una rete di osservazione della qualità dell'ambiente marino costiero, effettuando periodici controlli con rilevamento di dati oceanografici, chimici, biologici e microbiologici al fine di tenere sotto controllo lo stato di qualità delle acque marine costiere. Tale rete di osservazione è stata realizzata attraverso la stipula di apposite convenzioni con 14 Regioni marittime, tra cui la Sardegna.

Il piano di monitoraggio realizzato nel triennio 1996-1999 ha interessato circa 1,700 stazioni di campionamento, poste a 500, 1,000 e 3,000 m dalla costa, per un totale di oltre 33,000 analisi effettuate.

Al fine di effettuare una caratterizzazione delle acque nel tratto di mare interessato dal progetto, in seguito sono sintetizzati i risultati del piano di monitoraggio realizzato lungo le coste orientali (transetti da Castelsardo a Cagliari) ed occidentali (transetti da Sarroch a Platamona) della Sardegna nel periodo compreso tra Maggio 1997 ed Aprile 1998 per quanto concerne i principali parametri chimico fisici e gli indicatori di stato trofico (Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa del Mare, 2000). Le posizioni dei transetti sono riportate nelle Figure 5.3, 5.4 e 5.5.

##### 5.1.4.1 Temperatura

L'andamento delle medie mensili di temperatura registrato lungo la fascia costiera occidentale (si veda la Figura 5.3) mostra un incremento costante, da valori intorno a 14°C (media da Gennaio a Marzo) fino ai massimi di 25°C registrati in Agosto. In corrispondenza dei valori di temperatura più elevati, è evidente un gradiente in diminuzione dei valori tra le stazioni a 500 m e quelle a 3,000 m, pertanto le acque al largo risultano più fredde (Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa Mare, 2000).

In particolare le acque marine del Golfo di Palmas sono caratterizzate da una temperatura superficiale generalmente inclusa nell'intervallo compreso tra 15 °C (inverno) e 26 °C (estate) (MATTM – Sidimar, 2007), rientrando nelle medie dell'intera regione (Furberg et al., 2002).

Durante la piena estate, ed in particolari condizioni meteo climatiche, può essere verificata la presenza di un primo termoclino a profondità abbastanza limitate (talvolta anche a -10 m); in inverno, al contrario la colonna d'acqua risulta abbastanza omogenea rispetto al parametro temperatura, che si attesta su valori compresi generalmente tra 14 e 15 °C (MATTM – Sidimar, 2007).

#### 5.1.4.2 Salinità

Come si può osservare in Figura 5.3 le misure rilevate lungo la costa occidentale sono comprese tra un valore minimo di 37.34 psu (media di Gennaio a 500 m) e un valore massimo di 37.88 psu (media di Ottobre, a 500 m). Nel complesso, le medie mensili di questo parametro mostrano due picchi relativi ai mesi di Maggio e Ottobre. Una brusca diminuzione della salinità, che interessa tutta la fascia costiera occidentale della Sardegna in maniera omogenea, è riscontrabile a partire da Giugno, fino a un valore minimo di 37.3-37.5 psu relativo alle misure di Luglio-Agosto (a 3,000 m dalla costa). Un apprezzabile gradiente di salinità è evidente invece per tutto il periodo invernale lungo la costa occidentale (da 37.43 a 37.92 in Febbraio) (Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa Mare, 2000).

La posizione del Golfo di Palmas e l'influenza dei sistemi lagunari ed estuariali ad esso afferenti, condizionano anche la salinità delle acque superficiali, soprattutto di quelle in prossimità delle spiagge litorali, dove si possono registrare valori al di sotto della media delle acque del largo; queste ultime sono caratterizzate da valori compresi tra 37 a 37.5 psu, rispettivamente nel periodo invernale ed estivo (MATTM – Sidimar, 2007).

#### 5.1.4.3 Ossigeno

L'Ossigeno, espresso come % di saturazione, lungo il versante occidentale mostra un andamento delle medie mensili con massimi nel periodo da Gennaio a Marzo (107% a 3,000 m) (si veda la Figura 5.4). Valori minimi di percentuale di saturazione si verificano in Aprile (inferiori al 95%, a 3,000 m) e tra Agosto e Settembre (inferiori a 90%, a 500 m). Si registrano due picchi relativi al mese di Maggio e al mese di Agosto, con valori che riportano la saturazione di ossigeno oltre il 100%.

In particolare si osservano relativamente alle misure lungo il transetto in corrispondenza della Foce del Rio Palmas, nel golfo omonimo, una distribuzione di valori di Ossigeno disciolto tra minimi intorno a 80% e massimi di circa 105% a 500 m e tra 85% e 105% circa a 3000 m.

È comunque difficile rendere conto di questi episodi senza fare riferimento a particolari situazioni locali: si ritiene infatti che i valori mediamente elevati di clorofilla e di biomassa algale relativi ad alcune stazioni del Golfo di Oristano (transetti da Corru Mannu a Mistras) e del litorale di Bosa e Alghero possano aver influito sulle medie mensili del parametro % di saturazione di Ossigeno alla scala dell'intera costa occidentale della Sardegna.

D'altra parte, tenendo presenti le caratteristiche generali di oligotrofia dei sistemi costieri della Sardegna, per spiegare i valori puntuali di saturazione che spesso eccedono il 110% in molte località è necessario sottolineare anche il ruolo rilevante delle praterie a Posidonia, diffuse per ampi tratti lungo le coste dell'isola, nel mantenere elevato il tenore di ossigeno nella colonna d'acqua.

#### 5.1.4.4 Trasparenza (Misure di Disco Secchi)

Lungo la costa occidentale le misure a 3,000 m si presentano con un minimo di 12 m come media di maggio e un massimo intorno a 16 m, come media di ottobre. Le medie a 500 m permangono invece su misure di circa 8 m di trasparenza per tutto l'arco dell'anno.

Relativamente ai valori puntuali di questo parametro, si evidenziano basse trasparenze, mediamente inferiori a 5 m, soprattutto per le stazioni di Sarroch, Bau Cerbus e per le località antistanti la zona di Oristano.

A 3,000 m dalla costa tutte le località presentano medie intorno ai 20 m di trasparenza, con esclusione ancora della stazione Bau Cerbus, che si caratterizza per distribuzioni dei dati di trasparenza che non eccedono mai 10 m, anche con i loro valori estremi (Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa Mare, 2000).

#### 5.1.4.5 Livelli Trofici

Per quanto concerne lo stato trofico, basato sul valore medio assunto dall'Indice TRIX (indice di stato trofico definito dal D.Lgs No. 152/99), le acque costiere della Regione Sardegna rientrano nello Stato Elevato, tipico di acque scarsamente produttive. Come si può osservare in Figura 5.5, dove è riportato l'andamento delle medie mensili dell'indice, il valore medio di TRIX, misurato lungo la costa occidentale durante i diversi mesi dell'anno, oscilla tra valori minimi intorno a 2.5 e valori massimi di poco superiori a 3.

Tale giudizio è coerente con le elaborazioni effettuate per le singole stazioni distribuite lungo la costa occidentale (si veda la Figura 5.5), che forniscono valori medi di Indice Trofico inferiori a 3.0 (Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa Mare, 2000).

Per quanto riguarda le condizioni di trofia dell'area del Golfo di Palmas, esse derivano in gran parte dalle più recenti risultanze dei monitoraggi marino-costieri (MATTM - Sidimar, 2007). In particolare si è fatto riferimento alla stazione di monitoraggio in località S. Antioco, la più prossima alla zona di interesse. In questo sito le concentrazioni di azoto ammoniacale sono in media risultate comprese tra 0.01 e 0.7 mM/m<sup>3</sup> sottocosta, e tra 0.01 e 0.6 mM/m<sup>3</sup> più al largo; le concentrazioni di azoto nitroso sono in media risultate tra 0.01 e 0.1 mM/m<sup>3</sup> sottocosta, e minori di 0.1 mM/m<sup>3</sup> più al largo. La concentrazione di silicati è stata in media compresa tra 0.01 e 1.30 mM/m<sup>3</sup> sottocosta e tra 0.3 e 0.9 mM/m<sup>3</sup> più al largo.

La concentrazione di Clorofilla "a" nel corso dell'anno è mediamente stimabile con valori tra 0.05 e 0.15 mg/m<sup>3</sup> sottocosta, e tra 0.05 e 0.12 mg/m<sup>3</sup> più al largo (dati MATTM-Sidimar, 2007). Sulla base di tali riscontri analitici, le acque dell'area del Golfo di Palmas vengono definite di "Alta qualità" (MATTM-Sidimar, 2007), e quindi di livello trofico medio-basso.

#### 5.1.4.6 Stato di Contaminazione del Biota

Nell'ambito del programma di monitoraggio sono state effettuate analisi sui bivalvi, ottimi indicatori della qualità chimica e biologica dell'ambiente marino; in particolare le determinazioni hanno riguardato:

- idrocarburi clorurati;
- metalli pesanti (cadmio e mercurio);
- parametri microbiologici;

La ricerca di idrocarburi clorurati nei bivalvi raccolti nelle stazioni costiere della regione Sardegna ha riguardato il DDT e i prodotti della sua degradazione. Le concentrazioni registrate non denotano fenomeni apprezzabili di accumulo nel biota, risultando prossime ai limiti inferiori dell'intervallo di concentrazione riportato in letteratura per i derivati del DDT e riferito ai mari italiani. In particolare i valori medi nei campioni raccolti sono per lo più compresi tra 1 e 3 µg/kg P.S., con un massimo di 3.61 µg/kg P.S. (riscontrato nei campioni raccolti a Mistras, nella zona di Oristano).

Per quanto concerne i metalli pesanti, livelli significativi di contaminazione chimica da cadmio e mercurio nei molluschi sono stati riscontrati per la stazione di S. Antioco (per il

cadmio si registra una media compresa tra 2,000 e 5,000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  P.S. mentre per il mercurio si registra una media di 1,300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  P.S.). L'analisi del contenuto di metalli pesanti nei bivalvi ha rilevato valori di accumulo tali da denunciare la possibile presenza di fonti di contaminazione in tutta la fascia costiera antistante la zona del Sulcis, in cui si registrano alti tenori di metalli pesanti anche nelle acque superficiali, e che, come noto, è stata dichiarata area ad elevato rischio di crisi ambientale.

Infine, per quanto concerne i parametri microbiologici, si segnalano livelli di accumulo di qualche centinaio di Coliformi fecali/g relativamente alla stazione di prelievo Golfo S.Antioco. La presenza della Salmonella è risultata negativa in tutte le determinazioni effettuate.

#### 5.1.4.7 Balneabilità

A livello regionale su un'estensione costiera totale di circa 1,848.630 km la costa balneabile si estende per 831.462 km. La costa non balneabile per la presenza di foci o scarichi si estende per 104.077 km, mentre quella non balneabile per la presenza di zone militari, porti, riserve integrali si sviluppa in un percorso di 236.439 km. Infine le coste non potenzialmente balneabili e inaccessibili, le aree a strapiombo o comunque dove non è possibile effettuare una attività di balneazione, si estendono per 680.033 km, mentre le aree temporaneamente interdette sono passate da 1.25 km a poco più di 850 metri (sito web: [www.regione.sardegna.it](http://www.regione.sardegna.it)).

Nelle Figure 5.6 e 5.7 è riportato il giudizio di idoneità alla balneazione ai sensi del DPR No. 470/82 "Attuazione della Direttiva CE No. 76/160 relativa alla Qualità delle Acque di Balneazione" e successive modificazioni, per l'anno 2004, relativo al tratto di costa in prossimità dell'approdo di Porto Botte (Ministero della Salute, 2005). Sono inoltre riportati:

- i tematismi relativi al tipo di inquinamento rilevato e alla frequenza dei campioni favorevoli rappresentati sulle aree di pertinenza;
- i codici dei punti di prelievo;
- i codici delle zone di divieto di balneazione;
- il rapporto fra il numero dei campioni favorevoli ed il numero dei campioni accettati, suddivisi nelle seguenti quattro classi:
- tutti i campioni che hanno dato esito favorevole,
- fino a  $\frac{3}{4}$  di campioni che hanno dato esito favorevole,
- da  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{4}$  dei campioni che hanno dato esito favorevole,
- meno di  $\frac{1}{4}$  dei campioni che hanno dato esito favorevole.

Come si può osservare nelle Figure 5.6 e 5.7 le aree marino costiere lungo le coste sud-occidentali della Sardegna, ed in particolare quelle situate in prossimità dell'approdo di Porto Botte, sono classificate come "zone da considerarsi non idonee perché non sufficientemente campionate o perché non controllate". Ad Ovest del Punto di approdo, si segnala la presenza di una zona "permanentemente non idonea per inquinamento".

### **5.1.5 Acque Superficiali**

#### **5.1.5.1 Descrizione Generale**

In Riferimento alla pianificazione di bacino (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato in via definitiva con Delibera della Giunta Regionale No. 54/33 del 30 Dicembre 2004), con Delibera No. 45/57 del 30 Ottobre 1990 la Giunta Regionale ha dichiarato l'intero territorio regionale un unico Bacino, suddiviso nei seguenti sette sotto-bacini principali:

- Bacino del Sulcis;
- Bacino del Tirso;
- Bacini del Coghinas, Mannu e Temo;
- Bacino del Liscia;
- Bacini di Posada e Cedrino;
- Bacino Sud-Orientale;
- Bacini del Flumendosa, Campidano e Cixerri.

Il tratto di costa che comprende il territorio compreso tra il punto di approdo di Porto Botte fino al Terminale ricade all'interno del Bacino del Sulcis.

#### **5.1.5.2 Analisi di Dettaglio**

L'area dell'approdo di Porto Botte è situata in prossimità della foce del Rio Palmas (Figura 5.8). Si evidenzia che il tracciato on-shore del metanodotto compreso dal punto di approdo fino al Terminale di Arrivo di Porto Botte:

- attraversa il canale denominato "Canale Circondario" (Foglio 1 del Volume III del SIA, Allegati Cartografici) parallelo alla Salina di S.Antioco e localizzato tra la salina stessa e il Terminale di Porto Botte.
- non attraversa alcun corpo idrico significativo (il Rio Palmas è situato circa 1.5 km a Est dell'approdo di Porto Botte).

Il Rio Palmas ricade all'interno del Bacino del Sulcis ed è delimitato a Nord dal Monte Orri, ad Est dal Monte Is Caravius, a Sud da Punta Sebera e ad Ovest dal Golfo di Palmas. All'altezza dell'abitato di Tratalias, in località Monte Pranu, è stato realizzato uno sbarramento sul fiume principale per la formazione di un invaso le cui acque vengono utilizzate a scopi intersettoriali. A monte di tale invaso il bacino del Rio Palmas si suddivide nei suoi principali sottobacini:

- Rio Mannu di Narcao;
- Rio Mannu di Santadi;
- Rio di Piscinas;
- Rio di Perdaxius.

L'area in esame ricade nel sottobacino del Rio Sassu nella quale si possono individuare, a nord del Terminale di Porto Botte, sia il corso d'acqua che da il nome al bacino (Rio Sassu) che il Rio di Soru. Tali corsi d'acqua sfociano all'interno dello Stagno di Santa Caterina.

Nel tratto a valle dell'invaso il Rio Palmas scorre con andamento regolare e basse pendenze fino a sfociare nel Golfo di Palmas. Tutta l'area costiera del Golfo di Palmas è caratterizzata da un complesso sistema di aree umide (Stagni di S. Caterina, di Porto Botte e di Mulargia) ad elevata valenza naturalistico - ambientale (Regione Autonoma della Sardegna, 2006) e dalle saline di Porto Botte.

Dal punto di vista morfologico, il delta del Rio Palmas si presenta irregolare e si sviluppa maggiormente in direzione Sud-Est, dove nella sua parte terminale chiude un limitato specchio d'acqua. La sua piana alluvionale attuale comprende l'alveo ordinario e di esondazione con le superfici adiacenti occupate dalle alluvioni recenti sabbioso-ciottolose; l'aggetto deltizio ha un maggiore sviluppo verso Sud-Est, conseguente alla propagazione dei sedimenti alluvionali ridistribuiti dalla corrente di deriva dominante proveniente da Nord-Ovest.

Il cordone litorale che separa gli stagni dal mare è diviso in due parti dall'apertura artificiale di Porto Botte, necessaria a favorire il ricambio idrico dei bacini di transizione. Inoltre, gli stagni di Porto Botte e di Baiocco sono separati da un cordone sabbioso.

#### 5.1.5.3 Saline di S. Antioco

Dopo il punto di approdo, il primo tratto on-shore del metanodotto interessa direttamente la Salina di S. Antioco per circa 1 km mentre il restante tracciato risulta inserito all'interno di un contesto agricolo.

La Salina di S. Antioco si estende su una fascia lunga circa 15 km, per una profondità massima di circa 3 km. La superficie utile coperta dalle acque è di circa 1,500 ettari suddivisa in superficie evaporante (1,300 ettari) e salante (200 ettari).

Il processo di produzione del sale sfrutta la superficie evaporante per portare le acque di mare a saturazione rispetto al cloruro di sodio e la zona salante in cui si ha deposizione di sale. Questa zona viene continuamente alimentata con acqua satura preparata dalle zone evaporanti, le quali hanno superfici e forme irregolari; le caselle salanti sono invece perfettamente regolari per esigenze di raccolta.

Per assicurare il movimento delle acque a ciclo continuo viene sfruttato nella maggior parte della superficie il dislivello naturale del terreno; ove ciò non è possibile provengono 6 stazioni idrovore di sollevamento dislocate nelle varie zone della Salina.

Il processo di concentrazione delle acque inizia negli stagni dell'insenatura di Porto Pino proseguendo nello stagno di Maestrale che a sua volta alimenta prima lo stagno di Baiocco poi quello di Porto Botte fino ad arrivare a quello di Mulargia, ormai prossimo alle caselle salanti, per poi giungere agli stagni evaporanti di S. Caterina. Lo sviluppo complessivo del territorio della Salina dalla presa a mare alla Sezione di S. Caterina è di circa 20 chilometri e l'intero percorso della massa d'acqua viene coperto in circa 20/30 giorni in funzione delle condizioni meteorologiche.

#### 5.1.5.4 Stato di Qualità delle Acque Superficiali

Per quanto concerne le informazioni relative allo stato di qualità delle acque superficiali di seguito si riportano i dati forniti dal Piano di Tutela delle Acque della Sardegna (Regione Autonoma della Sardegna, 2006).

Il PTA attualmente vigente è quello relativo al 2006 e fa riferimento al D.Lgs. No. 152/1999 (e successive modificazioni). Tale decreto stabilisce gli specifici obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi, assegna alle Regioni il compito di redigere i Piani di Tutela delle acque e fissa gli obiettivi di qualità specifici, nonché tutte le misure e i provvedimenti necessari al fine di raggiungere o mantenere lo stato di qualità per i corpi idrici significativi e per le acque a specifica destinazione.

Al fine di effettuare una classificazione dei corpi idrici, il D.Lgs No. 152/99 prevede, inoltre, che le Regioni organizzino un piano di monitoraggio pensato e progettato in modo da tenere conto dei vari aspetti territoriali, ovvero della presenza di insediamenti urbani, degli impianti produttivi e degli apporti alle aste principali provenienti dagli affluenti.

Gli indici di qualità previsti dal D.Lgs No. 152/99 per le acque superficiali interne identificate come corpi idrici significativi sono riportati di seguito:

- LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori): rappresenta l'indice sintetico derivato dai sette parametri macrodescrittori chimici e microbiologici (Azoto nitrico, Azoto ammoniacale, Ossigeno disciolto, BOD5, COD, Fosforo totale, E. coli).
- IBE (Indice Biotico Estesio): si ottiene attraverso lo studio della comunità macrobentonica del corso d'acqua. L'indice IBE si basa su due principi fondamentali delle comunità animali in presenza di fattori di alterazione: scomparsa dei taxa più sensibili, calo della biodiversità;
- SECA (Stato Ecologico del Corso d'Acqua): si ottiene incrociando i due precedenti indici e considerando la classe di qualità più bassa fra quelle derivate dalle valutazioni di IBE e LIM singolarmente;
- Stato chimico: definito in base alla media aritmetica annuale delle concentrazioni di sostanze pericolose nelle acque superficiali:
  - Inquinanti inorganici (Arsenico e Cromo totale, Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo e i loro composti),
  - Idrocarburi Policiclici Aromatici,
  - Idrocarburi Aromatici (benzene),
  - Idrocarburi Aromatici alogenati (Triclorobenzeni),
  - Idrocarburi alifatici clorurati ( Dicloroetano, Cloroetene).
- SACA (Stato Ambientale del corso d'acqua): deriva dall'incrocio dello Stato Ecologico con lo Stato Chimico.

Per il LIM e l'IBE è assegnata una classe di appartenenza da 1 a 5 in ordine decrescente di qualità come riportato di seguito:

**Tabella 5.2: Classificazione degli Indici di Qualità**

Parametro	CLASSE DI QUALITÀ				
	1 (I) Elevato	2 (II) Buono	3 (III) Sufficiente	4 (IV) Scadente	5 (V) Pessimo
IBE	≥ 10	8-9	6-7	4-5	1-3
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Gli esiti del monitoraggio effettuato nel biennio 2002-2004, che ha permesso, secondo quanto indicato nell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99, di classificare i corpi idrici dell'UIO del Palmas, sono schematizzati nella tabella seguente:

**Tabella 5.3: Bacino del Rio Palmas: stato di qualità delle acque superficiali**

Nome bacino	Nome corpo idrico	Stazione	Inizio Campionamento	Fine Campionamento	LIM	IBE	SECA	Giudizio
Rio Palmas	Rio Palmas	02560701	01/03/2002	01/04/2004	4	--	--	n.d.
	Rio Mannu di Villa Peruccio	02560702	01/02/2002	30/03/2004	3	3	3	SUFFICIENTE
	Rio Mannu di Santadi	02560703	01/02/2002	30/03/2004	4	4	4	SCADENTE

Dall'analisi della tabella è possibile constatare che la situazione più critica è quella del Rio Mannu di Santadi che nasce dalle pendici dei monti del Sulcis (Punta Maxia) e dopo aver attraversato la valle di Pantaleo e l'abitato di Santadi, confluisce nel Rio Mannu di Narcao: durante il suo corso il fiume riceve lo scarico del depuratore di Santadi, a cui attualmente risultano collettati anche la frazione di Terresoli e l'abitato di Villaperuccio.

#### 5.1.5.5 Stato di Qualità delle Acque di Transizione

Per la definizione dello stato ambientale delle acque lagunari e degli stagni costieri (acque di transizione) si riportano i dati presenti nel PTA (Regione Autonoma della Sardegna, 2006). Lo stato di qualità è stato valutato mediante il numero di giorni di anossia/anno che coinvolgono oltre il 30% della superficie del corpo idrico misurata nelle acque di fondo secondo lo schema della Tabella 18 dell'Allegato 1 del D.Lgs No. 152/99.

La definizione dello stato di qualità ecologico assume come indice lo stato di anossia definita come: numero di giorni anno con un valore di ossigeno disciolto nelle acque di fondo compreso tra 0 e 1.0 mg/litro.

I risultati del monitoraggio (Ottobre 2002 – Ottobre 2003) relativi alle sole informazioni di anossia per gli stagni di S. Caterina, Mulargia e di Porto Botte (vedi Figura 5.8) sono riportati nella tabella successiva.

Dall'analisi della tabella non si evidenziano stati di anossia intesi come giorni con un valore di ossigeno disciolto nelle acque di fondo compreso tra 0 e 1.0 mg/litro.

**Tabella 5.4: Misura di Ossigeno (Condizioni di Anossia)**

Stagno Santa Caterina		Stagno di Mulargia		Stagno di Porto Botte	
Data	mg/l	Data	mg/l	Data	mg/l
01/03/2002	8.00	01/03/2002	6.80	01/03/2002	6.50
01/04/2002	7.30	01/04/2002	6.70	01/04/2002	6.90
01/05/2002	15.50	01/05/2002	6.40	01/05/2002	7.00
17/06/2002	8.10	05/06/2002	7.20	05/06/2002	7.00
16/07/2002	6.00	01/07/2002	7.80	01/07/2002	7.20
05/08/2002	6.00	01/08/2002	7.20	01/08/2002	6.80

Stagno Santa Caterina		Stagno di Mulargia		Stagno di Porto Botte	
Data	mg/l	Data	mg/l	Data	mg/l
16/09/2002	6.60	11/09/2002	5.60	11/09/2002	5.50
14/10/2002	7.70	02/10/2002	8.00	02/10/2002	6.10
18/11/2002	n.d.	04/11/2002	8.70	04/11/2002	6.00
16/12/2002	9.00	05/12/2002	6.20	05/12/2002	7.20
20/01/2003	7.98	08/01/2003	7.40	08/01/2003	7.31
17/02/2003	8.51	05/02/2003	7.76	05/02/2003	8.48
03/03/2003	8.56	17/03/2003	6.00	17/03/2003	7.41
09/04/2003	8.51	02/04/2003	7.20	02/04/2003	7.60
19/05/2003	6.90	05/05/2003	5.21	05/05/2003	3.59
18/06/2003	7.00	06/06/2003	6.00	06/06/2003	6.60
22/07/2003	5.25	10/07/2003	5.20	10/07/2003	5.11
20/08/2003	6.00	06/08/2003	4.15	06/08/2003	3.14
10/09/2003	7.20	03/09/2003	5.30	03/09/2003	4.38
08/10/2003	7.60	11/10/2003	5.56	01/10/2003	5.29
17/11/2003	6.27	11/11/2003	6.17	11/11/2003	5.96
18/12/2003	8.79	04/12/2003	6.10	04/12/2003	2.40
14/01/2004	8.17	08/01/2004	7.70	08/01/2004	3.50
11/02/2004	7.00	05/02/2004	5.00	05/02/2004	5.00
22/03/2004	8.72	10/03/2004	5.16	10/03/2004	5.20
27/04/2004	7.03	14/04/2004	5.45	14/04/2004	3.47
17/05/2004	5.80	04/05/2004	5.95	04/05/2004	6.38
16/06/2004	3.00	07/06/2004	6.17	07/06/2004	n.d.
08/07/2004	4.50	05/07/2004	6.25	05/07/2004	6.60
11/08/2004	5.40	02/08/2004	4.30	02/08/2004	4.80

Nota:

Misure effettuate sul fondo (mg/l). I dati in corsivo si riferiscono a misure di ossigeno in superficie effettuate laddove la profondità del corpo idrico è inferiore a 1.5 m.

### 5.1.6 Acque Sotterranee

#### 5.1.6.1 Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis

La zona di interesse è caratterizzata dalla presenza dell'Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis (Figura 5.8).

Di seguito in tabella viene riportata una valutazione qualitativa (Regione Autonoma della Sardegna, 2006) dei prelievi e delle portate delle sorgenti insistenti sull'acquifero in esame: si evidenzia la scarsità dei prelievi e l'assenza del valore di portata della sorgente, indicante l'assenza o l'estrema rarità delle sorgenti sull'acquifero.

**Tabella 5.5: Caratteristiche dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario Sulcis**

Codice	Misure Quantitative			Misure Qualitative	
	Estensione [km <sup>2</sup> ]	Soggiacenza Media [m]	Spessore Medio [m]	Prelievi	Portata della Sorgente
14	377,431	4	20	Medio-Scarsi	--

#### 5.1.6.2 Stato di Qualità delle Acque Sotterranee

In tema di Qualità delle Acque Sotterranee il Piano di Tutela delle Acque (Regione Sardegna, 2006) riporta le informazioni relative al monitoraggio effettuato nelle modalità indicate nel D.Lgs No. 152/1999. I dati disponibili si riferiscono al monitoraggio preliminare, effettuato per una prima definizione delle caratteristiche degli acquiferi della Sardegna, e dal successivo monitoraggio biennale.

Il monitoraggio biennale è stato effettuato con cadenza semestrale nel periodo compreso tra Settembre 2003 e marzo 2005

La classificazione delle acque è effettuata servendosi dei macrodescrittori, secondo quanto illustrato nella tabella sottostante (corrispondente alla Tabella 20 dell'Allegato 1 del D.Lgs No. 152/99 – “Classificazione chimica in base ai parametri di base”):

**Tabella 5.6: Classificazione Chimica in Funzione dei Parametri di Base**

Parametro	Unità di Misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 <sup>(1)</sup>
CES	μS/cm	>400	<2500	<2500	>2500	>2500
Cloruri	mg/l	<25	<250	<250	>250	>250
Manganese	mg/l	<20	<50	<50	>50	>50
Ferro	mg/l	<50	<200	<200	>200	>200
Nitrati (NO <sub>3</sub> )	mg/l	<5	<25	<50	>50	--
Solfati (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<25	<250	<250	>250	>250
Ione ammonio(NH <sub>4</sub> )	mg/l	<0.05	<0.5	<0.5	>0.5	>0.5

Nota:

- (1) Se la presenza di tali sostanze è di origine naturale, sarà automaticamente attribuita la classe 0.

La classificazione chimica dei corpi idrici sotterranei è di seguito riportata:

- **Classe 0:** Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3. Per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque;

- **Classe 1:** Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
- **Classe 2:** Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche;
- **Classe 3:** Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
- **Classe 4:** Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.

Nella tabella sottostante vengono riportati i valori dei singoli parametri unitamente alla rispettiva classe per il campionamento biennale e per quello preliminare al fine di apprezzarne le differenze.

**Tabella 5.7: Monitoraggio dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis**

Parametro	Monitoraggio Biennale		Monitoraggio Preliminare	
	Valore	Classe	Valore	Classe
Cl	241.9 mg/l	2	726 mg/l	4
NH <sub>4</sub>	0.19 mg/l	2	0.04 mg/l	1
NO <sub>3</sub>	31.2 mg/l	3	18.0 mg/l	2
SO <sub>4</sub>	167.2 mg/l	2	383.1 mg/l	4
Fe	2024 µg/l	4	47.1 µg/l	1
Mn	46 µg/l	2	198.9 µg/l	4
CES (Conducibilità Elettrica Specifica)	1387 µS/cm	2	3196 µS/cm	4

Per il monitoraggio dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis i valori hanno fornito una classificazione 4 "Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti". L'acquifero in oggetto risulta particolarmente influenzato dalla presenza di miniere metallifere dismesse che spiegano il valore estremamente elevato del Ferro e del Manganese.

## 5.2 IMPATTI POTENZIALI

Gli impatti potenziali sulla componente Ambiente Idrico e presi in considerazione a seguito della realizzazione del progetto, ascrivibili alla fase di cantiere, sono:

- consumo di risorse per i prelievi idrici per le necessità del cantiere;
- alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque imputabile allo scarico di effluenti liquidi per gli usi di cantiere;
- contaminazione delle acque per effetto di spillamenti/spandimenti dai mezzi terrestri e navali utilizzati per la costruzione;
- alterazione delle caratteristiche di qualità e incremento della torbidità delle acque marine in conseguenza della eventuale risospensione di sedimenti durante la fase di scavo e posa a mare della condotta;

- alterazioni dei flussi idrici superficiali ed eventuale creazione di vie preferenziali di deflusso a seguito dello scavo della trincea per la posa del metanodotto e della realizzazione di attraversamenti di canali e corsi d'acqua;
- alterazione dei regimi di flusso delle acque sotterranee.

Per quanto riguarda la fase di collaudo (test idraulico della condotta) i potenziali impatti sono i seguenti:

- contaminazione potenziale delle acque superficiali dovuta allo scarico di effluenti liquidi da test idraulico.

Gli impatti sulla componente associati all'esercizio del Terminale di Porto Botte sono stati considerati trascurabili.

## 5.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 5.3.1 Consumo di Risorse per Prelievi Idrici connessi alle Attività di Cantiere

I prelievi idrici in fase di cantiere sono riconducibili essenzialmente ai soli usi civili. Per quanto riguarda il collaudo idraulico, si evidenzia che le modalità esecutive saranno definite in fase esecutiva e che non è prevedibilmente necessario alcun prelievo nell'area di Porto Botte.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 5.8: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere (presenza del personale)	
Fattore casuale di impatto	Prelievi idrici	
Impatto potenziale	Consumo di risorse	
Componenti ambientali correlate	-	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Disponibilità della risorsa idrica	
	Indicatore Ambientale	Note
	Disponibilità	L'area di progetto è situata in corrispondenza dell'Saline di S. Antioco. Nell'area limitrofa sono inoltre presenti il Rio Palmas e gli Stagni di S. Caterina (con i suoi affluenti) e Mulargia e Porto Botte. Per quanto riguarda il collaudo idraulico, fermo restando il fatto che le modalità di realizzazione saranno definite in fase esecutiva, non saranno prevedibilmente necessari alcuni prelievi nell'area di Porto Botte

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA (Sezione IIb), cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame (si vedano i paragrafi precedenti), nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 5.9: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	-	-
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	Si	L'analisi dai parametri ambientali ha evidenziato la presenza di criticità legate allo stato di qualità delle falda sotterranea. Sono quindi da evitare prelievi da falda.

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 5.10: Consumo di Risorse per Prelievi Idrici, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Stima sulla base di cantieri analoghi
Indicatore ambientale	Si qualitativa	I prelievi idrici sono stimati molto modesti. Esclusa la possibilità di prelievi da falda, non si ritiene necessaria alcuna valutazione quantitativa in merito alla disponibilità della risorsa

#### 5.3.1.1 Stima dell'Impatto

I prelievi idrici per le necessità di cantiere, sulla base di dati relativi a cantieri di opere simili per tipologia e dimensioni, sono stimate come indicato nella tabella seguente.

Per quanto riguarda le aree di cantiere a terra i prelievi sono connessi agli usi civili dovuti alla presenza del personale addetto (l'utilizzo massimo di acque sanitarie in fase di costruzione è quantificabile in 60 l/giorno per addetto) e all'umidificazione delle aree di cantiere.

**Tabella 5.11: Stima dei Prelievi Idrici**

Prelievi Idrici	Modalità di Approvvigionamento	Quantità
<b>Aree di lavoro a Mare</b>		
Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto off-shore	Autobotti, reti acquedottistiche locali (cantiere a terra)  Cisterne a bordo nave (cantiere lungo la rotta di posa)	12.5 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(1)</sup>

Aree di lavoro a Terra		
Acqua per attività di cantiere (bagnatura piste, attività varie, ecc.)	Autobotti, reti acquedottistiche locali, corpi idrici superficiali	5-10 m <sup>3</sup> /giorno (ipotizzato)
Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del metanodotto	Autobotti, reti acquedottistiche locali	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(2)</sup>
Acqua per usi civili connessi alla presenza del personale addetto alla costruzione del Terminale di Porto Botte	Autobotti, reti acquedottistiche locali	1.8 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(3)</sup>

Nota:

- (1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 200 addetti.
- (2) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti.
- (3) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 30 addetti.

Tenuto conto delle modeste quantità previste, della disponibilità della risorsa nell'area, dell'assenza di criticità (ad esclusione delle problematiche evidenziate in merito alla falda) si ritiene che l'impatto associato si possa ritenere **trascurabile**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine.

#### 5.3.1.2 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 5.12: Consumi di Risorse per Prelievi Idrici da Attività di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	-	-
Presenza aree critiche	Si	L'analisi dai parametri ambientali ha evidenziato la presenza di criticità legate allo stato di qualità delle falda sotterranea. Sono quindi da evitare prelievi da falda.
Entità dell'impatto	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>o I prelievi idrici sono assolutamente modesti</li> <li>o Possibilità di approvvigionamento da reti acquedottistiche locali</li> </ul>
Misure di Mitigazione	Si	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Evitare i prelievi di acqua da falda</li> <li>o Principio di minimo spreco e ottimizzazione della risorsa</li> <li>o Adeguata programmazione delle attività (evitare interferenze con attività turistiche)</li> </ul>

### 5.3.2 Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali dovute agli Scarichi Idrici (Fase di Cantiere e Collaudo)

Gli scarichi idrici nei cantieri a mare sono ricollegabili essenzialmente ai soli usi civili e alle acque meteoriche. Per quanto riguarda il cantiere a terra occorre considerare anche gli scarichi idrici associati alla effettuazione del test idraulico della condotta.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 5.13: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore		
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere (presenza del personale) Collaudo idraulico della condotta		
Fattore casuale di impatto	Scarichi idrici		
Impatto potenziale	Alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque		
Componenti ambientali correlate	Ecosistemi naturali		
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Qualità delle Acque		
	Parametro ambientale	Valori di riferimento	Stato attuale
	Qualità acque marine	Media (si veda Paragrafo 5.1.4)	
	Qualità acque superficiali	Bassa - Media (Si veda Paragrafo 5.1.5)	
	Qualità acque di transizione	Buona (Si veda Paragrafo 5.1.5)	

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale, Sezione Iib del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame (si vedano i paragrafi precedenti), nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 5.14: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori.
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Frequenza	Una sola volta	Collaudo idraulico
Scala spaziale	Locale	-
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	Si	Punto di approdo e tratto on-shore localizzati in corrispondenza della Salina di S. Antioco. L'analisi dai parametri ambientali ha evidenziato un buono stato di qualità per le acque di transizione, uno stato di media qualità dell'ambiente marino-costiero e uno stato di bassa-media qualità per il Rio Palmas

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 5.15: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Stima sulla base di cantieri analoghi
Indicatore ambientale	No	Gli scarichi idrici per usi civili sono molto modesti. Le modalità di effettuazione del collaudo idraulico (e dei relativi scarichi) saranno definite in fase esecutiva. Non è comunque previsto l'utilizzo di additivi.

### 5.3.2.1 Stima dell'Impatto

Gli scarichi idrici per le necessità di cantiere sono ricollegabili essenzialmente ai soli usi civili. Il cantiere a terra sarà attrezzato con baracche/uffici provvisti di impianti igienico sanitari che verranno smaltiti in apposita fossa biologica Imhoff. Per l'allontanamento delle acque meteoriche verranno predisposte scoline per il drenaggio e l'area di lavoro verrà inoltre modellata con pendenze adeguate.

Durante le attività di collaudo della condotta, gli scarichi idrici saranno associati alla effettuazione del test idraulico. Alla fine del test l'acqua verrà restituita al mare, previa verifica di compatibilità ambientale in accordo alle norme vigenti.

Nella tabella seguente è presentata una stima dei quantitativi che si prevede verranno scaricati durante le attività.

**Tabella 5.16: Stima degli Scarichi Idrici**

Scarichi Idrici	Modalità di Scarico	Quantità
<b>Aree di lavoro a Mare</b>		
Reflui di origine civile connessi alla presenza di personale per costruzione	Impianti di bordo	12.5 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(a)</sup>
<b>Aree di lavoro a Terra</b>		
Reflui di origine civile connessi alla presenza di personale per costruzione	Fossa biologica Imhof	1.2 m <sup>3</sup> /giorno <sup>(b)</sup>
Acque meteoriche in fase di cantiere	Smaltimento mediante sistema di scoline di drenaggio che sfrutteranno pendenza naturale del terreno	-
Test idraulico della condotta	-	-

Note:

- 1) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 200 addetti.

- 2) Quantità stimata ipotizzando un consumo idrico in fase di cantiere di 60 l/giorno per addetto e ipotizzando la presenza in cantiere mediamente di 20 addetti 30 addetti per il cantiere del Terminale di Porto Botte.

Con riferimento ai reflui di origine civile e allo scarico delle acque meteoriche, tenuto conto delle modeste quantità previste e delle misure di mitigazione che saranno adottate (si veda il paragrafo successivo) si ritiene che l'impatto associato si possa ritenere **trascurabile**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a scala locale, a breve termine.

Per quanto riguarda il collaudo idraulico della condotta, pur in assenza di informazioni di dettaglio, che saranno disponibili solo in fase esecutiva, si può ritenere che l'impatto sia **trascurabile/di lieve entità**; tale valutazione dovrà essere confermata in sede di definizione delle modalità esecutive del collaudo da parte dell'impresa che realizzerà i lavori. Altre caratteristiche di tali impatti sono le seguenti: temporanei, reversibili, a breve termine, a scala locale.

### 5.3.2.2 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 5.17: Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali per Scarichi Idrici, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Frequenza	Una sola volta	Collaudo idraulico
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	-	-
Presenza aree critiche	Si	Punto di approdo e tratto on-shore localizzati in corrispondenza della Salina di S. Antioco. L'analisi dai parametri ambientali ha evidenziato un buono stato di qualità delle acque di transizione, uno stato di media qualità dell'ambiente marino-costiero e uno stato di bassa-media qualità per il Rio Palmas
Entità dell'impatto	Trascurabile/ Lieve entità	<ul style="list-style-type: none"> <li>o l'impatto per lo scarico delle acque reflue e meteoriche è trascurabile</li> <li>o l'impatto associato allo scarico dell'acqua utilizzata per il test idraulico della condotta può essere di lieve entità</li> </ul>
<b>Misure di Mitigazione</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o utilizzo della fossa biologica Imhof per tutti gli impianti igienico sanitari del cantiere a terra funzionale all'approdo e al Terminale di Porto Botte;</li> <li>o predisposizione di scoline di drenaggio per l'allontanamento delle acque meteoriche dalle aree di lavoro a terra;</li> <li>o predisposizione di impianti di bordo per il trattamento dei reflui di origine civile sui cantieri mobili lungo la rotta di posa della condotta;</li> <li>o evitare di utilizzare additivi chimici nell'acqua utilizzata per il test idraulico della condotta;</li> <li>o controllo sulle acque utilizzate per il test idraulico della condotta; nel caso di apparente contaminazione saranno svolte opportune analisi e in base ai risultati saranno scelte le modalità di trattamento e smaltimento più adeguate, in accordo alla normativa vigente</li> <li>o principio di minimo spreco e ottimizzazione della risorsa</li> </ul>		

### 5.3.3 Contaminazione delle Acque per effetto di Spillamenti e Spandimenti Accidentali (Tratto Off-Shore e On-Shore)

#### 5.3.3.1 Stima dell'Impatto

Fenomeni di contaminazione delle acque marine e costiere o delle acque superficiali per effetto di spillamenti e/o spandimenti in fase di cantiere potrebbero verificarsi solo in conseguenza di eventi accidentali (sversamenti al suolo di prodotti inquinanti e conseguente migrazione in falda e in corpi idrici superficiali o sversamenti a mare) da macchinari e mezzi usati per la costruzione e per tali motivi risultano poco probabili.

Si noti che le imprese esecutrici dei lavori oltre ad essere obbligate ad adottare tutte le precauzioni idonee ad evitare tali situazioni, a lavoro finito, sono inoltre obbligate a riconsegnare l'area nelle originarie condizioni di pulizia e sicurezza ambientale.

In riferimento alle attività di posa della condotta sottomarina, l'impatto associato alla dispersione accidentale di acque oleose di sentina è da ritenersi trascurabile in quanto i mezzi navali possiedono adeguate tenute meccaniche finalizzate al contenimento degli idrocarburi.

L'impatto sulla qualità delle acque superficiali per quanto riguarda tale aspetto risulta quindi **trascurabile** in quanto legato al verificarsi di soli eventi accidentali.

#### 5.3.3.2 Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono sintetizzate le misure di mitigazione previste per prevenire fenomeni di contaminazione in caso di sversamenti accidentali.

**Tabella 5.18: Contaminazione delle Acque per Effetto di Spillamenti e Spandimenti, Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione	
o	eseguire il dewatering della trincea per evitare che una contaminazione dell'ambiente, sia diretta che indiretta, da parte di sedimenti e scarichi acidi o salini si propaghi più velocemente attraverso le acque di ristagno nello scavo;
o	eseguire il rifornimento dei veicoli o dei macchinari di cantiere e localizzare i dispositivi per lo stoccaggio delle sostanze chimiche pericolose ad almeno 50 m dai corpi idrici; dove non fosse possibile occorre adottare speciali misure di sicurezza quali, per esempio, la predisposizione di superfici e pareti assorbenti nell'area destinata ad ospitare il rifornimento;
o	posizionare le pompe funzionali alla realizzazione degli attraversamenti dei corsi d'acqua all'interno di trincee temporanee realizzate con sacchi di sabbia, per circoscrivere eventuali contaminazioni provocate da rotture accidentali;
o	predisporre per lo stoccaggio di carburanti, lubrificanti e sostanze chimiche pericolose, apposite aree di contenimento opportunamente protette e delimitate;
o	predisporre un piano di emergenza atto a fronteggiare l'eventualità di sversamenti accidentali di carburanti, lubrificanti e sostanze chimiche, specialmente in prossimità dei corsi idrici.

### 5.3.4 Alterazione Caratteristiche di Qualità delle Acque Marine ed Incremento della Torbidità connesse a Risospensione di Sedimenti del Fondale

La realizzazione dell'approdo di Porto Botte e l'interramento della condotta sottomarina per un tratto sottocosta determineranno una movimentazione di sedimenti marini. Si potrebbe quindi generare una torbidità delle acque nell'area circostante la zona di posa dovuta ai materiali fini messi in sospensione e dispersi dalle correnti.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 5.19: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Realizzazione approdo e posa condotta sottomarina interrata	
Fattore casuale di impatto	Risospensione dei sedimenti	
Impatto potenziale	Alterazione caratteristiche qualità acque marine	
Componenti ambientali correlate	Ecosistemi naturali, ambiente marino e costiero	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Qualità acque marine	
	Parametro Ambientale	Note
	Parametri chimico-fisici	Si veda quanto riportato nella caratterizzazione ambientale

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale, Sezione IIb del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame, nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 5.20: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche settimana	Limitata al periodo dei lavori che prevedono movimentazione dei sedimenti marini
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	
Scala spaziale	Locale	Variabile in funzione di direzione ed intensità della corrente. Tipicamente il fenomeno si esaurisce in poche decine di metri
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	La presenza di aree potenzialmente critiche è legata alla definizione della qualità dei sedimenti marini oggetto di movimentazione.

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 5.21: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	SI qualitativa	Attualmente non sono ancora definite le modalità esecutive di realizzazione dell'approdo e posa della condotta.
Variabile ambientale	SI qualitativa	-

#### 5.3.4.1 Stima dell'Impatto e Misure di Mitigazione

In generale i potenziali effetti negativi indotti dalla risospensione dei sedimenti sono imputabili alla rimessa in circolo delle sostanze depositate, tra le quali possibili sostanze inquinanti come metalli e nutrienti, e all'aumento della torbidità delle acque. Nella valutazione dei possibili impatti occorre sottolineare che i sedimenti marini, una volta movimentati, vengono mantenuti in sospensione e diffusi per l'effetto combinato del moto ondoso e delle correnti marine. In caso di assenza di onda e di corrente i sedimenti risospesi tendono a ridepositarsi in prossimità del loro punto di origine.

Durante la realizzazione dell'approdo e l'interramento della condotta sottomarina si determineranno fenomeni di risospensione dei sedimenti. L'entità di tali fenomeni dipende dalle modalità esecutive e dalle misure di mitigazione che saranno adottate. In linea generale le misure mitigative che potranno essere adottate sono elencate nella successiva tabella.

**Tabella 5.22: Alterazione Caratteristiche Qualità Acque Marine per Risospensione Sedimenti, Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione
<ul style="list-style-type: none"><li>○ rimuovere i sedimenti eventualmente inquinati e sostituirli con materiale idoneo</li><li>○ ridurre al minimo indispensabile i volumi di scavo e, più in generale, la movimentazione di sedimenti marini;</li><li>○ confinare, per quanto possibile, le aree di lavoro</li><li>○ utilizzare i mezzi e tecnologie più idonee</li><li>○ effettuare lo svolgimento delle attività in condizioni meteo-marine e climatiche tali da minimizzare la diffusione dei sedimenti risospesi. Infatti, anche per ragioni operative, le attività saranno eseguite in condizioni di mare favorevoli (possibilmente poca onda, vento e correnti), corrispondenti a condizioni di minimo rimescolamento e quindi di minima diffusione.</li></ul>

#### 5.3.5 Interazioni con i Flussi Idrici Superficiali per Scavo della Trincea e Messa in Opera della Condotta (Tratto On-Shore)

##### 5.3.5.1 Stima dell'Impatto

Le interazioni del metanodotto con l'ambiente idrico sono ricollegabili agli attraversamenti dei corpi idrici incontrati lungo il tracciato. Al fine di valutare l'impatto associato sono stati individuati i principali elementi di idrografia superficiale.

Per il tratto on-shore del tracciato, tra il punto di approdo e il Terminale di Arrivo sono stati quindi analizzati nel Paragrafo 5.1.5 i corsi d'acqua più importanti e quelli attraversati dalla linea. Si evidenzia che in questa sezione del metanodotto non vengono effettuati attraversamenti di corpi idrici significativi e che verrà attraversato esclusivamente il Canale "Circondariale" che costeggia in direzione Nord la salina di S. Antioco.

##### 5.3.5.2 Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono riportate le misure di mitigazione previste.

**Tabella 5.23: Interazioni con i Flussi Idrici Superficiali, Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione
Misure adottate in fase di progettazione: <ul style="list-style-type: none"><li>○ analisi preliminare dei tracciati e definizione del percorso atto a ridurre l'interazione con aree a maggiore vulnerabilità e a individuare le migliori sezioni di attraversamento dei corpi idrici superficiali;</li><li>○ attraversamento del Canale "Circondariale" in subalveo. In casi di attraversamento a cielo aperto si provvederà al ripristino degli argini e della sezione idraulica alle condizioni esistenti pre-esistenti</li><li>○ individuazione degli attraversamenti di corpi idrici superficiali al fine di progettare gli attraversamenti stessi sulla base di considerazioni di fattibilità tecnico-economica e con riferimento alla dinamica fluviale. Le modalità di realizzazione degli attraversamenti sono discusse nel Quadro di Riferimento Progettuale, Sezione IIb del SIA;</li><li>○ previsione degli interventi di ripristino successivi alla fase di interrimento della tubazione, da effettuarsi a completamento dei lavori di messa in opera della condotta (ripristino degli argini, regimazione superficiale delle acque meteoriche, ecc.; si veda quanto indicato nel Quadro di Riferimento Progettuale, Sezione IIb del SIA).</li></ul>

## 6 SUOLO E SOTTOSUOLO

Obiettivi della caratterizzazione del suolo e del sottosuolo sono:

- l'individuazione delle modifiche che la realizzazione degli interventi di infrastrutturazione previsti possono causare sulla evoluzione dei processi geodinamici esogeni ed endogeni;
- la determinazione della compatibilità delle azioni progettuali con l'equilibrata utilizzazione delle risorse naturali.

Si evidenzia che la realizzazione del progetto:

- non causerà alcuna modifica permanente sull'evoluzione dei processi geodinamici esogeni ed endogeni;
- sarà caratterizzato da un utilizzo compatibile delle risorse naturali, con particolare riferimento all'utilizzo di materiali di scavo e riempimento.

Il presente Capitolo è così strutturato:

- il Paragrafo 6.1 riporta, per le aree di interesse, la descrizione dello stato attuale della componente suolo e sottosuolo. Tale descrizione è stata condotta attraverso la descrizione di:
  - aspetti geomorfologici,
  - inquadramento geologico,
  - qualità dei sedimenti marini,
  - sismicità delle aree,
  - uso del suolo;
- il Paragrafo 6.2 presenta l'identificazione degli impatti potenziali sulla componente. Tali impatti sono quasi esclusivamente riconducibili alla fase di cantiere e sono opportunamente mitigabili attraverso idonee scelte progettuali ed esecutive;
- il Paragrafo 6.3 descrive gli impatti potenziali, quantifica le interazioni con l'ambiente, riporta la stima degli impatti e individua infine le misure di mitigazione.

Gli aspetti di morfologia e dinamica costiera sono analizzati nel precedente Capitolo.

Da sottolineare, come ricordato precedentemente al precedente Capitolo 5, che l'area in esame ricade, per un tratto a mare e un tratto a terra, all'interno della perimetrazione del SIN, "Sulcis-Iglesiente-Guspinese".

## **6.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE**

### **6.1.1 Aspetti Geomorfologici**

#### **6.1.1.1 Caratteristiche Geomorfologiche del Golfo di Palmas**

Per quanto concerne i tratti geomorfologici del Golfo di Palmas (si veda anche quanto riportato al Paragrafo 5.1.1.2), l'apporto terrigeno dovuto al sistema deltizio del Rio Palmas provoca un continuo accumulo di sabbie nel basso fondale, che nel tempo ha contribuito alla formazione di un cordone di spiaggia che ha chiuso alle spalle gli stagni di Porto Botte e di Baiocco. Le correnti di deriva litorali, che si muovono parallelamente alla costa e che sono responsabili del trasporto e della distribuzione di grandi quantità di materiale detritico, hanno permesso la creazione delle frecce litorali, corpi sabbiosi allungati paralleli alla costa che hanno dato origine ai bacini lagunari (Fadda, 1995). Allo stesso tempo, i flussi e riflussi mareali da e per le lagune costiere hanno scavato dei canali sommersi. Nella parte più a Sud del Golfo di Palmas la costa Ovest e la costa Est passano da una tipologia sabbiosa ad un'altra rocciosa (si veda la Figura 5.1).

Dal punto di vista batimetrico, i fondali dell'intero Golfo di Palmas sono compresi nell'intervallo 0-60 m circa, presentando una modesta pendenza. Proprio per questo, tutto il Golfo in esame può essere considerato di tipologia "basso fondale", in quanto presenta a 200 m dalla costa una batimetrica inferiore a 5 m.

In particolare, la batimetrica dei -5 m si incontra superati i 200 e sino ai 600 m di distanza dalla costa lungo tutto l'arco sotteso dallo stesso Golfo; la batimetrica dei -10 m si incontra tra i 1,000 ed i 1,500 m dalla costa, la batimetrica dei -20 m si incontra tra i 6 ed i 7 km, quella dei -50 m tra i 13 ed i 15 km dalla costa, la batimetria dei -100 m a circa 25 km dalla costa.

### **6.1.2 Inquadramento Geologico**

#### **6.1.2.1 Caratteristiche Geologiche dell'Area a Terra**

L'area presa in esame nella presente caratterizzazione è contraddistinta dalla presenza di alluvioni ciottoloso-sabbiose ricoperti da resti di antiche dune tirreniane e di alluvioni ciottolose con intercalazioni sabbiose bruno-rossastre e grigio chiaro, terrazzate come rappresentato nel Foglio1, Tavola1, Volume III del SIA (Allegati Cartografici).

#### **6.1.2.2 Indagini Geofisiche e Geotecniche (Approdo di Porto Botte)**

L'approdo di Porto Botte è stato oggetto di indagini Geofisiche e Geotecniche in sito, nel periodo compreso tra il 25 e il 29 Gennaio 2008.

I rilievi Geofisici hanno consentito di acquisire ed elaborare i dati attinenti alle caratteristiche del fondale marino lungo il corridoio interessato dall'installazione sottomarina delle condotte, dalla linea di battigia fino alla batimetrica dei 20 m. Ciò ha permesso di definire la batimorfologia dell'intera area di interesse, la stratigrafia e l'eventuale presenza di target lungo il corridoio selezionato.

I rilievi Geotecnici effettuati mediante 3 vibrocarotaggi hanno consentito di acquisire ed analizzare campioni di sedimento allo scopo di definire le caratteristiche litologiche e

geotecniche del fondale marino in corrispondenza dell'approdo e lungo il corridoio interessato dall'installazione sottomarina. Nelle successive tabelle si riportano le coordinate e le profondità relativi aiunti di indagine eseguiti.

**Tabella 6.1: Ubicazione e Profondità dei Sondaggi Geofisici/Geotecnici**

Codice Identificativo	Data	Profondità [m]	Coord. Sistema WGS84	
			Est [m]	Nord [m]
G-BH-NS-PB-01	25-Gen-2008/ 10:30	9,5	457412	4322022
G-BH-NS-PB-02	26-Gen-2008/ 17:20	12	456290	4320362
G-BH-NS-PB-03	28-Gen-2008/ 15:00	19,5	454692	4317270

I 3 vibrocarotaggi G-BH-NS-PB-01, G-BH-NS-PB-02 e G-BH-NS-PB-03 raggiungono una profondità di 10 m al di sotto della superficie marina.

In tutti e tre i casi si riscontra la presenza di uno strato di circa 1 metro di Torba a Posidonia con carattere spugnoso nei punti G-BH-NS-PB-01 e G-BH-NS-PB-03 e carattere argilloso nel punto G-BH-NS-PB-02. In ogni caso, gli strati incontrati al di sotto di questo strato iniziale sono differenti per ciascun carotaggio: questo aspetto è giustificato dal fatto che i tre siti sono localizzati a grande distanza l'uno dall'altro.

Il punto G-BH-NS-PB-01 tra 1 e 2.6 m di profondità presenta uno strato di argilla sabbiosa e tra i 2.6 e i 3.4 m si evidenzia la presenza di sabbia fangosa organica da molto sciolta a sciolta. Dai 3.4 m ai 10 m si riscontra la presenza di ghiaia: da media a grossolana fino ai 6 m e da fine a grossolana negli ultimi 4 m di carota. Si segnala la presenza di uno strato intermedio di circa 20 cm poco al di sotto dei 4 m. di sabbia lievemente ghiaiosa molto fangosa, da media a grossolana.

Per quanto riguarda il punto G-BH-NS-PB-02, da 1.3 a 4 m è presente un strato di argilla prima compatta con sabbia e successivamente ghiaiosa compatta con un sottile strato di ghiaia a 2 m di profondità, gli ultimi 20 cm sono caratterizzati dalla presenza di uno strato di silice molto argillosa con sabbia fine. Dai 4 ai 6.3 m si rileva la presenza iniziale di ghiaia sabbiosa quindi di sabbia mediamente densa dai 6.3 fino ai 7.6 m. Da 7.6 a 8 m è presente argilla da soffice a compatta succeduta da uno strato di ghiaia mediamente densa e sabbiosa fino ai 10 m.

Il punto di sondaggio G-BH-NS-PB-03, risulta invece caratterizzato dalla presenza di sabbia da 1 a 5 m, prima sciolta ed organica fino alla profondità di 2 m e fine successivamente. Dai 5 ai 7.3 m la stratigrafia evidenzia la presenza ghiaia sabbiosa lievemente fangosa. Da 7.3 a 8.3 è presente uno strato di calcarenite da moderatamente debole a dura e silice parzialmente erosa che viene sostituita dagli 8.3 fino ai 10 m di profondità da sabbia mediamente densa.

La seguente tabella sintetizza lo schema della stratigrafia risultante dalle indagini.

**Tabella 6.2 Stratigrafie dei Sondaggi Geofisici/Geotecnici**

Sondaggio G-BH-NS-PB-01	Sondaggio G-BH-NS-PB-02	Sondaggio G-BH-NS-PB-03
<b>0.00 – 1.00 m:</b> torba spugnosa, fibrosa, con sabbie argillose (POSIDONIA)	<b>0.00 – 1.30 m:</b> ARGILLA mescolata, da molto morbida a calcare sabbioso-ghiaioso organico; torba molto argillosa, leggermente ghiaiosa (POSIDONIA)	<b>0.00 – 1.00 m:</b> torba spugnosa, fibrosa, con sabbie argillose (POSIDONIA)
<b>1.00 – 2.60 m:</b> ARGILLA sabbiosa da molto soffice a soffice con calcare organico	<b>1.30 – 3.00 m:</b> ARGILLA compatta e sabbia dura - a <b>2.00 m</b> un sottile strato ghiaioso da fine a media pezzatura	<b>1.00 – 2.00 m:</b> SABBIA sciolta molto organica, silice calcarea fangosa, da fine a media pezzatura
<b>2.60 – 3.40 m:</b> SABBIA fangosa organica da molto sciolta a sciolta con silice calcarea, pezzatura da fine a media		<b>2.00 – 5.00 m:</b> SABBIA fine, calcare fangoso ghiaioso sciolto e silice
<b>3.40 – 6.00 m:</b> GHIAIA mediamente densa/sabbiosa, da media a grossolana - da 4.16 a 4.40 m: SABBIA lievemente ghiaiosa molto fangosa, da media a grossolana	<b>3.00 – 4.00 m:</b> ARGILLA ghiaiosa compatta - da <b>3.75 a 4.00 m:</b> silice molto argillosa con sabbia fine	
	<b>4.00 – 6.30 m:</b> GHIAIA sabbiosa da sciolta a mediamente densa, con pezzatura da fine a grossolana	
		<b>5.00 – 7.30 m:</b> GHIAIA sabbiosa lievemente fangosa da sciolta a mediamente densa, da media a grossolana
<b>6.00 – 10.00 m:</b> GHIAIA densa molto argillosa e sabbiosa, da fine a grossolana	<b>6.30 – 7.60 m:</b> SABBIA mediamente densa, con calcare fangoso e argilloso fine	
	<b>7.60 – 8.00 m:</b> ARGILLA da soffice a compatta con calcare sabbioso, con un sottile strato di conchiglie.	<b>7.30 – 8.30 m:</b> CALCARENITE da moderatamente debole a dura e silice parzialmente erosa
	<b>8.00 – 10.00 m:</b> GHIAIA mediamente densa e sabbiosa, da fine a grossolana	<b>8.30 – 10.00 m:</b> SABBIA mediamente densa, lievemente ghiaiosa e fangosa

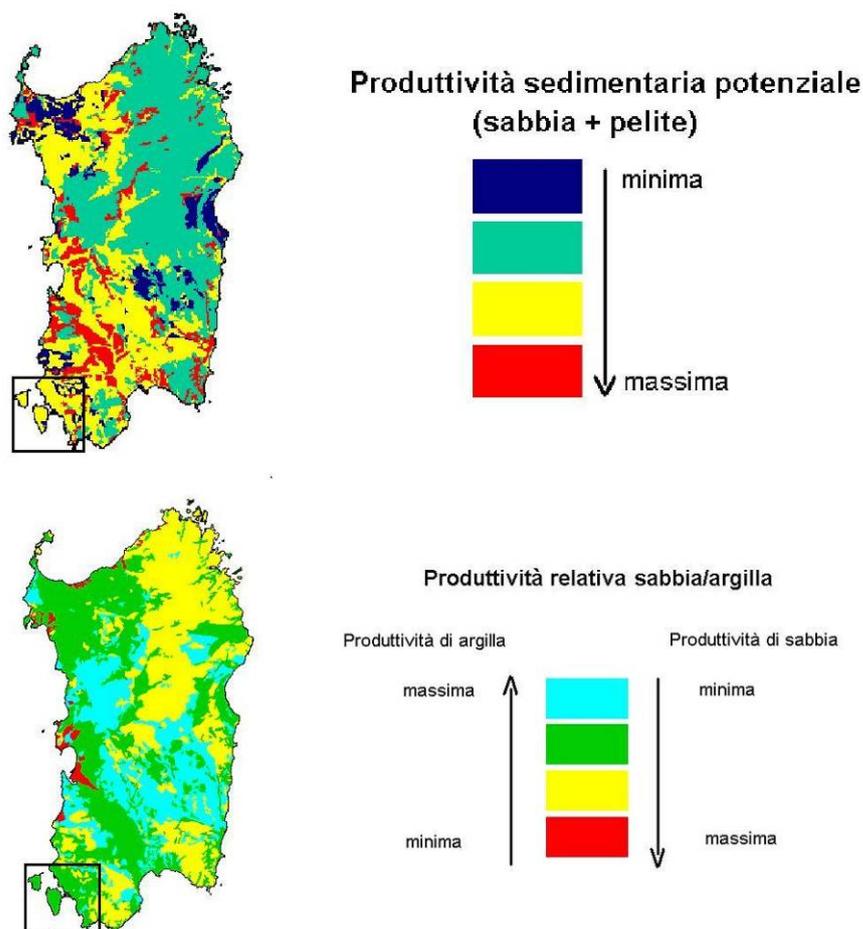
### 6.1.3 Distribuzione e Qualità dei Sedimenti Marini

I fondali marini dell'area del Golfo di Palmas sono essenzialmente di natura incoerente, a causa della morfologia costiera, degli apporti terrigeni da parte dei corsi d'acqua, e dai processi di erosione e deposizione da parte delle correnti costiere (Fadda, 1995).

La componente più rappresentata nella granulometria del sedimento è la sabbia, in tutte le sue tipologie (fine, media e medio-grossa), ed in taluni casi con abbondante frazione organogena (Brambati et al., 1980). Nelle immediate prossimità degli sbocchi in mare dei corsi d'acqua (dolce e di transizione) è inoltre presente nei sedimenti una componente sabbio-limoso. Nelle zone a fondale coerente, la roccia è costituita essenzialmente da dolomie e da arenarie wurmiane (Cuccu et al., 1994), e talvolta, a profondità al di sotto dei - 20 m, è possibile incontrare bioconcrezioni (Brambati et al. 1980).

Nelle zone di fondale esterne al Golfo e più profonde, si può ipotizzare la prevalente presenza di sedimenti sciolti di natura sabbiosa, detritica e pelitica. In particolare, a partire dai -40 m sino ai -75 m di profondità, si incontrano prevalentemente fondi detritici di origine costiera tendenti all'insabbiamento; a partire dal limite superiore della scarpata (tra 150 e 200 m di profondità), cominciano ad evidenziarsi substrati melmo-sabbiosi che oltre i -500 m risultano quasi esclusivamente di natura pelitica (Cau et al., 1994).

Come rappresentati dalla figura sottostante, la produttività sedimentaria potenziale dell'area è comunemente medio-alta, e tendenzialmente spostata verso la produzione di peliti (Brondi et al., 2001).



Produttività sedimentarie potenziali (modificato da Brondi et al., 2001)

Per quanto riguarda la qualità chimica dei sedimenti, alcune informazioni possono essere tratte dai risultati analitici MATTM-Sidimar, relativi al primo semestre 2006 nella stazione di monitoraggio di S. Antioco. In particolare, per quanto riguarda i metalli pesanti da considerare "contaminanti", l'arsenico ha presentato concentrazioni stimate in circa 0.9 mg/kg, il cadmio 0.05 mg/kg, il cromo 6 mg/kg, il mercurio 0.1 mg/kg, il piombo 15 mg/kg; i composti organoclorurati sono risultati in concentrazione inferiore a 0.2 mg/kg, i PCB inferiore a 0.15 mg/kg, gli IPA inferiore a 0.001 mg/kg.

#### 6.1.4 Uso del Suolo

L'area inerente il punto di approdo di Porto Botte fino al Terminale di Arrivo, interessa direttamente un litorale caratterizzato dalla presenza della salina di Sant'Antioco per circa 1 km come riportato al Foglio 1 contenuto nella Tavola 2 del Volume III del SIA (Allegati Cartografici).

Proseguendo verso l'interno il tracciato attraversa aree pianeggianti di natura alluvionale a carattere prevalentemente agricolo, con una maggioranza di zone coltivate a seminativi (si veda anche quanto riportato nel Quadro di Riferimento Ambientale, Sezione terrestre, nel Volume II, Sezione IIe).

**Tabella 6.3: Uso Suolo**

Metanodotto, Tratto Tra Approdo e Terminale di Porto Botte	
	Attraversamento (m)
Saline	1000
Seminativi Semplici e Colture Ortive	300

## 6.2 IMPATTI POTENZIALI

La realizzazione del progetto potrebbe interferire con la componente per quanto riguarda i seguenti potenziali impatti ambientali in fase di cantiere:

- contaminazione del suolo/fondale marino conseguente alla produzioni di rifiuti da attività cantiere;
- alterazione potenziale della qualità del suolo/fondale marino imputabile a spillamenti e spandimenti accidentali da mezzi terrestri e marittimi e macchinari in fase di costruzione;
- limitazioni/perdite di uso del suolo e del fondale marino dovuta all'occupazione di suolo/fondale per l'installazione del cantiere e la messa in opera della condotta e del Terminale di Porto Botte;
- alterazioni dei flussi idrici sotterranei a seguito dello scavo della trincea per la posa del metanodotto e della realizzazione di attraversamenti di canali e corsi d'acqua.

In considerazione delle caratteristiche pianeggianti delle aree attraversate in fase di cantiere si esclude qualsiasi alterazione dell'assetto geomorfologico e induzione di fenomeni di instabilità dei versanti conseguente alla messa in opera della condotta.

In fase di costruzione gli impatti potenziali sulla qualità delle acque sotterranee da scarico di effluenti liquidi e sulla qualità del suolo da spandimenti/spillamenti da mezzi di cantiere sono stati trattati nel Capitolo precedente.

Gli impatti potenziali in fase di collaudo presi in considerazione sono imputabili alla contaminazione del suolo conseguente alla produzione di rifiuti da pulizia della tubazione.

In considerazione della morfologia pianeggiante dell'area attraversata dalla sezione on-shore del metanodotto, in fase di esercizio non sono prevedibili alterazioni dell'assetto geomorfologico. Gli unici impatti potenziali sulla componente presi in esame ricollegabili a tale fase sono imputabili a eventuali perdite/modifiche d'uso del suolo a seguito della

realizzazione del metanodotto e del Terminale di Poerto Botte e a interferenze/limitazioni degli usi in atto (agricolo).

## 6.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 6.3.1 Contaminazione del Suolo/Fondale Marino connessa alla Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Collaudo)

#### 6.3.1.1 Stima dell'Impatto

Durante la fase di cantiere per la realizzazione dell'approdo e per la posa della condotta sottomarina si prevede che possano essere generati in funzione delle lavorazioni effettuate:

- rifiuti di tipo generico quali:
  - legno proveniente dagli imballaggi delle apparecchiature,
  - residui plastici,
  - residui ferrosi,
  - oli provenienti dalle apparecchiature nel corso di montaggi e/o avviamenti;
- rifiuti di tipo civile prodotti dal personale imbarcato sulle navi e mezzi marittimi da lavoro.

Prima dell'avvio dei lavori sarà inoltre verificato che i sedimenti marini da movimentare siano di buona qualità.

Per quanto riguarda la posa del metanodotto e la realizzazione del Terminale di Porto Botte, la produzione di rifiuti è ricollegabile alle attività preliminari di pulizia delle aree di lavoro, alla preparazione della pista di lavoro per la messa in opera della tubazione (resti di vegetazione, materiale proveniente da scavi su terreni potenzialmente inquinati, ecc.), e ai rifiuti tipici di cantiere (scarti di materiali, inerti, RSU, ecc.).

In fase di collaudo la produzione di rifiuti è riconducibile esclusivamente alla pulizia della tubazione mediante pig a spazzola per l'eliminazione di residui di acqua o di materiali estranei.

In considerazione della tipologia e della quantità dei rifiuti che si verranno a produrre, delle modalità controllate di gestione dei rifiuti e delle misure di mitigazione/contenimento messe in opera e nel seguito identificate **non si prevedono effetti negativi** sulla qualità del fondale marino, sul suolo e sul sottosuolo. La gestione dei rifiuti sarà regolata in tutte le fasi del processo di produzione, stoccaggio, trasporto e smaltimento in conformità alle norme vigenti e secondo apposite procedure operative.

Si prevede in ogni caso che per i rifiuti generati, ove possibile, si procederà alla raccolta differenziata volta al recupero delle frazioni riutilizzabili.

#### 6.3.1.2 Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono riportate le misure di mitigazione previste.

**Tabella 6.4: Produzione di Rifiuti (Fase di Cantiere e Collaudo), Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Il trasporto e smaltimento di tutti i rifiuti sarà effettuato tramite società iscritte all'albo trasportatori e smaltitori.</li> <li>○ Ove possibile sarà preferito il recupero e trattamento piuttosto che lo smaltimento in discarica.</li> </ul> <p>Si prevede di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ provvedere alla compattazione dei suoli dell'area di lavoro prima dello scavo per limitare fenomeni di filtrazione;</li> <li>○ adottare debite precauzioni affinché i mezzi di lavoro non transitino sui suoli rimossi o da rimuovere;</li> <li>○ utilizzare quanto più possibile aree vicine a piste già esistenti;</li> <li>○ provvedere alla rimozione e smaltimento secondo le modalità previste dalla normativa vigente di eventuali sedimenti/terreni che fossero interessati da fenomeni pregressi di contaminazione e provvedere alla sostituzione degli stessi con materiali appositamente reperiti di analoghe caratteristiche.</li> </ul>

### 6.3.2 Alterazione Potenziale della Qualità del Suolo/Fondale Marino connessa a Spillamenti/Spandimenti

Fenomeni di contaminazione del suolo e del fondale marino per effetto di spillamenti e/o spandimenti in fase di cantiere potrebbero verificarsi solo in conseguenza di eventi accidentali (sversamenti di prodotti inquinanti) da macchinari e mezzi terrestri e marittimi usati per la costruzione. Le imprese esecutrici dei lavori sono comunque obbligate ad adottare tutte le precauzioni idonee ad evitare tali situazioni e, nel tratto on-shore a lavoro finito, a riconsegnare l'area nelle originarie condizioni di pulizia e sicurezza ambientale. **L'impatto potenziale non è quindi ritenuto significativo.**

### 6.3.3 Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale Marino

Per le valutazioni relative a tale impatto si rimanda al Capitolo 9.

### 6.3.4 Alterazioni dei Flussi Idrici Sotterranei per Scavo della Trincea e Messa in Opera della Condotta

#### 6.3.4.1 Stima dell'Impatto

Le interazioni del metanodotto con i flussi idrici sotterranei sono ricollegabili agli attraversamenti dei corpi idrici incontrati lungo il tracciato e alle potenziali interazioni con la falda, nei casi in cui questa raggiunga livelli prossimi al piano campagna.

La condotta, il cui fondo è normalmente posto a circa 3 m rispetto al piano campagna, potrebbe attraversare terreni saturi nel tratto che va dall'approdo fino al Terminale di Porto Botte. Da segnalare che, il primo chilometro a terra interesserà direttamente la Salina di Sant'Antioco costituita da vasche artificiali evaporanti (si veda quanto riportato al Paragrafo 5.1.5).

Dall'analisi svolta emerge che non vi sono corpi idrici che interessano direttamente tale tratto di metanodotto, il corso d'acqua più prossimo risulta essere il Rio Palmas che dista circa 1.5 km in direzione Est dall'approdo di Porto Botte mentre, in direzione Ovest, si segnala la presenza dello Stagno di S.Caterina distante circa 1.2 km.

#### 6.3.4.2 Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono riportate le misure di mitigazione previste.

**Tabella 6.5: Alterazioni dei Flussi Idrici Sotterranei, Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione
Posa della condotta. Si provvederà al reinterro della trincea di scavo: <ul style="list-style-type: none"><li>○ con materiale granulare, al fine di preservare la continuità della falda in senso orizzontale. In alternativa,</li><li>○ rispettando la successione originaria dei terreni (qualora si alternino litotipi a diversa permeabilità) al fine di ricostruire l'assetto idrogeologico originario.</li></ul>
Attraversamento della salina. Si provvederà a concordare, con i gestori/proprietari della salina, le modalità di esecuzione dei lavori e dei successivi ripristini.

## 7 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

Obiettivo della caratterizzazione del funzionamento e della qualità di un sistema ambientale è quello di stabilire gli effetti significativi determinati dall'opera sull'ecosistema e sulle formazioni ecosistemiche presenti al suo interno.

Il presente Capitolo è così strutturato:

- il Paragrafo 7.1 riporta una sintetica descrizione e caratterizzazione degli aspetti biologico naturalistici dell'area interessata dalla sezione off-shore (a terra e a mare) del tracciato del metanodotto, con particolare riferimento a:
  - Aree Naturali Protette, siti Natura 2000 e Important Bird Areas (IBA)
  - comunità fito e zooplancotniche,
  - comunità bentoniche con particolare riferimento alle praterie di *Posidonia oceanica*;
- il Paragrafo 7.2 presenta l'identificazione degli impatti potenziali sugli ecosistemi. Tali impatti sono quasi esclusivamente riconducibili alla fase di cantiere (attività di scavo per la posa del metanodotto e ancoraggio dei mezzi navali per il varo della condotta) e sono opportunamente mitigabili attraverso idonee scelte progettuali ed esecutive;
- il Paragrafo 7.3 descrive gli impatti potenziali, quantifica le interazioni con l'ambiente, riporta la stima degli impatti e individua infine le misure di mitigazione.

### 7.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE

#### 7.1.1 Vegetazione

La descrizione a livello regionale delle diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio sardo è riportata al Capitolo 7 del Quadro di Riferimento Ambientale, Volume II Sezione IIe del SIA.

In linea generale, nella zona circostante il tratto in esame, il paesaggio vegetazionale riportato dalla Carta dell'Uso al Foglio 1 del Volume III del SIA (Allegati Cartografici) mostra la dominanza di zone a carattere prettamente agricolo in cui si incontrano seminativi semplici, colture ortive, prati artificiali, vigneti e colture protette (in serra).

#### 7.1.2 Aree Naturali Protette, Rete Natura 2000 ed IBA

##### 7.1.2.1 Aree Naturali Protette

La sezione del metanodotto off-shore di Porto Botte non interessa direttamente alcuna Area Naturale Protetta istituita e nessuna delle Aree da destinare a parchi, riserve e monumenti naturali individuate dalla L.R. 31/89 (si vedano le Figure 5.1, 5.2 e 5.4 del Quadro di Riferimento Programmatico, Volume II, Sezione IIa del SIA).

##### 7.1.2.2 Siti Natura 2000

Per quanto riguarda i siti della Rete Natura 2000, si segnala la presenza di alcuni stagni costieri classificati tra i Siti di Interesse Comunitario (SIC), di una Zona di Protezione

Speciale (ZPS) e di due SIC/ZPS (siti di tipo C, SIC e ZPS coincidenti tra loro), nessuno dei quali è interessato per la parte a mare dall'attraversamento del metanodotto. Il tracciato è stato infatti individuato in modo da evitare, ove possibile, l'attraversamento di aree naturali protette o comunque di interesse naturalistico.

Come evidenziato in Figura 7.1:

- la parte a mare del tracciato off-shore del metanodotto si trova ad una distanza inferiore ai 3 km dai seguenti siti Natura 2000:
  - SIC/ZPS ITB040081 "Isola della Vacca": la posa del tracciato off-shore è prevista ad una distanza di circa 700 m dai confini marini di tale SIC/ZPS (sito di tipo C, SIC e ZPS coincidenti tra loro),
  - ZPS ITB043032 "Isola di Sant'Antioco Capo Sperone": l'area interessa la costa meridionale di Sant'Antioco e rimane alla distanza di circa 1 km dal tracciato,
  - SIC ITB042220 "Serra is Tres Portus", anch'esso ubicato sulla costa sud-orientale di Sant'Antioco a circa 1 km dal tracciato della condotta sottomarina;
- in corrispondenza dell'approdo costiero di Porto Botte, il tracciato del metanodotto dista circa 2 km dal SIC ITB042226 "Stagno di Porto Botte" ubicato ad Est del Rio Palmas, (Figura 7.1),
- il Terminale di Porto Botte risulta localizzato in prossimità di:
  - SIC ITB 042226 Stagno di Porto Botte dal quale dista circa 2 km
  - SIC ITB042223 Stagno di Santa Caterina dal quale dista circa 0.4 km

Si evidenzia inoltre che la sezione del metanodotto off-shore interessa le seguenti Important Bird Areas (IBA) (Figura 7.1):

- IBA 191 "Isole di San Pietro e Sant'Antioco", attraversata dalla condotta sottomarina per circa 6 km;
- IBA 190 "Stagni del Golfo di Palmas", attraversata tracciato in per circa 2.5 km.

### **7.1.3 Caratterizzazione Ambiente Terrestre**

L'area compresa tra l'approdo costiero di Porto Botte e il Terminale di Arrivo è stata oggetto di analisi e descrizione realizzata mediante fotointerpretazione "a video" e perimetrazione diretta utilizzando i parametri tono-colore e tessitura sulla base delle ortofoto a colori disponibili on-line (Portale Cartografico Nazionale, Google Earth e Live Search di Microsoft), nonché della Carta Tecnica Regionale della Sardegna (scala 1:10,000).

Le indagini hanno riguardato una fascia di circa 60 m in asse al tracciato del metanodotto (30 m per lato) e l'area in cui verrà realizzato il Terminale di Ricevimento.

L'analisi cartografica ha portato ad una prima individuazione della struttura complessiva dell'uso del suolo e degli ambienti naturaliformi.

Il lavoro di fotointerpretazione è stato successivamente integrato con le informazioni ottenute dalle indagini di campo eseguite nel mese di Settembre 2007 in un'area strettamente limitrofa (foce del Rio Palmas).

All'interno dell'area di indagine sono state individuate le seguenti tipologie ambientali-vegetazionali riportate in cartografia nella Figura 4.1 del Volume VIII, Sezione VIIIa del SIA:

- Tipologia A – Sarcocornieto a *Sarcocornia fruticosa*;
- Tipologia B – Saline;
- Tipologia C – Corpi idrici e vegetazione riparia;
- Tipologia D – Incolto
- Tipologia E – Seminativi.

#### **7.1.4 Caratterizzazione Ambiente Marino**

##### **7.1.4.1 Comunità Fito e Zooplanctoniche**

Nell'area del Golfo di Palmas la produzione fitoplanctonica sembra abbastanza limitata; in particolare la densità della componente fitoplanctonica è stimabile tra 300,000 e 400,000 cellule/litro in piena estate, mentre è stimabile tra 150,000 e 250,000 cellule/litro in pieno inverno (MATTM-Sidimar, 2007).

Nei popolamenti fitoplanctonici “estivi”, si rileva la più frequente presenza delle diatomee *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* e *Asterionellopsis*; tra i dinoflagellati, sono presenti i generi *Oxytoxum* e *Prorocentrum*. Nel gruppo “altro fitoplancton”, possono essere altresì frequenti alcune specie di Chlorophyceae.

Nei popolamenti fitoplanctonici “invernali”, tra le diatomee sono più frequenti i generi *Pseudo-nitzschia*, *Melosira* e *Thalassionema*; tra i dinoflagellati, può essere abbondante il genere *Peridinium*. Inoltre, nel gruppo “altro fitoplancton”, si rinviene con una certa frequenza il genere *Calyptosphaera*.

Lo zooplancton è presente nell'area con densità variabili, a seconda della stagione, tra circa 50 ind./m<sup>3</sup> (estate) e 500 ind./m<sup>3</sup> (inverno) (MATTM-Sidimar, 2007). I copepodi sono sempre i più rappresentati, con i generi *Acartia* e *Oithona* in estate, e *Oithona*, *Calanus* e *Paracalanus* in inverno.

##### **7.1.4.2 Comunità Bentoniche**

Le informazioni sulle comunità bentoniche del Golfo di Palmas sono in generale scarse, con alcune eccezioni (praterie di Posidonia, si veda il Paragrafo successivo). Il lavoro di riferimento sull'argomento è quello di Brambati et al. (1980).

Per quanto riguarda i substrati duri presenti nell'area vasta, si riporta la seguente successione in base alla profondità e alla distanza dalla costa:

- nel piano sopralitorale la componente animale è costituita essenzialmente da crostacei cirripedi (*Chathmalus* spp.), e dal mollusco gasteropode *Littorina neritoides*;
- il mesolitorale (zona di marea) è caratterizzato dalla presenza di molluschi gasteropodi (*Rissoella* spp.) e, in relazione agli apporti di acqua dolce, da macroalghe cloroficee (*Enteromorpha compressa*). Sempre nel mesolitorale, ma al suo orizzonte inferiore, è presente la fitocenosi *Neogoniolitho-lithophylletum* con le specie dominanti dei generi *Laurencia*, *Gelidium*, *Lithophyllum*, *Goniolithon* e *Lithothamnium*;

- l'infralitorale è caratterizzato dall'associazione fotofila *Cystoseiretum strictae* (alga bruna) e da quella sciafila *Petrogloss-Plocametiumum*. Più in profondità, aumenta la componente dell'associazione algale più sciafila (*Udoteo-Peyssonnellietum*), che si trasforma più in basso dei - 20/30 m nella facies bioconcrezionata coralligena.

Per quanto riguarda invece i substrati mobili presenti nell'area vasta, la successione in base alla profondità e alla distanza dalla costa è quella tipica di ambienti Mediterranei con le stesse caratteristiche. In particolare, sino a i -3/4 m circa di profondità si possono incontrare aree colonizzate dalla fanerogama *Cymodocea nodosa* e dell'alga verde *Caulerpa prolifera*, e comunità delle Sabbie Fangose di Moda Calma (SVMC). In alternativa, si può verificare la presenza di facies a Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC), con le specie *Nephtyis hombergi*, *Chamelea galina*, *Fabulina fabuloides*. Più in profondità, ed in presenza di materiale più grossolano, è possibile ricontrare la biocenosi delle Sabbie e Ghiaie soggette a Correnti di Fondo (SGCF), con le specie *Dentalium vulgare*, *Armandia Polyophtalma*, *Anapagurus breviaculeatus* ed altre.

Nelle aree più profonde, a partire dai -40 m sino ai -75 m di profondità, si incontrano prevalentemente fondi detritici di origine costiera tendenti all'insabbiamento, che si alternano a zone a coralligeno (Cau et al., 1994). A partire dal limite superiore della scarpata (tra 150 e 200 m di profondità), cominciano ad evidenziarsi substrati melmo-sabbiosi che ospitano specie di invertebrati quali *Terebratula vitrea* e *Cidaris cidaris*; tra i -300 m ed i -450 m aumenta la componente pelitica, ed è possibile la presenza dello cnidario *Funiculina quadrangularis*; oltre i -500 m i fondali sono costituiti quasi essenzialmente da fanghi, caratterizzati dalla presenza dell'invertebrato *Isidella elongata* (Cau et al., 1994).

#### 7.1.4.3 Prateria di Posidonia oceanica

Nel Golfo di Palmas, sempre su fondali mobili, è inoltre presente una vasta area di matte morta di *Posidonia oceanica*; la matte, con ormai rare piante vive di Posidonia, sono talvolta colonizzate dalle macroalghe *Padina pavonica*, *Acetabularia acetabulum* e *Jania rubens*.

La parte centro-settentrionale del Golfo è caratterizzata, a partire dalla profondità di 5-7 m, fino a circa 30 m da una Prateria di Posidonia su sabbia, mentre sulle aree a substrato roccioso situate all'imboccatura del Golfo stesso è presente Posidonia su roccia.

In Figura 7.2 è riportata la distribuzione della prateria di *Posidonia Oceanica* nel Golfo di Palmas tratta dal sito web del Si.Di.Mar. (Sistema Difesa Mare) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (sito web: [www.sidimar.ipzs.it/new2007](http://www.sidimar.ipzs.it/new2007)), che raccoglie i dati provenienti dalle reti di osservazioni regionali sull'ambiente marino.

Come si può osservare in figura il tracciato attraversa la prateria di *Posidonia Oceanica* su fondo sabbioso, per una lunghezza complessiva di circa 12 km.

#### 7.1.4.4 Risultati del Survey

Al fine di caratterizzare con precisione la natura dei fondali in corrispondenza del tracciato della condotta sottomarina, di seguito si riportano risultati delle indagini di dettaglio condotte mediante campagne di rilevamento Side Scan Sonar, Multi Beam e posizionamento GPS. Le campagne d'indagine, condotte nel periodo Ottobre-Novembre 2007, hanno permesso di mappare con estrema precisione la struttura della Prateria di Posidonia e dei fondali circostanti (Figura 7.3).

Dall'analisi della figura è possibile constatare che il tracciato del metanodotto interessa per circa 12 km la prateria di Posidonia del Golfo di Palmas: tale dato conferma quanto precedentemente riportato dall'analisi della distribuzione della prateria ottenuta dalla banca dati Sidimar.

Analizzando la fisionomia della prateria, seguendo una direzione costa-largo, la prateria si presenta sviluppata su matte mostrando tuttavia ampi e diffusi segni di degrado antropico, (probabilmente causati dagli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto). In corrispondenza del punto di approdo il limite superiore della prateria è situato a circa 2 m di profondità.

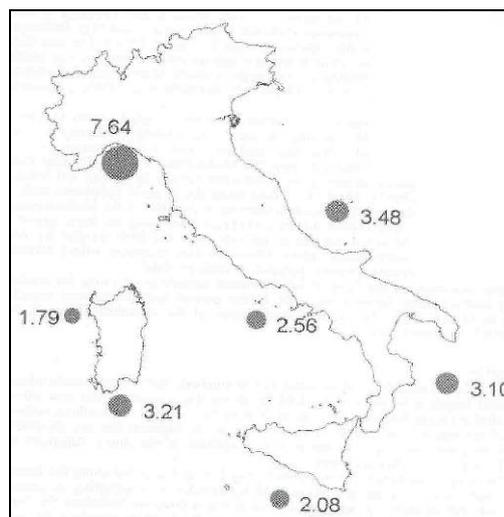
Proseguendo verso il largo a partire da una profondità di circa 10 m alcune chiazze di sabbia situate nelle vicinanze e lungo il tracciato interrompono la continuità della prateria. La prateria resta pressoché invariata per circa 7.5 km fino ad una profondità di circa 16 m. A partire da tale profondità la prateria si presenta a chiazze su substrato sabbioso per circa 1 km, fino ad una profondità di circa 20 m. Restano ancora evidenti i segnali di disturbo antropico.

La prateria continua mostrandosi estremamente frammentata per circa 3 km fino ad una profondità di circa 30 m. Alcune chiazze di Posidonia interessano ancora la fascia batimetrica compresa tra i 30 e i 32 m dove si rileva il limite inferiore. Il tracciato della condotta attraversa ancora per circa 500 m quest'area di Posidonia a chiazze per poi interessare un fondale sabbioso a profondità maggiori di 32 m.

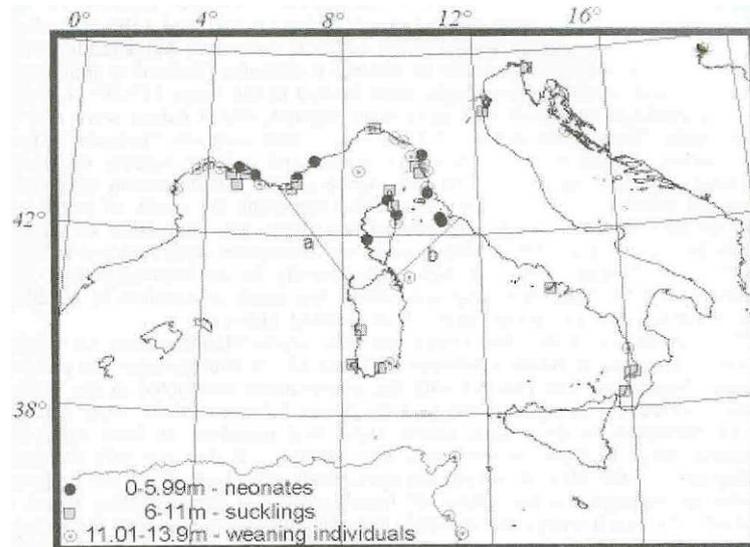
#### 7.1.4.5 Avvistamento di Cetacei

Nella zona della Sardegna sud-occidentale si verifica un numero di spiaggiamenti di cetacei che, in media, risulta relativamente alto in ambito Mediterraneo (Orsi-Relini, 2000). Nella stessa area sono stati talvolta spiaggiati giovani esemplari di balena (Orsi-Relini, 2000).

Il maggiore numero di spiaggiamenti si riferisce alla specie *Stenella coeruleoalba*, seguita da *Tursiops truncatus*, più frequenti nei periodi stagionali Luglio-Ottobre (Addis et al., 1994). Invece, per quanto riguarda gli avvistamenti in mare di animali vivi, la frequenza maggiore viene riportata nel mese di maggio (Cannas et al., 1994).



Indice medio annuale di spiaggiamento (No. di cetacei spiaggiati/100 km di costa) sulla base dei dati registrati dal Centro Studi Cetacei nel periodo 1986-1995 (da Orsi-Relini, 2000)



Reperti di giovani balene spiaggiate (da Orsi-Relini, 2000)

## 7.2 IMPATTI POTENZIALI

Gli impatti potenziali identificati per la realizzazione dell'opera in progetto sono costituiti da possibili danni e/o disturbi a flora, fauna ed ecosistemi terrestri e marini.

In particolare la realizzazione del progetto potrebbe interferire con la componente per quanto riguarda i seguenti impatti potenziali durante la fase di costruzione:

- danni alla vegetazione per effetto dello sviluppo di polveri ed inquinanti durante le attività di movimentazione dei terreni durante l'apertura della pista;
- disturbi alla fauna imputabili alle emissioni sonore da attività di cantiere;
- aumento della torbidità delle acque marine connesso alla risospensione dei sedimenti per la posa della condotta;
- consumi di habitat per specie vegetali ed animali terrestri e marine come conseguenza dell'occupazione di suolo/fondale per:
  - l'installazione del cantiere (a terra ed in prossimità dell'approdo),
  - la posa della condotta (a terra e a mare),
  - la realizzazione del Terminale di Porto Botte.;
- interferenza/danneggiamenti alla prateria di *Posidonia oceanica*;
- interferenza con le rotte migratorie dei cetacei dovuta all'incremento del traffico navale nelle aree interessate dai lavori a mare.

In fase di esercizio l'unico impatto potenziale è costituito da:

- consumi di habitat per specie vegetali ed animali dovuto alla presenza fisica delle opere:

- occupazione di fondale per la presenza fisica ed ingombro della condotta sottomarina,
- occupazione di suolo per la presenza fisica del Terminale di Porto Botte.

## 7.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 7.3.1 Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri ed Inquinanti (Fase di Cantiere)

In fase di cantiere i danni e i disturbi maggiori alla flora, fauna ed ecosistemi sono ricollegabili principalmente a sviluppo di polveri e di emissioni di inquinanti durante le attività di costruzione del metanodotto (realizzazione dell'approdo e tratto a terra).

La deposizione di polveri sulle superfici fogliari, sugli apici vegetativi e sulle superfici fiorali potrebbe essere infatti causa di squilibri fotosintetici che sono alla base della biochimica vegetale.

**Tabella 7.1: Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri e Inquinanti, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere per la realizzazione dell'approdo, la posa della condotta a terra e la costruzione del Terminale di Arrivo, nelle quali è previsto il funzionamento di mezzi e macchinari e la movimentazione di terre	
Fattore casuale di impatto	Emissioni di NOx, Polveri, SO <sub>2</sub> e altri inquinanti, sollevamento di polveri	
Impatto potenziale	Danni alla vegetazione	
Componenti ambientali correlate	Qualità dell'aria, Salute pubblica	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Deposizione di polveri e inquinanti	
	Variabile Ambientale	Note
	Deposizione di polveri e inquinanti	Il sollevamento di polveri e la successiva deposizione avvengono normalmente in conseguenza di attività quali: attività edili, percorrenza di strade sterrate, attività agricole, ecc... così come l'emissione e le ricadute di inquinanti (traffico, attività industriali, ecc..) L'area di interesse è caratterizzata da tali presenze/attività.

Nel seguito del paragrafo, con riferimento alle valutazioni già effettuate per la componente atmosfera, è stimato l'impatto potenziale e sono riportate le relative misure di mitigazione.

Le emissioni di inquinanti e di polveri (e le relative ricadute al suolo) sono concentrate in un periodo e in un'area limitati e con il procedere delle attività di posa della condotta si "spostano" lungo il tracciato del metanodotto. Questi fattori determinano delle ricadute di bassa entità e comunque confinate nell'area prossima alla pista di lavoro.

Il territorio attraversato dal metanodotto a terra è costituito prevalentemente dalla Salina di Sant'Antioco. Tenuto conto del carattere temporaneo delle attività di costruzione e della loro tipologia, assimilabile a quella di un cantiere edile, si ritiene che l'impatto sulla vegetazione si possa ritenere **trascurabile**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 7.2: Danni alla Vegetazione per Emissione di Polveri e Inquinanti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche settimana	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche decina/centinaio di metri)	Le polveri sollevate tendono a ricadere in prossimità del punto di sollevamento. Gli inquinanti possono essere trasportati a maggiore distanza: tuttavia, tenuto conto delle caratteristiche emissive (basse portate e temperature) le ricadute saranno concentrate entro qualche centinaio di metri dal punto di emissione
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai parametri ambientali non ha evidenziato la presenza di criticità. Prossimità delle aree a mare interessate dal progetto a: SIC/ZPS ITB040081 "Isola della Vacca", ZPS ITB043032 "Isola di Sant'Antioco Capo Sperone" e SIC ITB042220 "Serra is tres Portus" e delle aree terra a: SIC ITB0742223 "Stagno di Santa Caterina" e il SIC ITB042226 "Stagno di Porto Botte" (si veda il Paragrafo 7.1.2)
Entità dell'impatto	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>o La stima della produzione di polveri è risultata di un ordine di grandezza inferiore a quello suggerito dall'US-EPA</li> <li>o Le emissioni in atmosfera sono di gran lunga inferiori a quelle attualmente presenti nell'area (traffico, attività industriali)</li> <li>o Le potenziali ricadute sulla vegetazione di tali emissioni e sollevamenti possono essere considerate trascurabili</li> </ul>
Misure di Mitigazione		
Idonee misure a carattere operativo e gestionale <ul style="list-style-type: none"> <li>o bagnatura delle gomme degli automezzi;</li> <li>o umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere;</li> <li>o utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;</li> <li>o controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;</li> <li>o evitare di tenere i mezzi inutilmente accessi</li> <li>o tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione</li> </ul>		

### 7.3.2 Disturbi alla Fauna Dovuti ad Emissione Sonore (Fase di Cantiere)

In fase di cantiere i danni e i disturbi maggiori alla fauna sono ricollegabili principalmente alle emissioni sonore connessa essenzialmente all'impiego delle macchine e dei mezzi pesanti terrestri e navali impegnati nella fase di cantiere, quali autocarri per il trasporto dei materiali, escavatori, gru, navi, rimorchiatori, ecc..

**Tabella 7.3: Disturbi alla Fauna per Emissioni Sonore, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere relative alla realizzazione di: approdo della condotta sottomarina, metanodotto a terra, Terminale di Porto Botte	
Fattore casuale di impatto	Emissioni sonore da mezzi e macchinari terrestri	
Impatto potenziale	Disturbi a fauna e avifauna	
Componenti ambientali correlate	Salute pubblica, rumore, ecosistemi antropici	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Clima acustico	
	Parametro Ambientale	Note
	Livello di pressione sonora (L <sub>aeq</sub> )	-

Nel seguito del paragrafo, con riferimento alle valutazioni già effettuate per la componente rumore (si veda il successivo Capitolo 10), è stimato l'impatto potenziale e sono riportate le relative misure di mitigazione.

Le emissioni rumorose saranno sostanzialmente limitate al periodo diurno e sono concentrate in un periodo e in un'area limitati.

Il territorio attraversato dal metanodotto, come ricordato precedentemente attraversa la salina di Sant'Antioco; da segnalare la presenza della fascia vegetazionale in prossimità della costa e alcune aree stagnali limitrofe con presenza di avifauna.

Tenuto conto del carattere temporaneo delle attività di costruzione e della loro tipologia, assimilabile a quella di un cantiere edile, si ritiene che l'impatto su fauna e avifauna si possa ritenere **di lieve entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 7.4: Disturbi alla Fauna per Emissioni Sonore, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche settimana	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (max. qualche decina/centinaio di metri)	
Presenza aree critiche	Si	Possibile presenza di avifauna nidificante. Prossimità delle aree a mare interessate dal progetto a: SIC/ZPS ITB040081 "Isola della Vacca", ZPS ITB043032 "Isola di Sant'Antioco, Capo Sperone" e SIC ITB042220 "Serra is tres Portus" e delle aree terra a: SIC ITB0742223 "Stagno di Santa Caterina" e il SIC ITB042226 "Stagno di Porto Botte" (si veda il Paragrafo 7.1.2). Attraversamento dell'IBA 191 e dell'IBA 190.
Entità dell'impatto	lieve entità	

Misure di Mitigazione
<p>Idonee misure a carattere operativo e gestionale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ adeguata programmazione del periodo di esecuzione delle attività;</li> <li>○ sviluppo nelle ore diurne delle attività di costruzione localizzate il più lontano possibile dalle aree naturali;</li> <li>○ mantenimento in buono stato dei macchinari e dei mezzi navali e terrestri potenzialmente rumorosi;</li> <li>○ localizzazione delle aree di accesso all'area di cantiere il più lontano possibile da aree con presenza di fauna/avifauna;</li> <li>○ opportuna localizzazione degli impianti fissi di cantiere</li> </ul>

### 7.3.3 Aumento di Torbidità delle Acque connesso a Risospensione di Sedimenti (Fase di Cantiere)

Durante la posa della condotta sottomarina si potrebbe generare una torbidità dell'acqua nell'area circostante la zona di scavo e di riempimento dovuta ai materiali fini messi in sospensione e dispersi dalle correnti.

In particolare i fenomeni connessi a tale variazione delle condizioni naturali sono specificati nel seguito:

- aumento della torbidità: i sedimenti in sospensione determinano una attenuazione della luce che riesce a raggiungere il fondo marino;
- danneggiamento delle biocenosi bentoniche in seguito al deposito sul fondo dei sedimenti messi in sospensione;
- rilascio di sostanze inquinanti e biostimolanti la crescita algale, riduzione della concentrazione di ossigeno: il sollevamento e la sospensione di sedimento possono provocare il rilascio di tali sostanze e determinare una riduzione della concentrazione di ossigeno nella colonna d'acqua;
- disturbo alle comunità fitoplanctoniche, base della catena trofica, e di conseguenza allo zooplancton, che possono risentire negativamente della variazione dell'intensità luminosa e del rilascio di nutrienti dovuto alla sospensione di sedimenti.

E' evidente che l'aumento della torbidità è tanto maggiore quanto più la presenza di correnti mediamente intense contribuisce a diffondere rapidamente i sedimenti movimentati dall'azione delle pompe di aspirazione.

La granulometria dei sedimenti, viceversa, agisce sulla torbidità in senso inverso: maggiore è il diametro medio, maggiore la velocità di caduta e quindi minore il rischio di incrementi molto vasti della torbidità.

Sulla base delle valutazioni riportate al Capitolo 5 e in relazione alle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame, nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 7.5: Aumento di Torbidità delle Acque connesso a Risospensione di Sedimenti, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche settimana	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	
Scala spaziale	-	-
Presenza aree critiche	Si	L'analisi dai parametri ambientali ha evidenziato la presenza di praterie di <i>Posidonia oceanica</i> , interessate per una lunghezza di tracciato pari a circa 12 km
Entità dell'impatto	Lieve entità/altro	In via preliminare l'impatto è ritenuto di lieve entità. Tale valutazione è da confermare sulla base delle caratteristiche dell'interramento della condotta e delle modalità esecutive che saranno adottate
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ l'impatto sulla colonna d'acqua sarà confinato in tempi ristretti</li> <li>○ si provvederà ad operare nella stagione di minor ricchezza del popolamento fitoplanctonico e riducendo al minimo i tempi operativi ed i volumi di sedimenti rimossi</li> <li>○ altre misure di mitigazione, da definirsi in base alla qualità dei sedimenti movimentati, potrebbero prevedere l'installazione di panne di contenimento superficie-fondo intorno alla zona di scavo. In fase operativa si procederà inoltre alla limitazione temporale dell'overflow e alla definizione di vincoli per il posizionamento lungo la verticale delle bocchette per la fuoriuscita della miscela acqua-sedimento, in caso di utilizzo di sistemi post-trenching</li> </ul>		

#### 7.3.4 Consumi di Habitat dovuti all'Occupazione di Suolo/Fondale

Le possibili azioni di disturbo dovute alla realizzazione del progetto sono legate alle sottrazioni temporanee e definitive di fondale marino e suolo all'ambiente e alla possibile rimozione degli ecosistemi presenti.

**Tabella 7.6: Consumi di Habitat, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Insediamento cantieri, creazione pista di lavoro/trincea, posa condotta sottomarina, presenza fisica della condotta e del Terminale di Porto Botte	
Fattore casuale di impatto	Occupazione di Suolo/Fondale	
Impatto potenziale	Consumi di habitat	
Componenti ambientali correlate	Suolo e sottosuolo, aspetti socio-economici, ambiente marino e costiero	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Estensione di habitat	
	Parametro Ambientale	Note
	Habitat marini	La biocenosi più rappresentativa è costituita dalla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>
	Habitat terrestri	Attraversamento Sarcoconieto a <i>Sarcocornia fruticosa</i> , Saline, Corpi idrici e vegetazione riparia, Incolto e Seminativi. (si veda il Paragrafo 7.1.3)

Nel seguito del paragrafo, con riferimento alle valutazioni già effettuate per la componente suolo e sottosuolo, è stimato l'impatto potenziale e sono riportate le relative misure di mitigazione. Valutazioni di dettaglio sull'impatto potenziale nei confronti delle praterie di posidonia oceanica sono riportate nel paragrafo successivo.

Per quanto riguarda l'ambiente marino, è possibile effettuare le seguenti considerazioni:

- nel tratto in cui la condotta sottomarina sarà semplicemente posata sul fondo, la presenza di una struttura costituisce un elemento di singolarità nella morfologia di un'area. Gli elementi strutturali costituiscono un substrato duro che permette l'insediamento di vari organismi marini i quali, altrimenti, sarebbero assenti. Tali organismi a loro volta costituiscono un elemento di attrazione per numerose specie pelagiche. Sulla base di tale considerazione, la sottrazione di "habitat", dovuta alla presenza della condotta sottomarina può essere compensata dalla disponibilità del nuovo substrato rappresentato dalla condotta stessa;
- nell'area in cui sarà necessario provvedere allo scavo della trincea si avrà una perdita di habitat. Il ripristino di tali habitat può essere considerato di medio-lungo periodo. Come già specificato al precedente paragrafo l'allestimento della trincea comporterà interferenze e danneggiamenti alla prateria di *Posidonia oceanica* (Habitat prioritario 1120 \*Praterie di posidonie - *Posidonium oceanicae*) elencato nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE) presente sul fondale marino, i quali verranno minimizzati mediante opportune misure di mitigazione.

Per quanto riguarda l'ambiente terrestre, la realizzazione del metanodotto a terra e del Terminale di Porto Botte interesseranno prevalentemente le aree delle saline di Sant'Antioco ed aree agricole (si veda il Paragrafo 6.1.4), per cui non sono previste significative perdite di habitat. Le tipologie ambientali-vegetazionali riscontrate in queste aree sono riportate al Paragrafo 7.1.3.

Nella seguente tabella sono stimati i consumi di habitat associati alla realizzazione del progetto.

**Tabella 7.7: Consumi di Habitat**

<b>Tratto a Terra tra approdo di Porto Botte e Terminale di Arrivo</b>			
<b>Tipologia di Habitat</b>	<b>Estensione Ettari</b>	<b>Tempi di Ripristino</b>	<b>Note</b>
Sarconieta a <i>Sarconia fruticosa</i>	0.2	Qualche mese	Le aree sono state calcolate con riferimento ad una pista di lavoro normale (30 m). In alcune di tali aree si procederà ai lavori utilizzando una pista ristretta. La stima effettuata, in tal senso, è quindi conservativa. I tempi di ripristino sono indicativi in quanto dipendono da vari fattori tra cui, ad esempio, la dimensione delle piante utilizzate per i ripristini ambientali.
Saline	3.0	Qualche mese	
Corpi idrici e vegetazione riparia	0.3	Qualche mese	
Incolto	0.6	Qualche settimana	
<b>Terminale di Arrivo</b>			
<b>Tipologia di Habitat</b>	<b>Estensione Ettari</b>	<b>Tempi di Ripristino</b>	<b>Note</b>
Incolto	5.6	-	Occupazione di habitat permanente

Tratto a Mare			
Tipologia di Habitat	Estensione	Tempi di Ripristino	Note
Praterie di posidonie	Lungo il tracciato per circa 12 km.	Medio periodo	Largezza di interessamento da definire in base alle modalità esecutive di posa della condotta La condotta sottomarina può costituire un nuovo substrato per le biocenosi
Altre biocenosi	-	-	

L'impatto sulla componente può quindi essere considerato **trascurabile/di lieve** entità sugli ecosistemi terrestri, in relazione alle modalità esecutive che sarà possibile adottare per la realizzazione dell'approdo. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve-medio termine, a scala locale.

Per quanto riguarda gli ecosistemi marini, e in particolare le praterie di *Posidonia oceanica*, l'impatto può essere preliminarmente considerato di **lieve/moderata entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, a medio termine, a scala locale. L'impatto può infine essere considerato generalmente reversibile.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 7.8: Consumi di habitat, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Alcuni mesi	Ecosistemi terrestri Ecosistemi marini
Revers./Irrevers.	generalmente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine Medio termine	Ecosistemi terrestri Ecosistemi marini
Scala spaziale	Locale	Limitate alle aree effettivamente interessate dai lavori.
Presenza aree critiche	si	Praterie di <i>Posidonia oceanica</i>
Entità dell'impatto	Trascurabile/lieve Lieve/moderato	Ecosistemi terrestri Ecosistemi marini
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o riduzione all'indispensabile di ogni modifica connessa con gli spazi di cantiere funzionali all'approdo, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, ecc., relazionandoli strettamente alle opere da realizzare, con il totale ripristino delle aree all'originario assetto una volta completati i lavori;</li> <li>o limitazione al minimo indispensabile della ripulitura da vegetazione costiera e marina delle aree di cantiere funzionali all'approdo. In generale si provvederà affinché le superfici manomesse/alterate nel corso dei lavori possano essere ridotte al minimo;</li> <li>o esecuzione delle opere di scavo a regola d'arte, in modo da arrecare il minor disturbo possibile;</li> <li>o riqualificazione ambientale ad opera ultimata dell'area, che riguarderà i vari ecosistemi interessati dalle attività di cantiere. La riqualificazione comprenderà essenzialmente interventi di pulizia e di ripristino morfologico. I ripristini vegetazionali verranno effettuati in modo da favorire la ripresa spontanea della vegetazione autoctona, ove le caratteristiche ecologiche (caratteri fitosociologici ed edafici) lo rendono possibile.ogni modificazione connessa con gli spazi di cantiere, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, etc., sarà ridotta all'indispensabile e strettamente relazionata alle opere da realizzare, con il totale ripristino delle aree all'originario assetto una volta completati i lavori</li> <li>o utilizzo, nelle operazioni di ripristino ambientale, delle specie vegetali che caratterizzano la fitocenosi circostante e preesistenti nella fascia di lavoro per evitare la diffusione di specie non autoctone;</li> </ul>		

- disposizione di adeguate misure volte alla prevenzione di eventuali fenomeni di infestazione da parte di erbacce o agenti patogeni, anche attraverso un apposito piano preventivo;
- controllare la qualità dei suoli usati per la rivegetazione;
- monitorare l'evoluzione della rivegetazione avendo cura di controllare l'eventuale sviluppo di formazioni vegetali nocive o indesiderate;
- sviluppare un'appropriata procedura per prevenire fenomeni di contaminazione da parte dei veicoli e dei macchinari di cantiere

### 7.3.5 Interferenze/Danneggiamenti alle Praterie di Posidonia Oceanica

La condotta sottomarina attraversa aree caratterizzate dalla presenza di praterie di *Posidonia oceanica* (Habitat prioritario 1120 \*Praterie di posidonie (*Posidonium oceanicae*) elencato nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE) (si vedano le Figure 7.2 e 7.3).

Elementi di potenziale rischio per la salute della prateria di Posidonia sono connessi con le operazioni di posa della condotta sottomarina e riconducibili a:

- l'alterazione del regime di sedimentazione del particolato organico ed inorganico nell'area considerata, come conseguenza della eventuale movimentazione di sedimenti marini durante i lavori;
- gli eventuali danni meccanici causati alla prateria dai lavori di realizzazione dell'opera, le cui due principali sorgenti di perturbazione sono:
  - l'ancoraggio di imbarcazioni di varia natura, comprese ovviamente quelle da diporto,
  - la realizzazione della trincea per la posa della condotta.

Gli impatti associati al consumo di habitat e alla risospensione dei sedimenti sono riportati ai paragrafi precedenti. Preliminarmente si può riassumere che l'impatto può essere considerato di **moderata entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, a medio termine, a scala locale. L'impatto può infine essere considerato generalmente reversibile.

Nella seguente tabella sono elencate le possibili misure di mitigazione degli impatti.

**Tabella 7.9: Interferenze/Danneggiamenti alle Praterie di Posidonia Oceanica, Misure di Mitigazione**

Misure di Mitigazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ gli ancoraggi di navi e pontoni sulla prateria presente saranno minimizzati, ovviamente nell'ambito di quanto possibile per garantire simultaneamente la sicurezza del personale e dei mezzi impiegati per i lavori;</li> <li>○ laddove possibile, l'ancoraggio dei mezzi potrebbe essere sostituito o affiancato dall'ormeggio su corpi morti opportunamente predisposti nelle radure eventualmente esistenti all'interno della prateria;</li> <li>○ l'esecuzione dei lavori sarà possibilmente concentrata nel periodo invernale, in quanto dal tardo autunno a tutto l'inverno le piante di Fanerogame vanno in quiescenza vegetativa e quindi l'impatto del potenziale incremento dei tassi di sedimentazione e della torbidità dell'acqua sarebbe minimo sui processi vitali della specie</li> <li>○ la risospensione di sedimenti dovuta ad operazioni di escavo verrà minimizzata mediante l'utilizzo di tecniche di costruzione appropriate.</li> </ul>

## **8 ASPETTI STORICO-PAESAGGISTICI**

Obiettivo della caratterizzazione della qualità del paesaggio, con riferimento sia agli aspetti storico-testimoniali e culturali, sia agli aspetti legati alla percezione visiva, è quello di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità dell'ambiente.

Il presente Capitolo è così strutturato:

- il Paragrafo 8.1 riporta una generale caratterizzazione della qualità del paesaggio, con riferimento agli aspetti paesaggistici (Paragrafo 8.1.1) e storico-archeologici (Paragrafo 8.1.2);
- il Paragrafo 8.2 presenta l'identificazione degli impatti potenziali sul paesaggio, con riferimento anche alla percezione visiva. Tali impatti sono riconducibili alla fase di cantiere (preparazione delle aree di cantiere ed attività di scavo per la posa del metanodotto e per la costruzione del Terminale di Porto Botte) ed in fase di esercizio, alla presenza fisica del Terminale;
- il Paragrafo 8.3 descrive gli impatti potenziali, quantifica le interazioni con l'ambiente, riporta la stima degli impatti e individua infine le misure di mitigazione.

### **8.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE**

#### **8.1.1 Aree di Interesse Paesaggistico Ambientale**

Nella Figura 9.1a del Quadro di Riferimento Programmatico, Sezione IIa del SIA, si riporta lo stralcio del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) per l'area di interesse, nel quale sono evidenziati i beni paesaggistici ambientali (ex. Art. 142 e 143 D.Lgs No. 42/04 e succ. mod.).

Come mostrato dalla Figura il tracciato del metanodotto che si estende tra l'approdo e il Terminale di Porto Botte attraversa:

- “Fascia Costiera” e “Zona Umida Costiera”; l'area della salina in particolare è individuata come bene paesaggistico quale “Laghi Naturali, Invasi Artificiali, Stagni, Lagune” con un interessamento di circa 1 km da parte del metanodotto (Art. 8, 17, 18, 19, 20 delle NdA);
- oltre la Salina, terreni classificati come “Aree ad Utilizzazione Agro-forestale” (Art. 28, 29, 30).

#### **8.1.2 Aree di Interesse Archeologico e Storico Culturale**

Nel Foglio No. 1 del Volume III del SIA (Allegati Cartografici) sono riportati i beni paesaggistici ed identitari per l'area di interesse tratti dal “Repertorio del mosaico dei beni paesaggistici ed identitari” (DGR No. 23/14 del 16 Aprile 2008) allegato al PPR e contenuti nella cartografia del piano.

Come evidenziato dalla Figura il tracciato del metanodotto nel tratto compreso tra l'approdo e il Terminale di Porto Botte non interessa nessun vincolo. Si segnala la presenza di un elemento storico-archeologico a circa 500 m in direzione SE rispetto al Terminale di Porto Botte.

### 8.1.3 Aree di Interesse Archeologico

Per quanto riguarda l'individuazione di eventuali reperti/aree archeologici sui fondali interessati dalla sezione off-shore del metanodotto, si è fatto riferimento alla carta della pesca della quale è stata fatta una analisi al Paragrafo 9.2.3 e di cui in Figura 9.2 si riporta uno stralcio per l'area di interesse. Su tale carta oltre alle informazioni sulla pesca sono riportati anche gli elementi d'interesse archeologico, quale relitti sommersi, reperti, ecc., presente sul fondale marino.

Dall'esame della figura si può notare come, nelle aree direttamente interessate dalla condotta sottomarina non sono presenti elementi di vincolo. Come evidenziato al Paragrafo 9.2.3 si segnala comunque la presenza un "*Zona archeologica con probabile presenza di un relitto romano*" che interseca la batimetria dei 20 m all'altezza del toponimo "*Casa Garau*" sulla costa orientale dell'Isola di Sant'Antioco.

## 8.2 IMPATTI POTENZIALI

I potenziali impatti del progetto sulla componente Paesaggio sono essenzialmente riconducibili a:

- presenza del cantiere e degli stoccaggi di materiale;
- apertura della pista per la posa della condotta durante la fase di costruzione;
- presenza fisica del Terminale di Porto Botte.

Con riferimento alla fase di valutazione dell'impatto paesaggistico dell'opera, l'obiettivo primario è quello di accertare gli effetti sull'ambiente indotti dall'intervento proposto, al fine di dimostrarne la compatibilità con il contesto paesistico-ambientale circostante.

Le possibili interferenze riguardano:

- interferenza dovuta all'intervento nei confronti del paesaggio inteso come sedimentazione di segni e tracce dell'evoluzione storica del territorio;
- effetti dell'intervento in relazione alla percezione che ne hanno i "fruitori", siano essi permanenti (residenti nell'intorno) o occasionali, quindi in relazione al modo nei quali i nuovi manufatti si inseriscono nel contesto, inteso come ambiente percepito.

## 8.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 8.3.1 Impatto nei Confronti della Presenza di Segni dell'Evoluzione Storica del Territorio

Con riferimento all'opera in oggetto si evidenzia che il metanodotto, una volta ultimati i lavori di realizzazione e ripristino, non sarà visibile se non per gli elementi di segnalazione di sicurezza.

L'unico elemento impiantistico fuori terra è costituito dal Terminale di Porto Botte.

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto del Terminale di Porto Botte si è fatto riferimento alle informazioni contenute nel Piano Paesaggistico Regionale.

Dall'analisi della Figura 9.1a del Quadro di Riferimento Programmatico, Sezione IIa del SIA, si rileva l'assenza di beni culturali, archeologici ed architettonici nelle aree prossime al

Terminale di Porto Botte. Sulla base delle informazioni disponibili, si può escludere qualsiasi impatto nei confronti della presenza di segni dell'evoluzione storica del territorio dovuta all'intervento. Nella seguente tabella è riportata la sintesi dell'impatto e le misure di mitigazione previste.

**Tabella 8.1: Impatto nei Confronti della Presenza di Segni dell'Evoluzione Storica del Territorio, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche settimana	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	-	-
Presenza aree critiche	No	
Entità dell'impatto	Trascurabile	
Misure di Mitigazione	o Le modalità di scavo saranno definite con le Soprintendenze competenti.	

### 8.3.2 Impatto Percettivo Connesso alla Presenza delle Strutture di Cantiere

Durante la fase di costruzione si possono verificare impatti sul paesaggio imputabili essenzialmente a:

- insediamento delle strutture del cantiere, con impatti, a carattere temporaneo, legati all'apertura di aree di cantiere, alla realizzazione di piste di accesso, alla presenza delle macchine operatrici;
- apertura della pista del metanodotto, ai conseguenti "tagli" o "sezionamenti" sul paesaggio collegabili all'asportazione della vegetazione e all'attraversamento di aree naturali.

Tali impatti sono entrambi di natura temporanea, anche in considerazione delle attività di controllo e mitigazione che verranno applicate (si veda la successiva tabella).

Come evidente tali disturbi sono esclusivamente associati alla fase di realizzazione dell'opera, annullandosi una volta completata la posa del metanodotto ed effettuati i previsti interventi di ripristino morfologico e vegetazionale, che verranno progettati in accordo alle più avanzate tecniche di ingegneria naturalistica.

Il tempo necessario perché i disturbi sul paesaggio si annullino è diverso a seconda delle caratteristiche proprie degli ambienti attraversati. Nel caso specifico si avranno attraversamenti della salina di Sant'Antioco, del canale circondario adiacente al confine delle saline e dei terreni coltivati. In tali situazioni il disturbo si annulla rapidamente, azzerandosi con la ripresa delle attività legate alle aree citate

I caratteri tipici del territorio attraversato (saline ed aree agricole) fanno sì che il disturbo sia di entità contenuta. Le aree sul quale gravano i maggiori impatti potenziale derivanti dalla realizzazione dell'opera sono le aree di morfologia più complessa con coperture boschive, talvolta di particolare bellezza paesaggistico-naturalistica.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 8.2: Impatto percettivo per la Presenza delle Strutture di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale (poche decina di metri)	Le strutture del cantiere saranno visibili solo dalle immediate vicinanze, in relazione alla morfologia pianeggiante dell'area
Presenza aree critiche	No	L'analisi dai vincoli paesaggistici ambientali non ha evidenziato la presenza di criticità.
Entità dell'Impatto	Trascurabile	-
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o localizzazione delle strutture di cantiere in aree già disturbate (quando possibile);</li> <li>o recinzione e segnalazione insieme al mantenimento in condizioni di ordine e pulizia delle aree di cantiere;</li> <li>o ripristino dei luoghi e della aree alterate. Le strutture di cantiere verranno rimosse così come gli stoccaggi di materiali;</li> <li>o monitoraggio dell'evoluzione del ripristino dell'area interessata dagli interventi in modo da sviluppare appropriati e tempestivi piani di manutenzione.</li> </ul>		

### 8.3.3 Impatto Percettivo Connesso alla Presenza del Terminale di Porto Botte

Considerando che il metanodotto a terra una volta terminata la posa delle condotte verrà completamente interrato e che gli unici elementi visibili sul territorio saranno i paletti di segnalazione usati convenzionalmente per la segnalazione della condotta, si è considerato trascurabile il suo impatto percettivo sul paesaggio.

L'unica struttura fisica percettibile visivamente in fase di esercizio è il Terminale di Porto Botte.

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale (Sezione IIb) del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame, nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 8.3: Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Vita utile dell'opera	Al termine della vita utile si procederà alla dismissione degli impianti
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Lungo termine	
Scala spaziale	Locale (qualche	Il Terminale di Porto Botte sarà visibile solo dalle

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
	centinaio di metri)	immediate vicinanze, in relazione alla morfologia pianeggiante dell'area e alle contenute altezze delle strutture
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	-

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 8.4: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Elaborazione di un modello 3D del Terminale di Porto Botte
Variabile ambientale	Si quantitativa	Realizzazione di fotoinserimenti

#### 8.3.3.1 Aspetti Metodologici per la Stima dell'Impatto

Per la stima del livello di impatto paesaggistico del Terminale di Porto Botte si è fatto riferimento alle “Linee Guida per l’Esame Paesistico dei Progetti”, previste dall’articolo 30 del Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Lombardia approvato con DCR 6 Marzo 2001 No. 43749 ed approvate dalla Giunta Regionale della Lombardia con DGR No. 7/11045 dell’8 Novembre 2002.

Tali linee guida stimano il livello di impatto paesaggistico come il prodotto di un parametro legato alla “sensibilità paesistica del sito” e di un parametro legato “all’incidenza del progetto”.

##### 8.3.3.1.1 Criteri per la Determinazione della Classe di Sensibilità del Sito

Tali linee guida propongono tre differenti modi di valutazione della sensibilità di un sito, con riferimento ad una chiave di lettura locale e ad una sovralocale:

- morfologico-strutturale;
- vedutistico;
- simbolico.

Le stesse linee guida evidenziano come sia da escludere che si possa trovare una formula o procedura capace di estrarre da questa molteplicità di fattori un giudizio univoco e “oggettivo” circa la sensibilità paesistica, anche perché la società non è un corpo omogeneo e concorde, ma una molteplicità di soggetti individuali e collettivi che interagiscono tra loro in forme complesse, spesso conflittuali.

In considerazione delle ridotte elevazioni delle strutture presenti nel Terminale di Porto Botte si prenderanno in considerazione solamente le “chiavi di lettura” a livello locale.

#### *Modo di Valutazione Morfologico-Strutturale*

Questo modo di valutazione considera la sensibilità del sito in quanto appartenente a uno o più “sistemi” che strutturano l’organizzazione di quel territorio e di quel luogo, assumendo che tale condizione implichi determinate regole o cautele per gli interventi di trasformazione. Normalmente qualunque sito partecipa a sistemi territoriali di interesse geo-morfologico, naturalistico e storico-insediativo.

La valutazione dovrà però considerare se quel sito appartenga ad un ambito la cui qualità paesistica è prioritariamente definita dalla leggibilità e riconoscibilità di uno o più di questi “sistemi” e se, all’interno di quell’ambito, il sito stesso si collochi in posizione strategica per la conservazione di queste caratteristiche di leggibilità e riconoscibilità. Il sistema di appartenenza può essere di carattere strutturale, vale a dire connesso alla organizzazione fisica di quel territorio, e/o di carattere linguistico-culturale e quindi riferibile ai caratteri formali (stilistici, tecnologici e materici) dei diversi manufatti.

La valutazione a livello locale considera l’appartenenza o contiguità del sito di intervento con elementi propri dei sistemi qualificanti quel luogo specifico:

- segni della morfologia del territorio: dislivello di quota, scarpata morfologica, elementi minori dell’idrografia superficiale...;
- elementi naturalistico-ambientali significativi per quel luogo: alberature, monumenti naturali, fontanili o zone umide che non si legano a sistemi più ampi, aree verdi che svolgono un ruolo nodale nel sistema del verde locale...;
- componenti del paesaggio agrario storico: filari, elementi della rete irrigua e relativi manufatti (chiuse, ponticelli...), percorsi poderali, nuclei e manufatti rurali...;
- elementi di interesse storico-artistico: centri e nuclei storici, monumenti, chiese e cappelle, mura storiche...;
- elementi di relazione fondamentali a livello locale: percorsi – anche minori – che collegano edifici storici di rilevanza pubblica, parchi urbani, elementi lineari – verdi o d’acqua – che costituiscono la connessione tra situazioni naturalistico-ambientali significative, «porte» del centro o nucleo urbano, stazione ferroviaria...;
- vicinanza o appartenenza ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo linguistico, tipologico e d’immagine, situazione in genere più frequente nei piccoli nuclei, negli insediamenti montani e rurali e nelle residenze isolate ma che potrebbe riguardare anche piazze o altri particolari luoghi pubblici.

#### *Modo di Valutazione Vedutistico*

Le chiavi di lettura a scala locale si riferiscono soprattutto a relazioni percettive che caratterizzano il luogo in esame:

- il sito interferisce con un belvedere o con uno specifico punto panoramico;
- il sito si colloca lungo un percorso locale di fruizione paesistico-ambientale (il percorso-vita nel bosco, la pista ciclabile lungo il fiume, il sentiero naturalistico...);

- il sito interferisce con le relazioni visuali storicamente consolidate e rispettate tra punti significativi di quel territorio (il cono ottico tra santuario e piazza della chiesa, tra rocca e municipio, tra viale alberato e villa...);
- adiacenza a tracciati (stradali, ferroviari) ad elevata percorrenza.

#### *Modo di Valutazione Simbolico*

Le chiavi di lettura a livello locale considerano quei luoghi che, pur non essendo oggetto di (particolari) celebri citazioni rivestono un ruolo rilevante nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale, possono essere connessi sia a riti religiosi (percorsi processuali, cappelle votive...) sia ad eventi o ad usi civili (luoghi della memoria di avvenimenti locali, luoghi rievocativi di leggende e racconti popolari, luoghi di aggregazione e di riferimento per la popolazione insediata).

#### 8.3.3.1.2 Criteri per la Determinazione del Grado di Incidenza dei Progetti

Le Linee Guida per l'Esame Paesistico dei Progetti evidenziano che l'analisi dell'incidenza del progetto tende ad accertare in primo luogo se questo induca un cambiamento paesisticamente significativo.

Determinare l'incidenza equivale a rispondere a domande del tipo:

- la trasformazione proposta si pone in coerenza o in contrasto con le "regole" morfologiche e tipologiche di quel luogo?
- conserva o compromette gli elementi fondamentali e riconoscibili dei sistemi morfologici territoriali che caratterizzano quell'ambito territoriale?
- quanto "pesa" il nuovo manufatto, in termini di ingombro visivo e contrasto cromatico, nel quadro paesistico considerato alle scale appropriate e dai punti di vista appropriati?
- come si confronta, in termini di linguaggio architettonico e di riferimenti culturali, con il contesto ampio e con quello immediato?
- quali fattori di turbamento di ordine ambientale (paesisticamente rilevanti) introduce la trasformazione proposta?
- quale tipo di comunicazione o di messaggio simbolico trasmette?
- si pone in contrasto o risulta coerente con i valori che la collettività ha assegnato a quel luogo?

Sempre secondo le Linee Guida per l'Esame Paesistico dei Progetti, oltre agli aspetti strettamente dimensionali e compositivi, la determinazione del grado di incidenza paesistica del progetto va condotta con riferimento ai seguenti parametri e criteri:

- Criteri e parametri di incidenza morfologica e tipologica. In base a tali criteri non va considerato solo quanto si aggiunge – in termini di coerenza morfologica e tipologica dei nuovi interventi – ma anche, e in molti casi soprattutto, quanto si toglie. Infatti i rischi di compromissione morfologica sono fortemente connessi alla perdita di riconoscibilità o alla perdita tout court di elementi caratterizzanti i diversi sistemi territoriali.
- Criteri e parametri di incidenza linguistica. Sono da valutare con grande attenzione in tutti i casi di realizzazione o di trasformazione di manufatti, basandosi principalmente sui

concetti di assonanza e dissonanza. In tal senso possono giocare un ruolo rilevante anche le piccole trasformazioni non congruenti e, soprattutto, la sommatoria di queste.

- Parametri e criteri di incidenza visiva. Per la valutazione di tali parametri è necessario assumere uno o più punti di osservazione significativi, la scelta dei quali è ovviamente influente ai fini del giudizio. Sono da privilegiare i punti di osservazione che insistono su spazi pubblici e che consentono di apprezzare l'inserimento del nuovo manufatto o complesso nel contesto, è poi opportuno verificare il permanere della continuità di relazioni visive significative. Particolare considerazione verrà assegnata agli interventi che prospettano su spazi pubblici o che interferiscono con punti di vista o percorsi panoramici.
- Parametri e i criteri di incidenza ambientale. Tali criteri permettono di valutare quelle caratteristiche del progetto che possono compromettere la piena fruizione paesistica del luogo. Gli impatti acustici sono sicuramente quelli più frequenti e che hanno spesso portato all'abbandono e al degrado di luoghi paesisticamente qualificati, in alcuni casi anche con incidenza rilevante su un ampio intorno. Possono però esservi anche interferenze di altra natura, per esempio olfattiva come particolare forma sensibile di inquinamento aereo.
- Parametri e i criteri di incidenza simbolica. Tali parametri mirano a valutare il rapporto tra progetto e valori simbolici e di immagine che la collettività locale o più ampia ha assegnato a quel luogo. In molti casi il contrasto può esser legato non tanto alle caratteristiche morfologiche quanto a quelle di uso del manufatto o dell'insieme dei manufatti.

#### 8.3.3.2 Stima dell'Impatto

Il Terminale di Porto Botte occupa un'area di dimensioni circa 56,000 m<sup>2</sup>, in minima parte occupata da strutture e impianti. Fabbricati, impianti e altre strutture previste sono:

- Fabbricati:
  - sala controllo ed elettrica;
  - struttura per riduzione di pressione;
  - struttura per il sistema acqua calda e struttura per il sistema filtrante;
- installazioni/impianti/strutture:
  - vent,
  - area trappola,
  - vari serbatoi interrati di stoccaggio e servizio,
  - vari separatori;
- altre strutture di servizio:
  - recinzione esterna dell'area con pannelli in calcestruzzo prefabbricato, sottostante cordolo in calcestruzzo e sovrastanti fili spinati,
  - strade e piazzali interni con pavimentazione in conglomerato bituminoso e cordoli prefabbricati in calcestruzzo,

- No. 2 aree parcheggio esterne al Terminale, a fianco ai due ingressi principali.

In Figura 8.1 sono riportate alcune viste del modello planovolumetrico del Terminale di Porto Botte che è stato predisposto.

Sulla base di sopralluoghi in sito sono stati evidenziati e segnalati, con riferimento all'area di localizzazione del Terminale:

- i fronti visivi principali: ossia quei “recettori” che possono subire una modifica dello scenario visivo;
- le barriere visive: ossia gli elementi strutturali o morfologici che si interpongono tra l'opera e l'osservatore e ostacolano parzialmente o totalmente la visuale;
- le aree filtro o autoschermati, ossia parti infrastrutturate che per rapporti geometrici potrebbero percepire l'opera, ma i cui percorsi visivi risultano interrotti dagli elementi esterni costituenti l'area stessa.

L'unico fronte visivo, ossia quello legato alle vedute chiave di intervisibilità e alla frequentazione dei tratti stradali, è costituito dalla strada costiera che conduce alla Salina di Porto Botte.

Il livello di impatto paesistico deriva dal prodotto dei due valori assegnati come “giudizi complessivi” relativi alla classe di sensibilità paesistica del sito e al grado di incidenza paesistica del progetto derivanti dai processi valutativi descritti ai paragrafi precedenti.

Di seguito viene fornita la valutazione della classe di sensibilità paesistica del sito di localizzazione del Terminale di Porto Botte.

**Tabella 8.5: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Sensibilità Paesistica del Sito**

Modo di Valutazione	Chiavi di Lettura a Livello Locale	Valut.	Note
Sistemico	Appartenenza a sistemi paesaggistici di livello locale di interesse geo-morfologico	2	Ubicazione in aree agricole, ma prossima alla salina storica
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di livello locale di interesse naturalistico	2	Ubicazione all'interno di aree agricole non di pregio
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di livello locale di interesse agrario	1	Ubicazione ad aree agricole non di pregio
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di livello locale di interesse storico-artistico	1	Lontano da aree di interesse storico-artistico
	Appartenenza/contiguità ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo tipologico, linguistico e dei valori di immagine.	1	Lontano da luoghi ad elevato livello di coerenza tipologica, linguistica e di immagine
Vedutistico	Interferenza con punti di vista panoramici	1	Il sito non si inserisce in punti di vista panoramici
	Interferenza/contiguità con percorsi di fruizione paesistico-ambientale	1	Il sito non interessa percorsi di fruizione ambientale
	Interferenza con relazioni percettive significative tra elementi locali	1	Il sito non interferisce con relazioni percettive significative
Simbolico	Interferenza/contiguità con luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale (luoghi celebrativi o simbolici della cultura/tradizione locale).	1	Il sito non è contiguo a luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale

In considerazione delle valutazioni espresse in tabella, si può assegnare un giudizio complessivo medio di sensibilità paesistica del sito in esame pari circa a 1.2.

Nella seguente tabella, con riferimento alle caratteristiche del sito e ai risultati delle fotosimulazioni predisposte (si veda Figura 8.2), è fornita la valutazione del grado di incidenza paesistica del progetto.

**Tabella 8.6: : Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Grado di Incidenza Paesistica**

Modo di Valutazione	Parametri di Valutazione a Livello Locale	Valut.	Note
<b>Incidenza Morfologica e Tipologica</b>	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alle forme naturali del suolo	2	In considerazione delle caratteristiche geometriche dell'impianto e delle mitigazioni poste in opera, il Terminale non appare in contrasto rispetto alle forme naturali del suolo
	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alla presenza di sistemi/aree di interesse naturalistico	1	Il Terminale di Porto Botte ricade all'interno di aree agricole. Il Terminale non appare pertanto in contrasto rispetto alla presenza di sistemi/aree di interesse naturalistico
	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alle regole morfologiche e compositive riscontrate nell'organizzazione degli insediamenti e del paesaggio rurale	2	I manufatti del Terminale sono di dimensioni contenute sia planimetricamente sia in altezza. Lo schermo visivo costituito dalle aree piantumate (siepi e alberi filtro) fa sì che la presenza delle strutture degli impianti non sia in contrasto rispetto alle regole morfologiche e compositive riscontrate nell'organizzazione degli insediamenti e del paesaggio rurale
<b>Incidenza Linguistica</b>	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto ai modi linguistici tipici del contesto inteso come ambito di riferimento storico-culturale	1	Si veda il punto precedente
<b>Incidenza Visiva</b>	Ingombro visivo	2	Le dimensioni dell'impianto sono contenute sia con riferimento allo sviluppo planimetrico sia con riferimento alle altezze
	Contrasto cromatico	2	Gli impianti del Terminale non presentano forte contrasto cromatico; inoltre lo schermo visivo costituito dalle aree piantumate (siepi e alberi filtro) assicura un buon occultamento degli stessi
	Alterazione dei profili e dello skyline	2	Le dimensioni dei manufatti della stazione sono piuttosto contenute. Le siepi e gli alberi filtro possono considerarsi sufficientemente integrati con la vegetazione ad alto fusto presente
<b>Incidenza Ambientale</b>	Alterazione delle possibilità di fruizione sensoriale complessiva (uditiva, olfattiva) del contesto paesistico-ambientale	1	Si esclude qualsiasi incidenza olfattiva e acustica accettabile in considerazione delle misure di mitigazione adottate
<b>Incidenza Simbolica</b>	Adeguatezza del progetto rispetto ai valori simbolici e di immagine celebrativi del luogo	1	La presenza del Terminale non è tale da interferire con i valori simbolici e di immagine celebrativi del luogo

Le “Linee Guida per l’Esame Paesistico dei Progetti” forniscono la seguente scala di valori per la determinazione dell’impatto paesaggistico:

- livello di impatto (determinato come spiegato in precedenza) inferiore a 5: il progetto è considerato ad impatto paesistico inferiore alla soglia di rilevanza ed è, quindi, automaticamente giudicato accettabile sotto il profilo paesistico;
- livello di impatto è compreso tra 5 e 15: il progetto è considerato ad impatto rilevante ma tollerabile e deve essere esaminato al fine di determinarne il “giudizio di impatto paesistico”;
- livello di impatto è superiore a 15: l’impatto paesistico risulta oltre la soglia di tolleranza, pertanto il progetto è soggetto a valutazione di merito come tutti quelli oltre la soglia di rilevanza. Nel caso però che il “giudizio di impatto paesistico” sia negativo può esser respinto per motivi paesistici, fornendo indicazioni per la completa riprogettazione dell’intervento.

Sulla base delle valutazioni presentate nei precedenti paragrafi, il livello di impatto paesistico per quanto riguarda il Terminale di Porto Botte risulta essere pari a circa 2 e, pertanto, sotto la soglia di rilevanza.

### 8.3.3.3 Sintesi dell’Impatto e Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell’impatto potenziale e sono riportate le relative misure di mitigazione.

**Tabella 8.7: Impatto percettivo per la Presenza del Terminale di Porto Botte, Sintesi dell’Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Vita utile dell’opera	Al termine della via utile si procederà alla dismissione degli impianti
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Lungo termine	
Scala spaziale	Locale (qualche centinaio di metri)	Il Terminale di Porto Botte sarà visibile solo dalle immediate vicinanze, in relazione alla morfologia pianeggiante dell’area e alle contenute altezze delle strutture
Presenza aree critiche	No	
Entità dell’impatto	Trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Bassa sensibilità paesistica del sito</li> <li>o Bassa incidenza paesaggistica del Terminale di Porto Botte</li> </ul>
<b>Misure di Mitigazione</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o utilizzo di una tinteggiatura adeguata in riferimento ai cromatismi propri degli spazi dominanti di fondo, al fine di migliorare l’inserimento ambientale di tali strutture e delle recinzioni;</li> <li>o localizzazione degli impianti in posizione defilata o prossimi a macchie vegetali di mascheramento, ove sia possibile e compatibilmente con le norme di sicurezza.</li> <li>o Inserimento sul loro perimetro del Terminale opportune opere di mascheramento (impianto di siepi o cespugli sempre verdi).</li> </ul>		

## **9 ECOSISTEMI ANTROPICI, INFRASTRUTTURE E ASPETTI SOCIO-ECONOMICI**

Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana, è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standards ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo.

Il presente Capitolo è così strutturato:

- il Paragrafo 9.1 riporta la descrizione a livello generale regionale dello stato attuale della componente. Tale descrizione è stata condotta attraverso la descrizione di:
  - la pesca e l'acquacoltura,
  - il turismo,
  - la rete portuale ed i trasporti marittimi,
  - l'eventuale segnalazione di reperti sottomarini;
- nel Paragrafo 9.2 sono riportate informazioni di dettaglio relative all'area vasta di Porto Botte;
- il Paragrafo 9.3 presenta l'identificazione degli impatti potenziali sulla componente. Tali impatti sono quasi esclusivamente riconducibili alla fase di cantiere e sono opportunamente mitigabili attraverso idonee scelte progettuali ed esecutive;
- il Paragrafo 9.4 descrive gli impatti potenziali, quantifica le interazioni con l'ambiente, riporta la stima degli impatti e individua infine le misure di mitigazione.

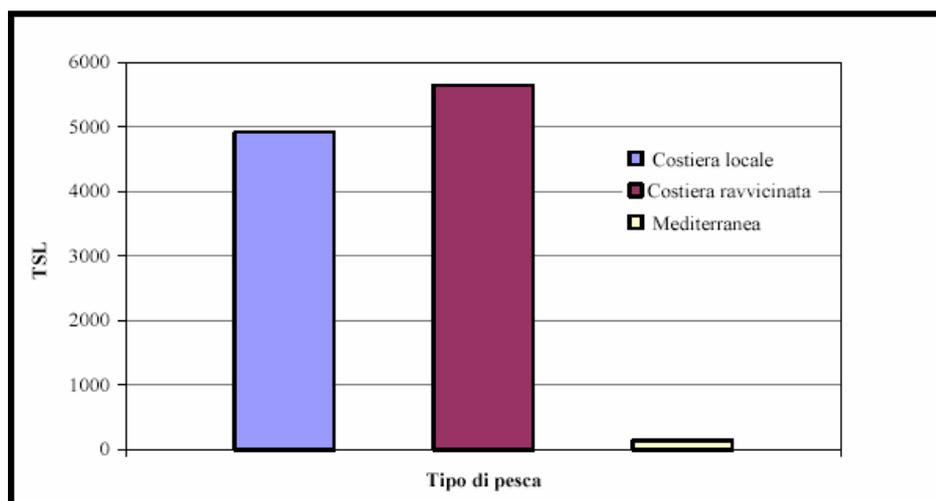
Per una maggiore completezza di informazioni sulla componente in esame si veda anche quanto riportato nel Quadro di Riferimento Ambientale, Volume II, Sezione IIa del SIA, relativo al tratto on-shore del metanodotto.

### **9.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE A LIVELLO REGIONALE**

#### **9.1.1 Pesca e Acquacoltura**

##### **9.1.1.1 Pesca**

In Sardegna la pesca a mare è effettuata per la maggior parte nella zona costiera, come mostrato nel seguente grafico, elaborato sulla base dei dati sul tonnellaggio delle imbarcazioni del 2000. Infatti, le barche abilitate all'esercizio della pesca costiera, sia locale che ravvicinata, rappresentano quasi la totalità, mentre solo un'imbarcazione pratica la pesca mediterranea (Regione Autonoma della Sardegna, 2000).



Tipo di Pesca per Zona (2000) - (Fonte: Elaborazioni su dati RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

In attuazione della Legge Regionale 3/2006, il territorio costiero della Sardegna è stato suddiviso in cinque distretti di pesca è volti all'ottimizzazione delle risorse attraverso la razionalizzazione dello sforzo delle imprese di pesca, alla razionale utilizzazione degli spazi disponibili a terra per le attività di pesca e acquacoltura e all'eliminazione preventiva di usi conflittuali del mare e del litorale della Sardegna.

Di seguito si riportano i predetti distretti:

- Porto Torres-La Maddalena (da Porto Tangone incluso a Capo Ferro escluso);
- Olbia-Arbatax (da Capo Ferro incluso a Capo Ferrato incluso);
- Cagliari (da Capo Ferrato escluso a Capo Teulada incluso);
- Portoscuso (da Capo Teulada escluso a Capo Pecora incluso);
- Oristano (da Capo Pecora escluso a Porto Tangone escluso).

Nel Mediterraneo la pesca marittima e lagunare nel 1999 ha registrato una diminuzione del 9.2% sulla quantità complessiva di pescato. Per la Sardegna, in particolare, si è registrata una diminuzione del 15.3% rispetto all'anno precedente. A livello nazionale, l'analisi dei diversi gruppi di specie pescate mostra un aumento di produzione per i crostacei (+11.0%) ed i molluschi (+1.0%) ed una diminuzione per i pesci (-16.3 %). In termini percentuali, la Sardegna ha mostrato una diminuzione di produzione di pesci (-25.9%) e di crostacei (-35.1%).

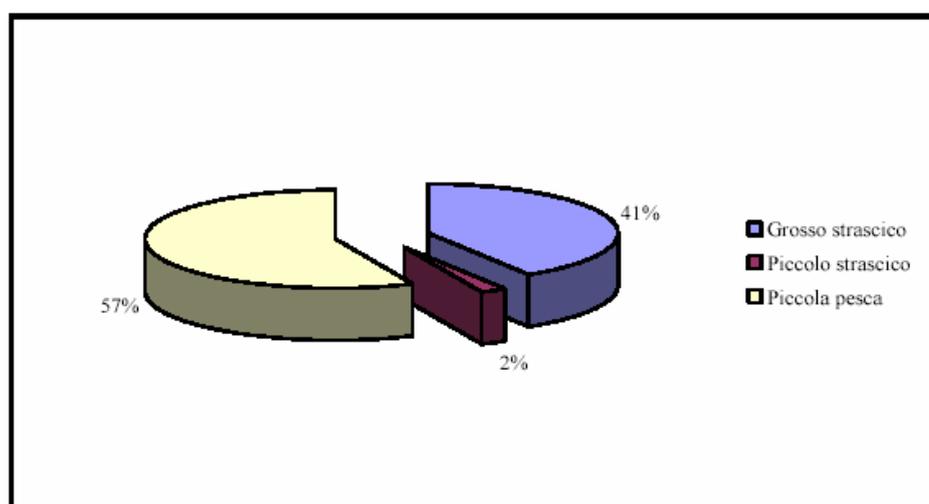
Nella tabella seguente sono riportati alcuni dati caratteristici relativi all'anno 2000 per il grosso e il piccolo strascico e la piccola pesca (esercitata con imbarcazioni di stazza inferiore alle 10 t di Stazza Lorda (TSL) e 15 m di Lunghezza Totale (LT) con gli attrezzi selettivi di cui all'art. 19 del DM 26 Luglio 1995 che operano entro le 12 miglia dalla costa).

**Tabella 9.1: Pesca, Caratteristiche Sistemi di Pesca**

<b>Regione Sardegna, Numero di Barche, TSL e KW (Anno 2000)</b>			
<b>Sistema di Pesca</b>	<b>Battelli [No.]</b>	<b>TSL [t]</b>	<b>KW</b>
Grosso Strascico	98	5,537.15	24,397.63
Piccolo Strascico	96	854.65	9,026.54
Piccola Pesca	1,053	4,309.85	43,324.22
<b>Totale</b>	<b>1,247</b>	<b>10,701.65</b>	<b>76,748.39</b>

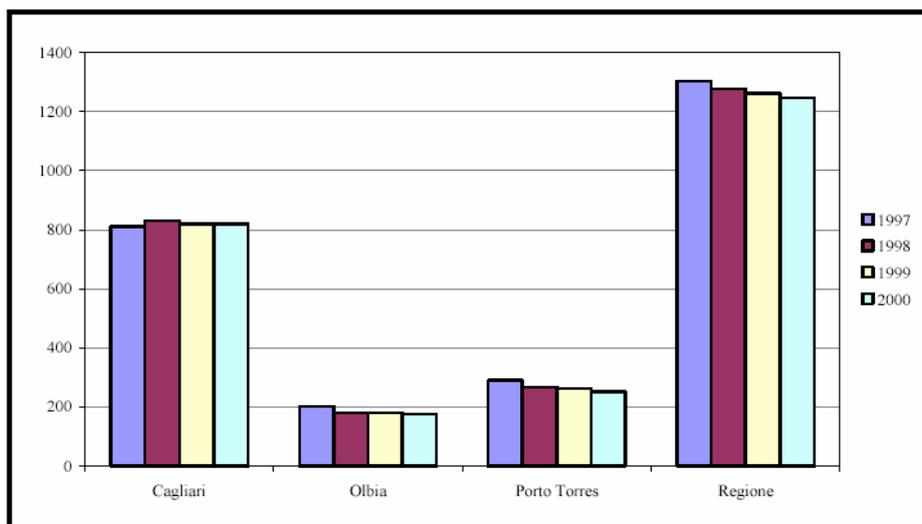
(Fonte: RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

Come mostrato nel grafico seguente lo sforzo di pesca, calcolato, sulla base dei dati riportati in tabella, come il prodotto del tonnellaggio per la potenza motrice, è dovuto soprattutto alla piccola pesca e al grosso strascico.



Sforzo di Pesca per Segmento di Pesca (2000) - (Fonte: Elaborazioni su dati RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

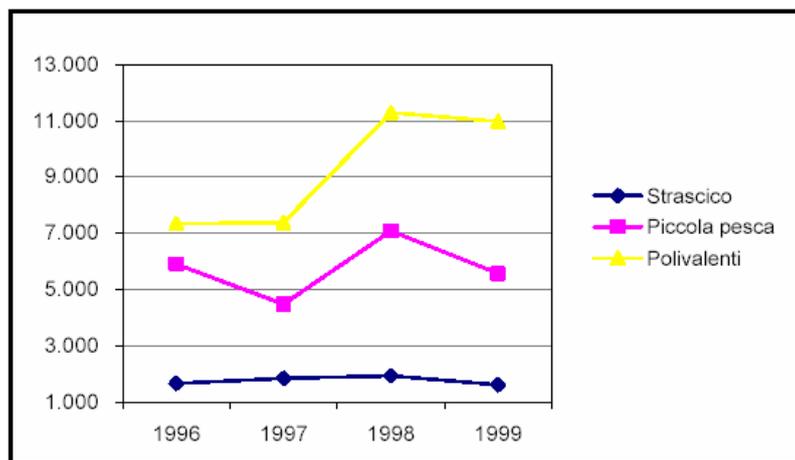
Dall'analisi dei dati sulla consistenza numerica della flotta peschereccia, riferiti al periodo 1997-2000, risulta una diminuzione dello sforzo di pesca a livello regionale. Tale decremento dipende dai compamare di Olbia e di Porto Torres, mentre il numero delle imbarcazioni risulta più stabile per il compamare di Cagliari, che rappresenta con la sua flotta il 66% di quella regionale al 2000 (si veda al grafico seguente).



Numero Imbarcazioni per Compamare (1997-2000) - (Fonte: Elaborazioni su dati RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

Per valutare la pressione della pesca sulle risorse ittiche sono stati analizzati i dati sulle catture per sistema di pesca dell'Osservatorio IREPA (Istituto Ricerche Economiche per la Pesca e l'Acquacoltura) per il periodo 1996-1999.

I dati sulle catture per sistema di pesca dell'Osservatorio IREPA confermano la diminuzione della produttività. I dati relativi alle catture per sistema di pesca (si veda il grafico seguente) evidenziano che la diminuzione maggiore interessa la piccola pesca, che rappresenta anche la flotta più consistente a livello regionale (84% rispetto ai dati regionali del 2000).



Catture per Sistema di Pesca (1996-1999) - (Fonte: Elaborazioni su dati MIPAF, Osservatorio IREPA sulle Strutture Produttive della Flotta da Pesca Italiana)

Le catture maggiori si devono ai battelli che esercitano la pesca con polivalenti, che rappresentano rispetto alla flotta regionale solo il 17% nel 2000 e il 21% nel 1999 (elaborazioni su dati IREPA). Per la pesca a strascico, i dati rivelano una leggera diminuzione delle catture a fronte di un andamento costante in termini di alcune componenti dello sforzo di pesca e un leggero incremento di stazza lorda e potenza motore.

### 9.1.1.2 Acquacoltura

In Sardegna l'attività di acquacoltura consiste nella piscicoltura estensiva ed intensiva di pesci marini e dulciacquicoli, nella molluschicoltura e nella crostaceicoltura. L'allevamento ittico estensivo caratterizza l'acquacoltura nelle lagune, di cui la Sardegna è particolarmente ricca nella Provincia di Oristano e nella Provincia di Cagliari.

Il numero di allevamenti d'acquacoltura per tipologia e volume di allevamento e per produttività fornisce un orientamento per l'individuazione dei livelli di pressione dovuti all'acquacoltura sull'ambiente marino e costiero.

Nella tabella seguente sono riportati, per l'anno 2000, gli impianti di allevamento intensivo suddivisi per tipologia ed il relativo volume globale di allevamento (Regione Autonoma della Sardegna, 2000).

**Tabella 9.2: Numero di Impianti e Volume Globale di Allevamento Intensivo per Tipologia**

Numero di Impianti e Volume Globale di Allevamento Intensivo per Tipologia (Anno 2000)					
Tipologia		Impianti [No.]	Impianti [%]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Volumi [%]
Impianti a Terra	<i>Specie acque Dolci</i>	11	37.93	53,776.42	8.37
	<i>Specie marine</i>	9	31.03	205,088.4	31.9
	<i>Gambericoltura</i>	2	6.9	137,058.7	21.32
Gabbie	<i>Specie marine</i>	6	20.69	181,326	28.21
	<i>Troticoltura</i>	1	3.45	65,565	10.2
Totale		29	100	64,2814.52	100

(Fonte: RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

In Sardegna sono più numerosi gli impianti a terra che in gabbie. Per quanto riguarda l'allevamento intensivo in impianti a terra, le aziende di trotticoltura sono localizzate nella Provincia di Nuoro ed allevano la trota fario e la trota iridea, quest'ultima con una produzione annua 3 volte superiore alla trota fario. L'unica azienda localizzata nella provincia di Oristano è di modeste dimensioni. Il discorso tra la Provincia di Nuoro e quella di Oristano si inverte per l'anguillicoltura, anche se il primato per numero e dimensione di aziende in questo segmento produttivo spetta alla Provincia di Cagliari. La Provincia di Cagliari è l'unica ad avere due grossi impianti per la gambericoltura, che a livello nazionale risulta poco diffusa, con una produzione che contribuisce solo per lo 0.11% alla produzione totale annua della Provincia di Cagliari. Le specie marine che vengono allevate a terra a Cagliari sono: orate, saraghi e spigole, mentre a Sassari ed a Oristano solo queste ultime due, con consistenza produttiva proporzionale alle dimensioni delle aziende.

Per quanto riguarda la produzione intensiva in gabbie, la Provincia di Sassari è quella con il maggior numero d'aziende ittiche e di maggiori dimensioni rispetto alle province di Oristano e di Nuoro. Le specie marine allevate sono orate e spigole. La Provincia di Nuoro alleva le trote anche in gabbie (oltre che a terra). In Provincia di Cagliari non sono presenti aziende che praticano l'allevamento intensivo in gabbie.

Nella tabella seguente è riportata in sintesi la produzione regionale degli allevamenti intensivi, espressa sia come quantità in quintali che come valore in euro, ed indica che la Provincia di Cagliari (con 11 impianti) è quella più produttiva, seguita dalla Provincia di Sassari (con solo 4 impianti). La Provincia di Oristano (con 6 impianti) produce poco più dell'11%. La Provincia di Nuoro (con 6 impianti) produce solo lo 0.44%.

**Tabella 9.3: Acquacoltura, Caratteristiche Allevamenti**

<b>Regione Sardegna, Produzione Regionale Allevamenti d'Acquacoltura Intensivi (Anno 2000)</b>				
<b>Provincia</b>	<b>Quantità [Q.li]</b>	<b>Quantità [%]</b>	<b>Valore [Euro]</b>	<b>Valore [%]</b>
Cagliari	8,760	48	4,738,000	49.33
Oristano	2,010	11.01	1,127,000	11.73
Nuoro	80	0.44	40,000	0.42
Sassari	7,400	40.55	3,700,000	38.52
Totale Regione	18,250	100	9,605,000	100

(Fonte: RAS, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Pesca, Stagni e Acquacoltura, Osservatorio Regionale della Pesca)

### 9.1.2 Turismo nelle Zone Costiere

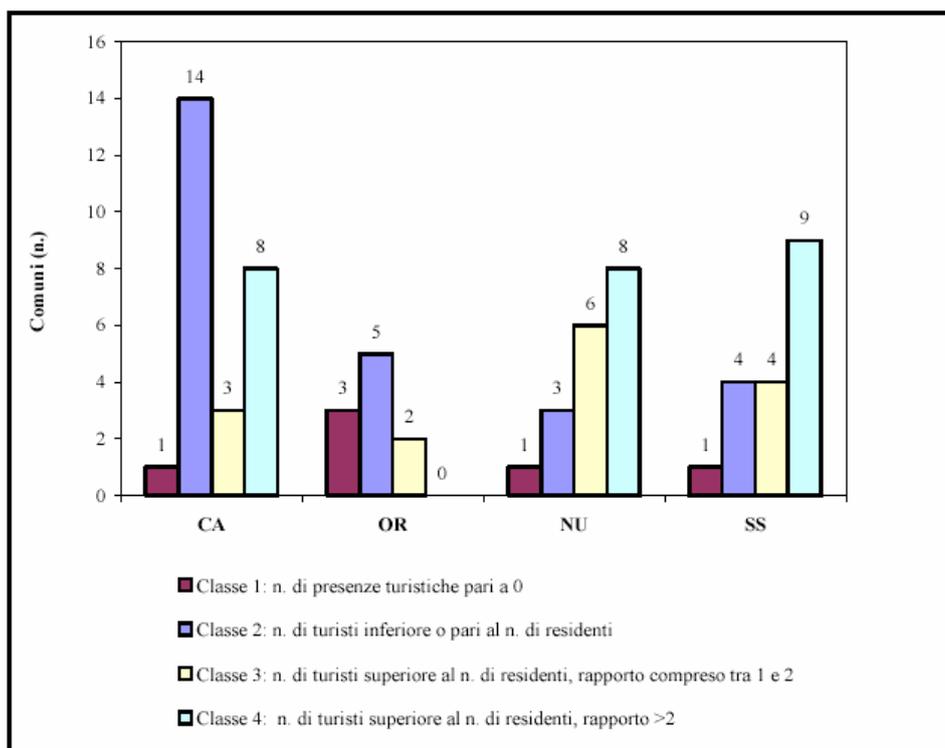
Il fenomeno turistico nelle zone costiere può essere valutato sui comuni costieri<sup>4</sup> della Sardegna attraverso due indicatori (Regione Autonoma della Sardegna, 2000):

- turisti/residenti nei comuni costieri;
- turisti e residenti per km di costa.

Il primo indicatore evidenzia la fluttuazione di presenze che si verifica nel periodo estivo in alcuni dei comuni oggetto d'indagine. Il secondo mette in luce le zone costiere dove, a seconda del periodo dell'anno, la pressione antropica, esercitata dai residenti e dai turisti, è più elevata.

L'indicatore **turisti/residenti nei comuni costieri** permette di confrontare le presenze turistiche del periodo compreso tra Maggio e Settembre rispetto ai residenti dei comuni costieri e mostra che in 25 dei 72 comuni costieri esaminati (circa il 35%) si verifica una forte fluttuazione stagionale (si veda la tabella seguente). Sulla base del valore assunto dall'indicatore i comuni oggetto d'indagine sono stati raggruppati in quattro classi.

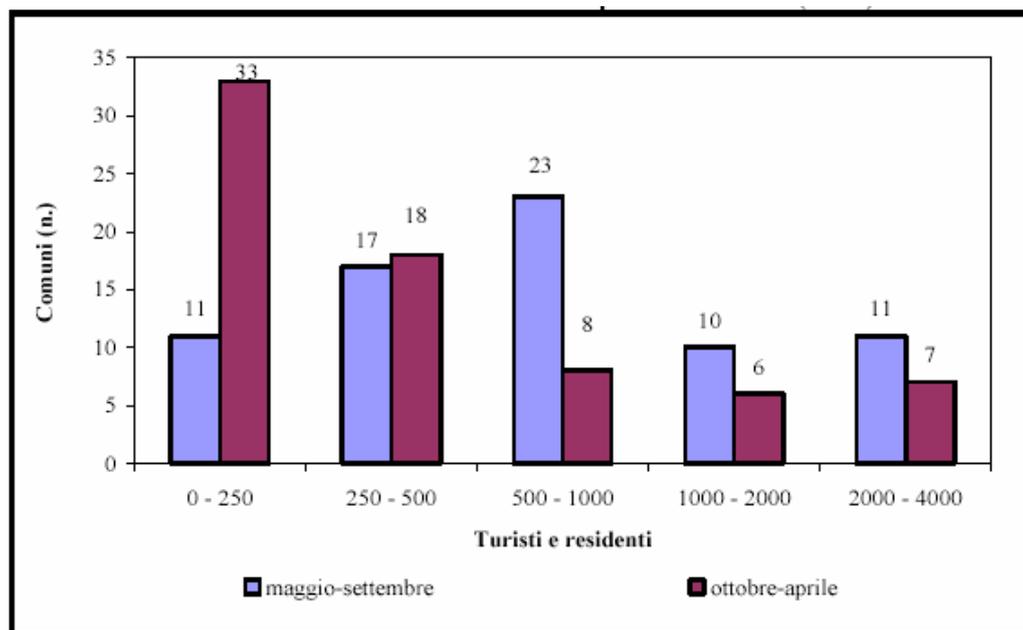
<sup>4</sup> Tutti i comuni costieri, inclusi i comuni non costieri ma con frazioni o isole amministrative sulla costa, sono considerati comuni ad economia prevalentemente turistica (DGR 29 Dicembre 2000, No. 55/108). L'analisi condotta ha riguardato 72 dei 73 comuni costieri, il Comune non considerato è Guspini per mancanza di dati.



Turisti/Residenti nei Comuni Costieri (1998) - (Fonte: Elaborazioni su dati Ministero della Sanità, Pressioni Ambientali e Balneabilità, Emilia – Romagna, Marche, Sardegna, Toscana, Qualità delle Acque di Balneazione, 2000)

Dall'elaborazione dei dati riportati in grafico si evince che la Provincia in cui si verifica la maggiore fluttuazione stagionale è Sassari seguita dalla Provincia di Nuoro e da quella di Cagliari. La Provincia di Oristano è quella in cui questo fenomeno è meno presente. Alcuni comuni, ad esempio San Teodoro (NU), Villasimius (CA) e molti comuni della Provincia di Sassari, sono interessati da un turismo prevalentemente marino-balneare come evidenziato dagli elevati valori assunti dall'indicatore. Per altri comuni, notoriamente turistici, ad esempio Alghero (SS) e Olbia (SS), il valore dell'indicatore dimostra l'assenza di fluttuazione stagionale che si può considerare propria di un turismo destagionalizzato o comunque indicativa di centri urbani popolosi.

Poiché per la Sardegna non è stato definito un valore standard di sostenibilità in termini di presenze per lunghezza di costa, **l'indicatore turisti e residenti per km di costa**, che rappresenta la pressione antropica nei mesi estivi, è stato confrontato con il numero di residenti rispetto alla lunghezza di costa comunale, considerata come situazione di riferimento (si veda la tabella seguente).



Turisti e Residenti per km di Costa (1998) - (Fonte: Elaborazioni su dati Ministero della Sanità, Pressioni Ambientali e Balneabilità, Emilia – Romagna, Marche, Sardegna, Toscana, Qualità delle Acque di Balneazione, 2000)

I comuni costieri sono stati suddivisi in 5 classi sulla base del numero di turisti e residenti per chilometro lineare di costa nel periodo Maggio-Settembre e Ottobre-Aprile. Dall'analisi del grafico si evince che durante la stagione estiva aumenta il numero di comuni con una popolazione compresa tra i 500 e oltre i 4000 individui per km lineare di costa. Questo fenomeno interessa maggiormente i comuni della costa Nord e sud orientale, mentre è meno evidente nella costa occidentale.

Per i comuni costieri che presentano il valore dell'indicatore più elevato, ad esempio per i comuni di Cagliari e Sassari, non si registrano pressioni maggiori durante i mesi estivi.

In conclusione, si può affermare che i comuni costieri della Sardegna non raggiungono livelli di pressione antropica superiori a quelli dei poli urbani (Cagliari e Sassari) durante il periodo invernale, eccetto il Comune di Dorgali (NU).

### 9.1.3 Rete Portuale e Trasporti Marittimi

#### 9.1.3.1 Rete Portuale

Nel panorama del contesto infrastrutturale dei trasporti regionali quello delle strutture portuali rappresenta uno dei fattori produttivi più rilevanti dai quali dipende una grande fetta dell'economia isolana; infatti la quasi totalità degli scambi commerciali da e per l'isola avvengono via mare mentre il trasporto passeggeri si ripartisce per circa il 57.4% via mare e per circa il 42.6% per via aerea (Regione Autonoma della Sardegna – Università di Cagliari, 2001; fonte: Conto Nazionale Trasporti, 2000).

Il sistema dei collegamenti marittimi tra Sardegna e Continente può essere sinteticamente rappresentato in due direttrici "naturali": la prima al servizio delle aree economicamente più forti localizzate nelle estremità dell'isola; la seconda tra le linee di costa più vicine.

La prima direttrice è quella che coinvolge il sistema portuale dell'area cagliaritana e sassarese, mentre la seconda è identificabile nel complesso sistema portuale dell'alta Gallura.

Per quanto concerne l'area in esame, si fa riferimento all'area cagliaritana che alla quale si possono ricondurre:

- Polo di Cagliari, costituito dal porto commerciale, dallo scalo industriale (noto come Porto Canale) e dai terminal industriali di Assemini e di Porto Foxi (che a sua volta comprende due terminal petroli);
- Polo del Sulcis-Iglesiente, costituito dal sistema portuale di Portovesme-S.Antioco (principalmente a supporto dei locali nuclei industriali) e da quello di Carloforte e Calasetta, utilizzati principalmente per i collegamenti di breve raggio con l'isola di San Pietro;

**Tabella 9.4: Caratteristiche Tecnico-Infrastrutturali dei Principali Scali Regionali**

Caratteristiche Tecnico-Infrastrutturali dei Principali Scali Regionali (Fonte: Conto Nazionale dei Trasporti, Anno 2000)					
	Cagliari	Olbia	Porto Torres	Golfo Aranci	Arbatax
No. Accosti	19	13	10	13	4
Lunghezza complessiva Accosti [m]	5,814	2,101	3,965	9,578	1,273
Accosti specializzati per:					
<i>Passeggeri</i>	7	8	6	6	2
<i>Prodotti petroliferi</i>	1	0	2	0	1
<i>Altri merci liquide</i>	1	0	1	0	1
<i>Merci secche alla rinfusa</i>	6	1	1	4	2
<i>Merci in colli</i>	6	0	1	4	0
<i>Container</i>	4	0	7	0	0
<i>Ro/Ro</i>	13	7	7	0	0
<i>Altre merci</i>	0	2	1	4	2
<i>Pescato</i>	3	1	5	2	1
<i>Diporto</i>	1	3	5	7	0
<i>Mezzi di servizio</i>	3	1	7	5	0
<i>Navi militari</i>	3	0	9	3	0
Arredamento meccanico	6	1	1	7	1
No. binari ferroviari	0	0	1	2	0
Superficie di piazzale per le merci [m <sup>2</sup> ]	641,812	71,000	149,188	50,960	121,750
Capacità magazzini frigoriferi [m <sup>3</sup> ]	0	13,000	0	0	0
Capacità altri magazzini [m <sup>3</sup> ]	7,280	0	0	0	0
Capacità silos [m <sup>3</sup> ]	22,995	0	0	0	0
No. accosti che abbisognano di lavori	2	6	10	1	0

I dati in tabella evidenziano alcuni aspetti interessanti:

- nonostante il numero degli scali sardi appaia sufficiente ed adeguato, anche come localizzazione geografica, per le reali esigenze dell'isola (comprese quelle legate alla stagionalità turistica), non emergono con chiarezza i ruoli e le funzioni svolte da ognuno;
- gli accosti presentano un elevato grado di promiscuità ed una mancanza di specializzazione: il numero di accosti dichiarati "specializzati" è infatti, per tutti i porti, ampiamente superiore al numero di accosti totale;

- sono praticamente inesistenti le strutture di tipo intermodale: i terminali ferroviari riguardano, di fatto, il solo porto di Golfo Aranci, mentre mancano completamente strutture e servizi di connessione con gli altri modi di trasporto (in particolare con quelli del trasporto collettivo su gomma);
- è elevato il numero di banchine che necessitano di lavori di adeguamento e ristrutturazione (in particolare nei porti di Porto Torres e di Olbia).

In sintesi è quindi possibile affermare come il maggior problema riguardi da un lato la dotazione infrastrutturale e dall'altra l'organizzazione funzionale dei porti.

Nel primo caso, si registra la necessità di consolidare le infrastrutture esistenti, attraverso un potenziamento delle stesse, sia per quanto riguarda le opere a mare (Porto Torres) che per quel che concerne le strutture di supporto ed a servizio dei passeggeri, come l'accessibilità alle aree portuali dall'esterno e le connessioni con gli altri sistemi di trasporto (Porto Torres, Olbia, Cagliari).

Nel secondo caso è necessario definire chiaramente le funzioni che ogni singolo scalo deve svolgere all'interno del complessivo sistema navale sardo e nazionale, in modo da poter attivare azioni di complementarietà e cooperazione fra i poli, piuttosto che di competizione o, peggio, di sovrapposizione di ruoli.

Un contributo a favore del raggiungimento di tali obiettivi è fornito, senza dubbio, dall'istituzione della nuova Autorità Portuale di Olbia e Golfo Aranci (DPR del 29 Dicembre 2000), ente di gestione dello scalo che si aggiunge a quello già presente dal 1995 a Cagliari e che comprenderà il porto commerciale-passeggeri, quello industriale di Olbia e lo scalo di Golfo Aranci.

## **9.2 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE - AREA VASTA DI PORTO BOTTE E SUD-OVEST SARDEGNA**

### **9.2.1 Infrastrutture di Trasporto e Traffico Terrestre**

Secondo quanto sopra riportato a livello regionale, le infrastrutture di trasporto che interessano maggiormente il contesto ambientale in esame fanno riferimento ai poli di Cagliari e del Sulcis-Iglesiente appartenenti all'area cagliaritano.

Per quanto riguarda la viabilità stradale, l'area in esame è servita dalle Strade Statali 126 e 195 (Si veda la Figura 9.1). Le due strade incrociandosi nel centro abitato di San Giovanni Suergiu si diramano in direzione SO per quanto riguarda la SS126 e in direzione SE per quanto riguarda la SS195. Si segnala inoltre la presenza della Strada Provinciale 77. Quest'ultima, estendendosi dal centro abitato di Tratalias si dispone quasi parallela alla linea di costa (alla quale dista circa 3 km) ed interseca le strade provinciali precedentemente segnalate.

### **9.2.2 Attività di Pesca e Risorse Ittiche**

In generale, l'attività alieutica dell'intera Sardegna è per gran parte classificabile come "piccola pesca"; infatti, tale comparto rappresenta più dell'80% del settore.

Per la sua tipologia, tale attività è soprattutto concentrata in siti caratterizzati dalla particolare conformazione morfologica, quali il Golfo di Oristano, Alghero e Golfo dell'Asinara, il Golfo di Palmas, Golfo di Cagliari e, sulla costa orientale il Golfo di Olbia.

Nell'area del Golfo di Palmas si possono identificare, da Nord verso Sud, tre principali località - approdo per le imbarcazioni della pesca in mare: Calasetta, S. Antioco e Teulada.

Il porto di Calasetta ospita 32 imbarcazioni da pesca, di cui circa il 65% con lunghezza (lft) inferiore ai 12 m (Unimar, 2001). Anche in considerazione della limitata stazza delle imbarcazioni, le attività prevalenti per la flotta di Calasetta sono quelle di pesca costiera utilizzando palangari e reti da posta; comunque delle 32 imbarcazioni totali, 15 hanno anche una licenza per la pesca a "strascico". L'attività di pesca coinvolge direttamente circa 75 unità lavorative, con una media per imbarcazione di 2.3 unità (Unimar, 2001).

Il porto di S. Antioco ospita 78 imbarcazioni da pesca, di cui circa il 66% con lunghezza (LFT) inferiore ai 12 m (Unimar, 2001). Anche nel caso della flotta di S. Antioco, le attività prevalenti sono quelle di pesca costiera utilizzando palangari e reti da posta; solo il 22% delle imbarcazioni totali, ha anche una licenza per la pesca a "strascico". L'attività di pesca coinvolge direttamente circa 160 unità lavorative, con una media per imbarcazione di 2.1 unità (Unimar, 2001).

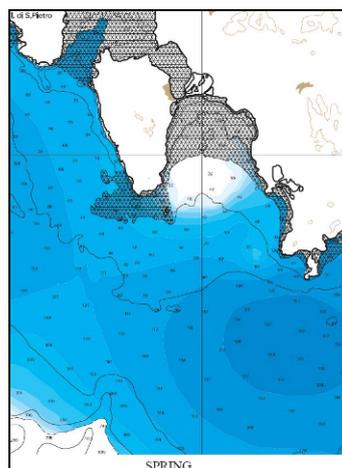
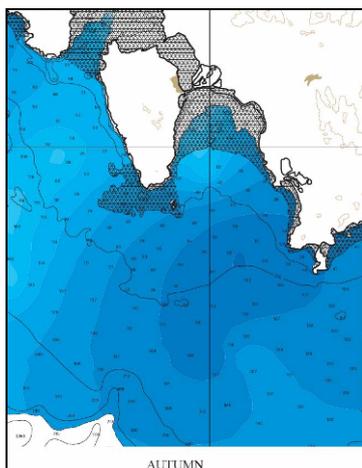
Il porto di Teulada ospita 12 imbarcazioni da pesca, di cui circa il 67% con lunghezza (lft) inferiore ai 12 m (Unimar, 2001). Si ribadisce l'importanza della piccola pesca anche per la flotta di Teulada, che utilizza essenzialmente palangari e reti da posta; solo 3 imbarcazioni hanno anche una licenza per la pesca a "strascico". L'attività di pesca coinvolge direttamente circa 30 unità lavorative, con una media per imbarcazione di 2.6 unità (Unimar, 2001).

Nel Golfo di Palmas, le attività della piccola pesca con attrezzi fissi incidono soprattutto su risorse ittiche quali i teleostei appartenenti alle famiglie degli sparidi e dei mullidi (Lecca et al., 2000). In particolare, i rendimenti totali ottenibili tra le batimetrie dei -20 e dei -50 m sono stimabili in circa 1.5 kg di pescato per 100 m<sup>2</sup> di rete utilizzata; le specie più abbondanti risultano le menole (*Spicara* spp.), le boghe (*Boops boops*) e la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*) (Lecca et al., 2000). Nell'area vasta, le reti da posta catturano comunque anche altre specie, tra cui si possono menzionare per l'importanza qualitativa gli scorfani (*Scorpaena scrofa* e *Scorpaena porcus*), le seppie (*Sepia officinalis*), i polpi (*Octopus vulgaris*), le corvine (*Sciaena umbra*), le ricciole (*Seriola dumerili*) e i saraghi (*Diplodus* spp.) (Follesa et al., 2002).

Nella zona della Sardegna sud-occidentale sono state inoltre censite altre specie ittiche costiere potenzialmente sfruttabili dall'attività di pesca (Tunesi et al., 2003).

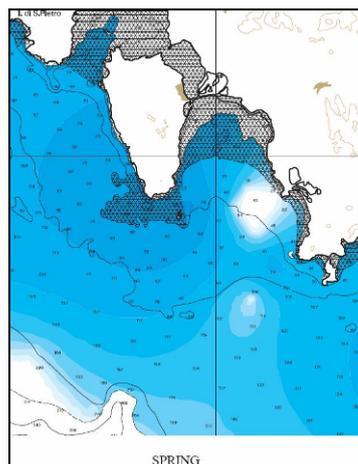
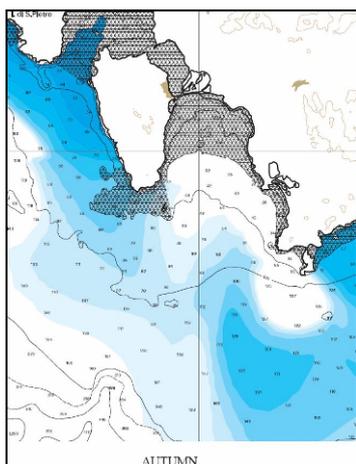
Per quanto riguarda le risorse ittiche del largo (i.e. quelle bersaglio per la pesca a strascico), tra le più importanti risultano il nasello (*Merluccius merluccius*), la triglia di fango (*Mullus barbatus*), lo scampo (*Nephrops norvegicus*), il gambero rosso (*Aristeus antennatus*), il polpo (*Octopus vulgaris*).

Il nasello presenta abbondanze più elevate tra i -100 e -500 m circa di profondità, con valori che possono arrivare anche ai 500 kg/km<sup>2</sup> (Orsi Relini et al., 2002). Inoltre, è possibile una diversa distribuzione della risorsa in base alla stagione (Ardizzone et al., 1999).



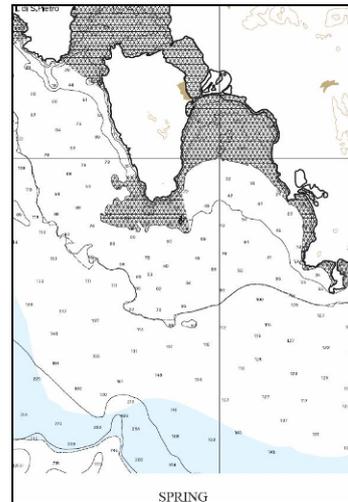
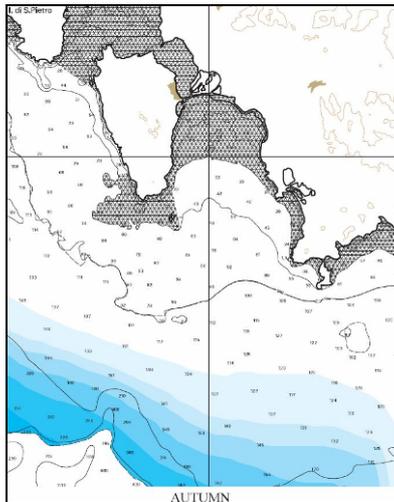
Distribuzione delle abbondanze del nasello (modificato da Ardizzone et al., 1999)

La triglia di fango presenta abbondanze più elevate entro i primi 50 m circa di profondità, con valori che possono arrivare anche a circa 300 kg/km<sup>2</sup> (Tserpes et al., 2002). Inoltre, è possibile una diversa distribuzione della risorsa in base alla stagione (Ardizzone et al., 1999).



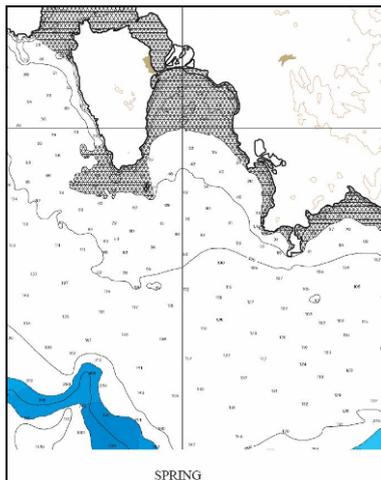
Distribuzione delle abbondanze della triglia di fango (modificato da Ardizzone et al., 1999)

Lo scampo presenta abbondanze più elevate oltre i -200 m circa di profondità, con valori che possono arrivare anche a circa 15 kg/km<sup>2</sup> (Abellò et al., 2002). Inoltre, è possibile una diversa distribuzione della risorsa in base alla stagione (Ardizzone et al., 1999).



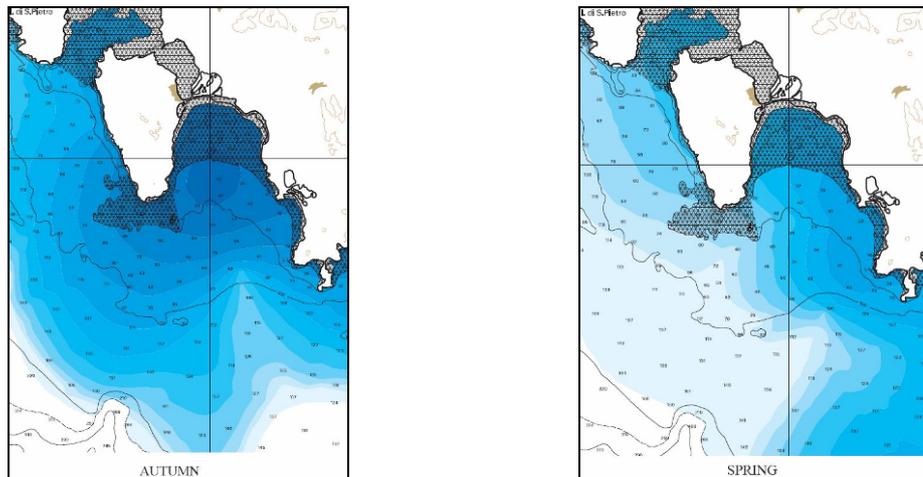
Distribuzione delle abbondanze dello scampo (modificato da Ardizzone et al., 1999)

Il gambero rosso (*Aristeus antennatus*) presenta abbondanze più elevate oltre i -500 m circa di profondità, con valori che possono arrivare anche a circa 40 kg/km<sup>2</sup> (Cau et al., 2002). La specie è presente nell'area solo stagionalmente (Ardizzone et al., 1999).



Distribuzione delle abbondanze del gambero rosso (modificato da Ardizzone et al., 1999)

Il polpo presenta abbondanze più elevate entro i -100 m circa di profondità, con valori che possono arrivare anche a circa 80 kg/km<sup>2</sup> (Belcari et al., 2002). Inoltre, è possibile una diversa distribuzione della risorsa in base alla stagione (Ardizzone et al., 1999).



Distribuzione delle abbondanze del polpo (modificato da Ardizzone et al., 1999)

Inoltre, per nessuna delle specie appena riportate è stata accertata la presenza di aree di concentrazione di giovanili (nursery) nella zona di interesse (Ardizzone et al., 1999).

### 9.2.3 Aree di Interesse Archeologico

Come evidenziato dalla Figura 9.2 nella quale si riporta un estratto della Carta della Pesca e della Navigazione relativa al Golfo di Palmas, il fondale è interessato dalla presenza di un'ampia area definita come “Zona archeologica con probabile presenza di un relitto romano”, alla quale il tracciato off-shore) resta limitrofo. Poco più a Sud si evidenzia la presenza di una piccola area dedicata all'ancoraggio interna alla batimetria circolare dei 26 m attraversata in parte dal metanodotto.

## 9.3 IMPATTI POTENZIALI

La realizzazione del progetto potrebbe interferire con la componente per quanto riguarda i seguenti impatti potenziali:

- limitazioni/perdite d'uso del suolo/fondale dovute all'occupazione di aree per l'installazione del cantiere e la preparazione della pista di lavoro per la messa in opera della condotta, nonché per la realizzazione del Terminale;
- disturbi alla viabilità ed interferenze con il trasporto marittimo dovuti all'incremento di traffico indotto dalla costruzione del metanodotto;
- incremento dell'occupazione conseguente alle opportunità di lavoro connesse alle attività di costruzione del metanodotto e alle attività di manutenzione e gestione della linea in fase di esercizio;
- incremento di richiesta di servizi per il soddisfacimento delle necessità del personale coinvolto.

In merito al contributo del progetto alla diversificazione delle fonti di approvvigionamento si rimanda alle valutazioni riportate nel Volume I (Volume Introduttivo).

## 9.4 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 9.4.1 Limitazione/Perdite d'Uso del Suolo/Fondale

La realizzazione del progetto determinerà l'occupazione di fondale marino e di suolo. In particolare la realizzazione dell'approdo e la posa della condotta a mare determineranno:

- occupazione temporanea di suolo/fondale per l'installazione dell'area di cantiere funzionale all'approdo e per lo scavo della trincea;
- occupazione definitiva di fondale per la presenza della condotta a mare, nei tratti in cui non sarà interrata, e del Terminale di Arrivo.

Per l'esecuzione di tali attività è previsto l'allestimento delle seguenti aree di lavoro, le quali saranno in parte ubicate a terra:

- cantiere di prefabbricazione e/o stoccaggio, costituito da un'area ad uso industriale o con caratteristiche simili prossimo alla costa in modo da rifornire la nave posa tubi attraverso dei rimorchiatori;
- cantiere presso l'approdo costiero, esteso in parte a terra ed in parte a mare, per l'esecuzione di una trincea in cui viene posata la condotta e successivamente ricoperta in modo da proteggerla dagli effetti di eventuali attività umane (pesca, ancoraggio, ecc.);
- cantiere presso l'approdo costiero funzionale alle operazioni di tiro della condotta a ridosso della spiaggia;
- cantieri di collaudo finale allestiti alle estremità dei tratti off-shore e costituiti da un'area contenente le attrezzature e la strumentazione per il lancio del pig e l'allagamento della condotta.

La realizzazione del metanodotto a terra e del Terminale di Porto Botte determineranno inoltre:

- una occupazione temporanea (per la durata delle attività di costruzione) di suolo;
- una occupazione definitiva di suolo (Terminale di Porto Botte).

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 9.5: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Insediamento cantieri, creazione pista di lavoro/trincea, posa condotta sottomarina, presenza fisica della condotta e del Terminale di Porto Botte	
Fattore casuale di impatto	Occupazione di Suolo/Fondale	
Impatto potenziale	Limitazioni / Perdite d'Uso di Suolo/Fondale	
Componenti ambientali correlate	Ecosistemi naturali, aspetti socio-economici, ambiente marino e costiero	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Uso attuale di Suolo/Specchio Acqueo	
	Parametro Ambientale	Note
	Uso del territorio	Il metanodotto e il Terminale di Porto Botte interessano in area destinata a salina ed aree agricole
	Uso del mare	zone di pesca/ancoraggio

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame, nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 9.6: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese Definitivo	Limitata al periodo dei lavori Terminale di Porto Botte, condotta (tratto non interrato)
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine Lungo termine	Attività di cantiere Terminale di Porto Botte, condotta (tratto non interrato)
Scala spaziale	Locale	Limitate alle aree effettivamente occupate.
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	Si	Area di ancoraggio

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 9.7: Limitazioni/Perdite d'Uso di Suolo e Fondale, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Dati progettuali
Variabile ambientale	Si quantitativa	-

#### 9.4.1.1 Stima dell'Impatto

L'impatto potenziale sull'uso del suolo/fondale connesso alla realizzazione del progetto è da intendersi in termini di:

- limitazioni/perdite d'uso del suolo;
- disturbi/interferenze con gli usi del territorio sociali e culturali (uso residenziale, agricolo, produttivo, etc.), indotti dalla realizzazione del metanodotto.

Per quanto riguarda l'occupazione di fondale, nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche delle occupazioni temporanee e permanenti. Le dimensioni di tali aree saranno definite in fase esecutiva.

**Tabella 9.8: Occupazione Temporanea e Permanenti di Fondale**

Occupazione Temporanea di Fondale	
Area	Note
Trincea prescavata per posa condotta	Le caratteristiche della trincea (sezioni, lunghezze) saranno definite in fase esecutiva. Tipicamente la trincea è più ampia in corrispondenza dell'approdo, per la necessità di interrare la condotta a maggiore profondità e per esigenze operative che necessitano di una sua maggiore larghezza. L'eventuale infissione di palancole riduce l'ampiezza della sezione di scavo e l'area di occupazione di fondale. L'area sarà completamente ripristinata al termine dei lavori (condotta interrata).
Occupazione Definitiva di Fondale	
Area	Note
Tutto il tratto in cui la condotta sarà posata sul fondale	Condotta posata sul fondale. L'occupazione definitiva di fondale può essere considerata pari all'impronta della condotta (0.8 m) per la lunghezza del tratto

Si noti che l'occupazione del fondale durante le operazioni di posa lungo la rotta sarà limitata al solo ingombro della condotta. Tale occupazione sarà l'unica riscontrabile anche durante la fase di esercizio.

Per quanto riguarda l'occupazione di suolo, nella seguente tabella sono riportate le superfici interessate da occupazioni temporanee e permanenti.

**Tabella 9.9: Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo**

Area	Dimensioni	Durata	Uso Attuale	Note
Tiro condotta	-	Alcune settimane	-	La definizione di tali aree sarà effettuata in fase esecutiva
Prefabbricazione e stoccaggio	-	diversi mesi	-	
Pista di lavoro	Larg. 26 m (pista normale)	alcune settimane	Prevalente agricola	
Fascia di servitù	Larg. 40+40 m	Permanente	Prevalente agricola	L'unico vincolo è relativo al divieto di edificazione. Al termine dei lavori è consentita la ripresa delle attività agricole
Terminale di Porto Botte	56,000 m <sup>2</sup>	Permanente	agricola	

Per quanto riguarda il metanodotto l'occupazione di suolo sarà limitata alla pista di lavoro, che rappresenta l'area entro la quale si svolgeranno tutte le operazioni. L'impatto associato alla fase di cantiere avrà quindi carattere temporaneo e verrà meno una volta completate le attività di costruzione. L'impatto delle occupazioni di suolo e fondale durante le attività di cantiere, tenuto conto di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti, può quindi essere considerato **di lieve entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

L'unica area occupata a terra durante l'esercizio è quella relativa al Terminale di Porto Botte. Ulteriori elementi di vincolo sono costituiti da:

- fascia di servitù (metanodotto a terra);
- eventuali limitazioni all'uso dello specchio acqueo in corrispondenza della condotta sottomarina.

Per quanto riguarda la fascia di servitù si evidenzia che la scelta dell'approdo e dell'ubicazione del Terminale di Arrivo sono state tali da evitare la possibilità di qualsiasi interferenza, da parte del tracciato del metanodotto, con aree urbanizzate o di possibile espansione urbanistica mentre. Per quanto riguarda eventuali limitazioni alla pesca o all'ancoraggio, esse saranno definite dalle competenti autorità. Si segnala che l'interramento della condotta è una scelta progettuale che è stata definita anche al fine di ridurre al minimo le interferenze con il territorio.

L'impatto delle occupazioni di suolo e fondale durante l'esercizio dell'opera, tenuto conto di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti, può quindi essere considerato **di lieve entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: reversibile, a lungo termine, a scala locale.

#### 9.4.1.2 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 9.10: Occupazioni/Limitazioni d'Uso di Suolo/Fondale, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese Definitivo	Limitata al periodo dei lavori Terminale di Porto Botte, condotta (tratto non interrato)
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine Lungo termine	Attività di cantiere Terminale di Porto Botte, condotta (tratto non interrato)
Scala spaziale	Locale	Limitate alle aree effettivamente occupate.
Presenza aree critiche	No	-
Entità dell'impatto	Lieve entità	Sia in fase di cantiere che in fase di esercizio
<b>Misure di Mitigazione</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ogni modificazione connessa con gli spazi di cantiere, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, etc., sarà ridotta all'indispensabile e strettamente relazionata alle opere da realizzare, con il totale ripristino delle aree all'originario assetto una volta completati i lavori;</li> <li>○ si opererà al fine di limitare al minimo indispensabile la ripulitura delle aree dalla vegetazione e da eventuali colture presenti. In generale si provvederà affinché le superfici manomesse/alterate nel corso dei lavori possano essere ridotte al minimo;</li> <li>○ le opere di scavo verranno eseguite a regola d'arte, in modo da arrecare il minor disturbo possibile;</li> <li>○ ad opera ultimata si procederà alla riqualificazione ambientale dell'area, che riguarderà i vari ecosistemi interessati dalle attività di cantiere. La riqualificazione comprenderà essenzialmente interventi di pulizia, di ripristino vegetazionale, etc</li> </ul>		

La stima delle interferenze con le attività di pesca e il traffico marittimo è oggetto di valutazioni dedicate nei paragrafi successivi.

#### 9.4.2 Disturbi alla Viabilità Terrestre

Durante la fase di cantiere sono possibili disturbi alla viabilità terrestre in conseguenza di:

- incremento di traffico dovuto alla presenza dei cantieri (trasporto personale, trasporto materiali, ecc.);
- eventuali modifiche alla viabilità ordinaria.

In fase di esercizio non si avrà alcuna interferenza.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

#### Disturbi alla Viabilità Terrestre, Elementi Introduttivi

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Traffico di cantiere, realizzazione di attraversamenti stradali	
Fattore casuale di impatto	Incremento di traffico (mezzi leggeri e mezzi pesanti), modifiche o interruzioni alla viabilità	
Impatto potenziale	Disturbi alla viabilità terrestre	
Componenti ambientali correlate	-	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Traffico terrestre	
	Parametro Ambientale	Note
	Intensità di traffico sulla viabilità esistente	Le strade statali 126 e 195 sono le infrastrutture più prossime all'area in esame

Sulla base degli elementi analizzati nel Quadro di Riferimento Progettuale del SIA, cui si rimanda, e delle caratteristiche del territorio che sarà potenzialmente oggetto dell'impatto in esame, nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 9.11: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	Attività di cantiere
Scala spaziale	Locale	Limitate alla viabilità effettivamente interessata dai percorsi dei mezzi di cantiere.
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	L'area presenta una buona dotazione infrastrutturale. Da evitare le interferenze con la viabilità turistica (accessi alle spiagge, ecc..)

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 9.12: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Stima sulla base di cantieri analoghi Dati progettuali (metodologia di attraversamento delle infrastrutture)
Variabile ambientale	Si qualitativa	In via preliminare, in relazione alle modalità realizzative che si prevede di adottare, si ritiene sufficiente procedere ad una stima qualitativa dell'impatto potenziale.

#### 9.4.2.1 Stima dell'Impatto

L'incremento di traffico in fase di costruzione dovuto alla movimentazione dei mezzi per il trasporto dei materiali, alle lavorazioni di cantiere e allo spostamento della manodopera coinvolta nelle attività di cantiere può essere considerato modesto e può essere facilmente assorbito dalla viabilità esistente. In fase esecutiva saranno comunque concordate le modalità operative più efficaci per ridurre al minimo le interferenze con la viabilità esistente (individuazione dei percorsi per i mezzi di cantiere, individuazione dei punti di accesso alla viabilità esistente, eventuale realizzazione di svincoli, ecc..).

Non si segnalano interferenze dirette con le strutture di viabilità.

Gli impatti considerati possono quindi essere considerati **trascurabili**, anche in relazione alle misure mitigative previste e nel seguito evidenziate. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

#### 9.4.2.2 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 9.13: Disturbi alla Viabilità Terrestre, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Qualche mese	Limitata al periodo dei lavori
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	Attività di cantiere
Scala spaziale	Locale	Limitate alla viabilità effettivamente interessata dai percorsi dei mezzi di cantiere.
Presenza aree critiche	No	L'area presenta una buona dotazione infrastrutturale. Da evitare le interferenze con la viabilità turistica (raggiungimento località marittime, ecc..)
Entità dell'impatto	Trascurabile	Gli incrementi di traffico associati alle attività di cantiere sono modesti e la dotazione infrastrutturale dell'area è buona
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o accurato studio degli accessi alla viabilità esistente,</li> <li>o predisposizione di un piano del traffico in accordo alle autorità locali, in modo da mettere in opera, se necessario, percorsi alternativi temporanei per la viabilità locale.</li> </ul>		

### 9.4.3 Interferenze con il Traffico Marittimo

Durante le attività di posa della condotta sottomarina sono possibili interferenze con il traffico marittimo. In fase di esercizio non si avrà invece alcuna interferenza: la presenza della condotta sottomarina non determinerà infatti alcuna interdizione al traffico marittimo.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

#### Interferenze con il Traffico Marittimo, Elementi Introduttivi

Parametro	Valore	
Attività di progetto	realizzazione dell'approdo di Porto Botte, posa della condotta off-shore	
Fattore casuale di impatto	Interdizione di aree al traffico marittimo	
Impatto potenziale	Disturbi al traffico marittimo	
Componenti ambientali correlate	-	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Traffico marittimo	
	Parametro Ambientale	Note
	Rotte marittime e zone di ancoraggio	Presenza di una zona di ancoraggio all'inizio del Golfo di Palmas

Le aree di interferenza con il traffico marittimo sono quelle interessate da:

- la rotta off-shore;
- l'approdo di Porto Botte

Nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 9.14: Interferenze con il Traffico Marittimo, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	alcune settimane alcuni giorni	Approdo di Porto Botte Rotta off-shore
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno interdette alla navigazione durante la posa della condotta.
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	Il punto di approdo individuato risulta distante dalle principali infrastrutture portuali.

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 9.15: Interferenze con il Traffico Marittimo, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Stima sulla base di cantieri analoghi
Variabile ambientale	Si qualitativa	In via preliminare si ritiene sufficiente procedere ad una stima qualitativa dell'impatto potenziale.

#### 9.4.3.1 Stima dell'Impatto

La realizzazione dell'approdo di Porto Botte prevede il posizionamento e l'ancoraggio della nave posa-tubi a basso pescaggio a poca distanza dalla linea di costa. La zona occupata dal sistema di ancoraggio (campo ancore) sarà segnalata per mezzo di boe poste in corrispondenza di ogni ancora. Nell'area saranno inoltre effettuate le necessarie operazioni di preparazione della trincea all'interno della quale posare la condotta.

È prevedibile che tale zona abbia estensione pari a circa 1.5 km<sup>2</sup>. Si precisa che l'area di possibile interdizione al traffico marittimo necessaria per la realizzazione dell'approdo non determinerà alcuna interferenza con le rotte di avvicinamento e di allontanamento delle navi in arrivo o in partenza dai porti dell'area cagliaritana.

Terminata l'operazione di tiro della condotta avranno inizio le operazioni di varo convenzionale, mediante movimento della nave posa-tubi verso il largo, secondo la prefissata rotta di posa.

La nave posa-tubi potrà essere equipaggiata mediante sistema di ancoraggio tradizionale o con un sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning, DP).

La nave posa-tubi potrà essere equipaggiata mediante sistema di ancoraggio tradizionale o con un sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning, DP).

Nel caso di utilizzo di mezzo di posa con sistema di ancoraggio tradizionale, le ancore saranno salpate e spostate in un'altra posizione per mezzo di rimorchiatori adibiti a questo scopo. Tenuto conto degli spazi necessari per la manovra dei rimorchiatori, l'area occupata dal campo ancore si estenderà per alcuni chilometri in senso longitudinale e trasversale. Tale zona, maggiorata della distanza di sicurezza, rappresenta l'area da interdire alla navigazione durante i lavori di posa.

Nel caso di utilizzo di navi posatubi dotate di posizionamento dinamico non vi è la necessità di linee di ormeggio. L'area da interdire alla navigazione avrà quindi minore estensione. In accordo con la produzione giornaliera, l'area di varo si muoverà lungo il tracciato della condotta con una traslazione media di circa 2.0 km/giorno.

Nella seguente tabella sono stimati le aree di possibile interdizione alla navigazione durante la posa della condotta sottomarina.

**Tabella 9.16: Aree di Possibile Interdizione alla Navigazione, Posa della Condotta Sottomarina**

Area	Stima Area Interessata	Stima Durata Interdizione	Note
Approdo di Porto Botte	1.5 km <sup>2</sup>	Alcune settimane	La durata e l'estensione dell'area di interdizione possono variare in relazione alle modalità esecutive che saranno adottate
Rotta di posa (da -15 m fino alla massima profondità)	alcuni km <sup>2</sup>	1-3 gg (1 gg)	Presenza di linee di ormeggio (Assenza di linee di ormeggio)

L'impatto sui traffici marittimi può quindi essere considerato **trascurabile/di lieve entità** sui traffici marittimi. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale. Da segnalare l'attraversamento di una zona di ancoraggio.

#### 9.4.3.2 Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 9.17: Interferenze con Traffici Marittimi, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	alcune settimane alcuni giorni	Approdo di Porto Botte Rotta off-shore
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno interdette alla navigazione durante la posa della condotta.
Presenza aree critiche	No	Il punto di approdo è stato individuato a sufficiente distanza dalle infrastrutture portuali della zona.
Entità dell'impatto	Trascurabile/lieve	-
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Equipaggiare il mezzo di posa con sistema di posizionamento dinamico</li> <li>○ Limitare l'interessamento di zone di ancoraggio e corridoi di traffico marittimo</li> <li>○ Provvedere alla segnalazione e alla sorveglianza delle aree interessate dai lavori</li> </ul>		

#### 9.4.4 Interferenza con Attività di Pesca

Durante le attività di posa della condotta sottomarina le aree che saranno soggette a vincoli alla navigazione potranno essere oggetto anche di limitazioni alle attività di pesca.

Per quanto riguarda la fase di esercizio si ritiene la presenza della condotta compatibile con le attività di pesca, quantomeno nel tratto in cui sarà interrata. Non si può escludere la possibilità che, nel tratto in cui la condotta sarà semplicemente posata sul fondo, le competenti autorità possano invece provvedere alla limitazione di alcune tipologie di attività.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

### Interferenze al con le Attività di Pesca, Elementi Introduttivi

Parametro	Valore	
Attività di progetto	Realizzazione dell'approdo di Porto Botte, posa della condotta off-shore, presenza fisica della condotta	
Fattore casuale di impatto	Interdizione di aree alla pesca	
Impatto potenziale	Disturbi/limitazioni alle attività di pesca	
Componenti ambientali correlate	-	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Aree di pesca	
	Parametro Ambientale	Note
	Estensione delle aree di pesca	-

Le aree di possibile interferenza con le attività di pesca sono:

- le aree interessate dalle attività di cantiere (rotta off-shore e approdo di Porto Botte);
- i tratti in cui la condotta sottomarina sarà semplicemente posata sul fondale.

Nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 9.18: Interferenze con le Attività di Pesca, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	alcune settimane definitiva	Attività di cantiere Presenza fisica della condotta
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno interdette alla pesca
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	-	Il tracciato della condotta non interessa alcune aree in cui sono svolte attività di pesca.

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 9.19: Interferenze con le Attività di Pesca, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Le effettive aree di interdizione alla pesca saranno definite dalle competenti autorità.
Variabile ambientale	Si qualitativa	-

#### 9.4.4.1 Stima dell'Impatto

Per quanto riguarda le interferenze con le aree di pesca, in Figure 9.2 si riporta la carta di pesca per le aree interessate dal tracciato off-shore Porto Botte. In tale carta sono riportate, oltre ai principali tematismi rappresentati nella carta nautica, le presenze note di flora e fauna ittica, sia stanziale che di passo stagionale, le riserve biologiche e le zone proibite o soggette a prescrizioni particolari, nonché l'indicazione di relitti presenti nei fondali marini (per questi ultimi si veda quanto riportato ai Paragrafi 8.2.2 e 8.3.2). Per quanto concerne la fauna si sottolinea che le informazioni riportate nella carta di pesca sono passibili di variazioni per motivi stagionali, climatici e legati ai mutamenti degli habitat.

Lo specchio acqueo antistante l'approdo di Porto Botte (Golfo di Palmas) non è interessato da zone di pesca, sulla base delle informazioni riportate nella carta, ad esclusione di alcune aree concentrate in particolar modo lungo le coste Sud-occidentali dell'Isola di Sant'Antioco (si veda la Figura 9.2). In particolare le aree di pesca maggiormente prossime al tracciato sono costituite da:

- un'area caratterizzata da pesca al traino di superficie con evidenza del passaggio di Palamite a circa 1.5 km dalla costa sud-occidentale di Sant'Antioco nelle vicinanze di un punto di ancoraggio;
- una vasta zona pescosa a circa 5 km a Sud di Capo Sperone (estremità meridionale di Sant'Antioco) dove viene praticata pesca al traino di superficie;
- diverse aree di estensione limitata caratterizzate da pesca con bolentino di tracine, spigole e calamari intorno a Capo Sperone e all'Isola di Vacca.

Si segnala la presenza di una zona di ancoraggio attraversata direttamente dal tracciato della condotta sottomarina all'imboccatura del Golfo di Palmas.

In tali aree potrebbero verificarsi interferenze con le attività di pesca: per quanto riguarda le attività di cantiere, in considerazione della durata estremamente limitata delle eventuali interdizioni, si stima che l'entità dell'impatto sia **di lieve entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, si possono escludere interferenze con le attività di pesca nelle aree sottocosta, dove la condotta sarà interrata, mentre sono possibili in corrispondenza di fondali medio-alti, dove la condotta sarà semplicemente posata sul fondale. L'entità dell'impatto sarà definito dalla (eventuale) effettiva estensione delle aree sottoposte a limitazioni alla pesca e alla definizione di quali tipologie di pesca saranno soggette a restrizioni. In via preliminare l'entità dell'impatto può essere definita **lieve**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: reversibile, a scala locale.

#### 9.4.4.2 Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 9.20: Interferenze con le Attività di Pesca, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	alcune settimane definitiva	Attività di cantiere Presenza fisica della condotta
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno interdette alla pesca
Presenza aree critiche	si	Probabile presenza di relitto romano, area di ancoraggio
Entità dell'impatto	lieve	-
Misure di Mitigazione		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adeguata programmazione delle attività di cantiere</li> <li>○ Prevedere un interrimento della condotta sottomarina (profondità di posa, estensione del tratto interrato) compatibile con le attività di pesca</li> </ul>		

#### 9.4.5 Impatto sull'Occupazione dovuto alla Richiesta di Manodopera (Tratto Off-Shore e On-shore)

La realizzazione del progetto comporta una richiesta di manodopera essenzialmente ricollegabile a:

- attività di costruzione;
- attività di esercizio: è prevista la presenza di personale nel Terminale di Porto Botte (8 unità) e una richiesta di manodopera, comunque di entità contenuta o trascurabile, per le attività di monitoraggio, ispezione e manutenzione della linea.

Il personale addetto alle attività di costruzione, stimato sulla base di dati relativi a cantieri di opere simili per tipologia e dimensioni, è ipotizzabile in circa:

- 200 unità per le attività a mare;
- 20 unità per il cantiere di linea a terra;
- 30 unità per la realizzazione del Terminale di Porto Botte.

Si noti che un lieve incremento occupazionale, se confrontato con la popolazione residente nelle aree interessate dal progetto, evidenzia chiaramente che non sono prevedibili variazioni demografiche di alcun genere per effetto della realizzazione del progetto o comunque modifiche nella struttura della popolazione. Dato il tipo di qualifica e l'entità del personale richiesto, è prevedibile che la domanda di manodopera potrà essere sostanzialmente soddisfatta in ambito locale.

L'impatto di **segno positivo** sull'occupazione, connesso alla creazione di opportunità di lavoro sia in fase di realizzazione dell'opera sia in fase di esercizio del progetto, risulta quindi di **lieve entità** in conseguenza della durata limitata nel tempo in fase di cantiere, e della quantità esigua della richiesta in fase di esercizio.

#### **9.4.6 Impatto connesso alla Richiesta di Servizi per Soddisfacimento Necessità Personale Coinvolto**

La richiesta di manodopera dovuta alla realizzazione del progetto potrebbe interagire con la componente relativamente alla richiesta di servizi e di infrastrutture che potrebbe nascere per il soddisfacimento dei bisogni del personale coinvolto nelle attività di costruzione ed esercizio dell'impianto (scuole, servizi commerciali, abitazioni, ecc.).

Si ritiene che tale richiesta possa essere assorbita senza difficoltà dalle strutture già esistenti in considerazione del numero sostanzialmente contenuto di personale coinvolto e del fatto che l'impianto viene inserito in comunità che si ritengono in grado di soddisfare sufficientemente le esigenze dei suoi componenti. Si presume che la maggior parte della manodopera impiegata sarà locale, e quindi già inserita nella struttura sociale esistente, o darà vita ad un fenomeno di pendolarismo locale. L'impatto sulla variabile per l'aspetto esaminato viene, pertanto, ritenuto **trascurabile**.

## 10 RUMORE

La caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione al rumore (Paragrafo 10.1) è stata condotta al fine di definire le modifiche introdotte dalla realizzazione della sezione off-shore del metanodotto, verificarne la compatibilità con gli standards esistenti, con gli equilibri naturali e la salute pubblica da salvaguardare, e con lo svolgimento delle attività antropiche nelle aree interessate.

Gli impatti potenziali (Paragrafo 10.2) sulla componente sono riconducibili alla variazione della rumorosità ambientale in seguito all'emissione sonore da mezzi, macchinari, veicoli, impianti, prevalentemente in fase di cantiere.

Per quanto riguarda la valutazione degli impatti (Paragrafo 10.3), infine, le valutazioni condotte sono state sia di carattere qualitativo che quantitativo.

### 10.1 DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE

#### 10.1.1 Normativa Nazionale di Riferimento in Materia di Inquinamento Acustico

In Italia sono da alcuni anni operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno ed interno, i più significativi dei quali sono riassunti nel seguito:

- D.P.C.M. 1 Marzo 1991;
- Legge Quadro sul Rumore No. 447/95;
- Decreto 11 Dicembre 1996;
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997;
- D.Lgs 19 Agosto 2005, No. 194.

##### 10.1.1.1 D.P.C.M. 1 Marzo 1991

Il D.P.C.M. 1° Marzo 1991 "Limiti Massimi di Esposizione al Rumore negli Ambienti Abitativi e nell'Ambiente Esterno" si propone di stabilire "[...] limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore, in attesa dell'approvazione di una Legge Quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto".

I limiti ammissibili in ambiente esterno vengono stabiliti sulla base del piano di zonizzazione acustica redatto dai Comuni che, sulla base di indicatori di natura urbanistica (densità di popolazione, presenza di attività produttive, presenza di infrastrutture di trasporto) suddividono il proprio territorio in zone diversamente "sensibili". A queste zone, caratterizzate in termini descrittivi nella Tabella 1 del D.P.C.M., sono associati dei livelli limite di rumore diurno e notturno, espressi in termini di livello equivalente continuo misurato con curva di ponderazione A, corretto per tenere conto della eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali. Tale valore è definito livello di rumore

ambientale corretto, mentre il livello di fondo in assenza della specifica sorgente è detto livello di rumore residuo.

L'accettabilità del rumore si basa sul rispetto di due criteri: il criterio differenziale e quello assoluto.

#### *Criterio differenziale*

È riferito agli ambienti confinati, per il quale la differenza tra livello di rumore ambientale corretto e livello di rumore residuo non deve superare 5 dBA nel periodo diurno (ore 6:00-22:00) e 3 dBA nel periodo notturno (ore 22:00-6:00). Le misure si intendono effettuate all'interno del locale disturbato a finestre aperte.

#### *Criterio assoluto*

È riferito agli ambienti esterni, per i quali è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria, con modalità diverse a seconda che i comuni siano dotati di Piano Regolatore Comunale, non siano dotati di PRG o, infine, che abbiano già adottato la zonizzazione acustica comunale.

**Tabella 10.1: Rumore Ambientale, Criterio Assoluto**

Comuni con Piano Regolatore		
DESTINAZIONE TERRITORIALE	DIURNO	NOTTURNO
Territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A	65	55
Zona urbanistica B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70
Comuni senza Piano Regolatore		
FASCIA TERRITORIALE	DIURNO	NOTTURNO
Zona esclusivamente industriale	70	70
Tutto il resto del territorio	70	60
Comuni con zonizzazione acustica del territorio		
FASCIA TERRITORIALE	DIURNO	NOTTURNO
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

La descrizione dettagliata delle classi è riportata nella tabella seguente.

**Tabella 10.2: Classi per Zonizzazione Acustica del Territorio Comunale**

Classi per zonizzazione acustica del territorio comunale	
CLASSE I	aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali

<b>Classi per zonizzazione acustica del territorio comunale</b>	
CLASSE III	aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV	aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
CLASSE V	aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI	aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

#### 10.1.1.2 Legge Quadro 447/95

La Legge No. 447 del 26 Ottobre 1995 “Legge Quadro sul Rumore”, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale No. 254 del 30 Ottobre 1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

Un aspetto innovativo della legge Quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. Nell'Art. 4 si indica che i Comuni “procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'Art. 2, comma 1, lettera h”; vale a dire: si procede alla zonizzazione acustica per individuare i livelli di rumore “da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge”, valori determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo del giorno e della destinazione d'uso della zona da proteggere (Art. 2, comma 2).

La Legge stabilisce inoltre che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale fissando il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano di più di 5 dBA.

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale ed è il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore come da Legge Quadro.

#### *Funzioni pianificatorie*

I Comuni che presentano rilevante interesse paesaggistico o turistico hanno la facoltà di assumere valori limite di emissione ed immissione, nonché valori di attenzione e di qualità, inferiori a quelli stabiliti dalle disposizioni ministeriali, nel rispetto delle modalità e dei criteri stabiliti dalla legge regionale. Come già precedentemente citato deve essere svolta la revisione ai fini del coordinamento con la classificazione acustica operata degli strumenti urbanistici e degli strumenti di pianificazione del traffico.

### *Funzioni di programmazione*

Obbligo di adozione del piano di risanamento acustico nel rispetto delle procedure e degli eventuali criteri stabiliti dalle leggi regionali nei casi di superamento dei valori di attenzione o di contatto tra aree caratterizzate da livelli di rumorosità eccedenti i 5 dBA di livello equivalente continuo.

### *Funzioni di regolamentazione*

I Comuni sono tenuti ad adeguare i regolamenti locali di igiene e di polizia municipale con l'introduzione di norme contro l'inquinamento acustico, con specifico riferimento all'abbattimento delle emissioni di rumore derivanti dalla circolazione dei veicoli e dalle sorgenti fisse e all'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale/regionale per la tutela dall'impatto sonoro.

### *Funzioni autorizzatorie, ordinatorie e sanzionatorie*

In sede di istruttoria delle istanze di concessione edilizia relative a impianti e infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive o ricreative, per servizi commerciali polifunzionali, nonché all'atto del rilascio dei conseguenti provvedimenti abilitativi all'uso degli immobili e delle licenze o autorizzazioni all'esercizio delle attività, il Comune è tenuto alla verifica del rispetto della normativa per la tutela dell'inquinamento acustico considerando la zonizzazione acustica comunale.

I Comuni sono inoltre tenuti a richiedere e valutare la documentazione di impatto acustico relativamente all'elenco di opere indicate dalla Legge Quadro (aeroporti, strade, etc.) e predisporre o valutare la documentazione previsionale del clima acustico delle aree interessate dalla realizzazione di interventi ad elevata sensibilità (scuole, ospedali, etc.).

Compete infine ancora ai Comuni il rilascio delle autorizzazioni per lo svolgimento di attività temporanee, manifestazioni, spettacoli, l'emissione di ordinanze in relazione a esigenze eccezionali di tutela della salute pubblica e dell'ambiente, l'erogazione di sanzioni amministrative per violazione delle disposizioni dettate localmente in materia di tutela dall'inquinamento acustico.

### *Funzioni di controllo*

Ai Comuni compete il controllo del rumore generato dal traffico e dalle sorgenti fisse, dall'uso di macchine rumorose e da attività all'aperto, oltre il controllo di conformità alle vigenti disposizioni delle documentazioni di valutazione dell'impatto acustico e di previsione del clima acustico relativamente agli interventi per i quali ne è prescritta la presentazione.

#### 10.1.1.3 Decreto 11 Dicembre 1996

Il Decreto 11 Dicembre 1996, "*Applicazione del Criterio Differenziale per gli Impianti a Ciclo Produttivo Continuo*", prevede che gli impianti classificati a ciclo continuo, ubicati in zone diverse da quelle esclusivamente industriali o la cui attività dispiega i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali, siano soggetti alle disposizioni di cui all'Art. 2, comma 2, del Decreto del Presidente della Repubblica 1 Marzo 1991 (criterio differenziale) quando non siano rispettati i valori assoluti di immissione. Per ciclo produttivo continuo si intende (Art. 2):

- quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;

- quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione.

Per gli impianti a ciclo produttivo continuo, realizzati dopo l'entrata in vigore del Decreto 11 Dicembre 1996, il rispetto del criterio differenziale è condizione necessaria per il rilascio della relativa concessione.

Per gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti i piani di risanamento, redatti unitamente a quelli delle altre sorgenti in modo proporzionale al rispettivo contributo in termini di energia sonora, sono finalizzati anche al rispetto dei valori limite differenziali.

#### 10.1.1.4 D.P.C.M. 14 Novembre 1997

Il D.P.C.M. 14 Novembre 1997 “*Determinazione dei Valori Limite delle Sorgenti Sonore*” integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro No. 447 del 26 Ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione e di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991.

##### 10.1.1.4.1 Valori Limite di Emissione

I valori limite di emissione, intesi come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa, come da Art. 2, comma 1, lettera e) della Legge 26 Ottobre 1995 No. 447, sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili.

I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.

I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse, riportate nel seguito, si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti e sono quelli indicati nella Tabella B dello stesso decreto, fino all'emanazione della specifica norma UNI.

##### 10.1.1.4.2 Valori Limite di Immissione

I valori limite di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, sono quelli indicati nella Tabella C dello stesso decreto e corrispondono a quelli individuati nel D.P.C.M. 1 Marzo 1991.

Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'Art. 11, comma 1, legge 26 Ottobre 1995 No 447, i limiti suddetti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di dette fasce, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

#### 10.1.1.4.3 Valori Limite Differenziali di Immissione

I valori limite differenziali di immissione sono 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree in Classe VI. Tali disposizioni non si applicano:

- se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- se il rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali, professionali, da servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

#### 10.1.1.4.4 Valori di Attenzione

Sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata in curva A; la tabella seguente riporta i valori di attenzione riferiti ad un'ora ed ai tempi di riferimento. Per l'adozione dei piani di risanamento di cui all'Art. 7 della legge 26 Ottobre 1995, No. 447, è sufficiente il superamento di uno dei due valori suddetti, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

#### 10.1.1.4.5 Valori di qualità

I valori di qualità, intesi come i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro 447/95, sono indicati nella Tabella D del decreto.

Valori (dBA)	Tempi di Riferim. <sup>(1)</sup>	Classi di Destinazione d'Uso del Territorio					
		I	II	III	IV	V	VI
Valori limite di emissione (Art. 2)	Diurno	45	50	55	60	65	65
	Notturmo	35	40	45	50	55	65
Valori limite assoluti di immissione (Art. 3)	Diurno	50	55	60	65	70	70
	Notturmo	40	45	50	55	60	70
Valori limite differenziali di immissione <sup>(2)</sup> (Art. 4)	Diurno	5	5	5	5	5	-( <sup>3</sup> )
	Notturmo	3	3	3	3	3	-( <sup>3</sup> )
Valori di attenzione riferiti a 1 h (Art. 6)	Diurno	60	65	70	75	80	80
	Notturmo	45	50	55	60	65	75
Valori di attenzione relativi a tempi di riferimento (Art. 6)	Diurno	50	55	60	65	70	70
	Notturmo	40	45	50	55	60	70
Valori di qualità (Art. 7)	Diurno	47	52	57	62	67	70
	Notturmo	37	42	47	52	57	70

Note:

(1) Periodo diurno: ore 6:00-22:00

Periodo notturno: ore 22:00-06:00

- (2) I valori limite differenziali di immissione, misurati all'interno degli ambienti abitativi, non si applicano se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante quello notturno, oppure se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante quello notturno.
- (3) Non si applica.

#### 10.1.1.5 D.Lgs 19 Agosto 2005, No. 194

Il D.Lgs 19 Agosto 2005, No. 194, "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla Determinazione e alla Gestione del Rumore Ambientale", integra le indicazioni fornite dalla Legge 26 Ottobre 1995, No. 447, nonché la normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico adottata in attuazione della citata Legge No. 447.

Il presente Decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, definisce le competenze e le procedure per:

- l'elaborazione di mappe idonee a caratterizzare il rumore prodotto da una o più sorgenti in un'area urbana ("agglomerato"), in particolare:
  - una mappatura acustica che rappresenti i dati relativi ad una situazione di rumore esistente o prevista, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, nonché il numero di persone o di abitazioni esposte,
  - mappe acustiche strategiche, finalizzate alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona;
- l'elaborazione e l'adozione di piani di azione volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti nelle zone silenziose. I piani d'azione recepiscono e aggiornano i piani di contenimento e di abbattimento del rumore prodotto per lo svolgimento dei servizi pubblici di trasporto, i piani comunali di risanamento acustico ed i piani regionali triennali di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico adottati ai sensi della Legge 26 Ottobre 1995, No. 447.

Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati riguardano in particolar modo il rumore emesso da:

- traffico veicolare;
- traffico ferroviario;
- traffico aeroportuale;
- siti di attività industriali, compresi i porti.

In particolare il Decreto stabilisce la tempistica e le modalità con cui le autorità competenti (identificate dalla Regione o dalle Province autonome) devono trasmettere le mappe acustiche e i piani d'azione.

### 10.1.2 Caratteristiche del Sito

Il tratto costiero di Porto Botte, interessato dall'approdo della sezione off-shore di Sud-Ovest della condotta, è prevalentemente caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa, in cui sono presenti cordoni di dune non soggette ad erosione, in parte allo stato naturale, in parte antropizzate.

L'area risulta scarsamente antropizzata se si esclude la presenza della Salina di Sant'Antioco, la quale è costituita da un complesso di stagni lagunari costieri utilizzati da secoli come siti produttivi di estrazione di sale dal mare e all'interno di cui ricade lo Stagno di Porto Botte (si veda il Paragrafo 5.1.2.2), che rappresenta pertanto l'unico recettore acustico potenziale dell'area.

## 10.2 IMPATTI POTENZIALI

La realizzazione del progetto può interagire con la componente esclusivamente per l'impatto potenziale costituito dalle variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche connesse al traffico di mezzi e al funzionamento di macchinari di varia natura in fase di costruzione.

Per quanto riguarda l'esercizio del metanodotto si potranno avere modifiche del clima acustico, connesse alle emissioni sonore del Terminale di Porto Botte, esclusivamente nel caso in cui si rendesse necessaria una riduzione della pressione del gas. In condizioni normali tale operazione non è necessaria in quanto la potenza in mandata dalla Centrale di Compressione di Koudiet Drauche (Algeria) sarà opportunamente regolata, in modo da ottimizzare l'efficienza energetica del sistema.

## 10.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

### 10.3.1 Impatto sul Clima Acustico durante le Attività di Cantiere (Approdo e Tratto On-Shore)

In fase di cantiere la generazione di emissioni acustiche è imputabile al funzionamento di macchinari di varia natura quali scavatori a pale meccaniche, compressori, trattori, ecc. e al movimento dei mezzi pesanti quali autocarri per il trasporto di materiali, movimenti terra, ecc.. associati alla realizzazione di:

- l'approdo di Porto Botte;
- il breve tratto di metanodotto a terra;
- il Terminale di Porto Botte.

Nella seguente tabella sono riepilogati gli elementi utili per la successiva valutazione dell'impatto.

**Tabella 10.3: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Elementi Introduttivi**

Parametro	Valore
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere relative alla realizzazione di: approdo della condotta sottomarina, metanodotto a terra, Terminale di Porto Botte
Fattore casuale di impatto	Emissioni sonore da mezzi e macchinari terrestri
Impatto potenziale	Variazione del clima acustico
Componenti ambientali correlate	Salute pubblica, ecosistemi antropici, fauna

Parametro	Valore	
Variabile ambientale (parametro o indicatore)	Clima acustico	
	Parametro Ambientale	Note
	Livello di pressione sonora (L <sub>aeq</sub> )	-

Nella seguente tabella sono riportate alcune valutazioni preliminari in merito alle caratteristiche dell'impatto potenziale.

**Tabella 10.4: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Valutazione Preliminare dell'Impatto Potenziale**

Caratterist. Impatto	Stima preliminare	Note
Durata	Alcuni mesi	-
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno direttamente interessate dai lavori e a quelle poste entro qualche centinaio di metri da esse
Possibilità di Mitigazione	Si	-
Presenza aree critiche	No	Nell'area non sono presenti recettori sensibili quali scuole, ospedali, ecc..

Le valutazioni sopra riportate hanno consentito di definire la seguente metodologia per la stima dell'impatto potenziale, oggetto dei successivi paragrafi.

**Tabella 10.5: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Metodologia per la Stima dell'Impatto Potenziale**

Parametro	Modalità di Stima	Note
Fattore causale di impatto	Si quantitativa	Stima delle potenze acustiche sulla base di cantieri analoghi
Variabile ambientale	Si quantitativa	La rumorosità generata dalle attività di cantiere in corrispondenza dei recettori è stata calcolata con metodologia quantitativa semplificata (attenuazione per solo effetto della divergenza geometrica)

#### 10.3.1.1 Aspetti Metodologici

Le analisi di propagazione del rumore da cantiere sono state condotte schematizzando le sorgenti di emissione sonora (mezzi da costruzione) come puntiformi ed è stata assunta una legge di propagazione del rumore che tiene conto della sola attenuazione per effetto della divergenza (Harris, 1979):

$$L = L_{rif} - 20 \log \frac{r}{r_{rif}}$$

dove:

L = livello sonoro in decibel A a distanza r dalla sorgente puntiforme;

L<sub>rif</sub> = livello sonoro che caratterizza l'emissione della sorgente ad una distanza di riferimento r<sub>rif</sub> dalla sorgente puntiforme.

La somma algebrica di più contributi sonori in uno stesso punto è data dalla:

$$L = 10 \text{Log} \sum 10^{L_{ri}} / 10$$

I livelli di rumore emessi dai macchinari usati in costruzione dipendono dalla varietà tipologica e dimensionale delle attrezzature. La stima delle potenze sonore dei vari macchinari è stata effettuata sulla base del valore ammesso di potenza sonora LWA, con riferimento a quanto indicato dalla Direttiva 2000/14/CEE dell'8 Maggio 2000 “*sul Ravvicinamento degli Stati Membri concernente l'Emissione Acustica delle Macchine ed Attrezzature destinate a Funzionare all'Aperto*”.

#### 10.3.1.2 Stima dell'Impatto

L'analisi sulla componente Rumore è mirata a valutare, almeno a livello qualitativo, i possibili effetti che le attività di cantiere avranno sui livelli sonori dell'area prossima la cantiere.

Il rumore emesso nel corso dei lavori di costruzione ha carattere di indeterminatezza e incertezza, principalmente dovuto a:

- natura intermittente e temporanea dei lavori;
- uso di mezzi mobili dal percorso difficilmente definibile;
- piano di dettaglio dei lavori non ancora definito all'attuale livello di progettazione;
- mobilità del cantiere.

Sono state considerate tre diverse aree di cantiere:

- l'area di cantiere a terra per la realizzazione dell'approdo;
- il cantiere lungo il tracciato del metanodotto a terra;
- il cantiere per la realizzazione del Terminale di Porto Botte.

Si è ipotizzato che i mezzi siano localizzati:

- nel baricentro delle aree di cantiere relative all'approdo di Porto Botte e al Terminale;
- equamente distribuiti lungo il tracciato del metanodotto.

Si è poi considerato che l'emissione acustica sia caratterizzata da una sorgente puntuale (lineare nel caso del cantiere di linea), continua, avente livello di pressione sonora pari alla somma logaritmica dei livelli sonori dei singoli macchinari.

Nella tabella seguente sono presentati i valori Leq totali ad alcune distanze di interesse, calcolati con le ipotesi fatte e nell'ipotesi (cautelativa) che tutti i mezzi risultino utilizzati contemporaneamente.

**Tabella 10.6: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Stima delle Emissioni Sonore**

Cantiere	Leq a 50 m [dB(A)]	Leq a 100 m [dB(A)]	Leq a 200 m [dB(A)]
Approdo	69.4	63.4	57.4
Cantiere	Leq a 50 m [dB(A)]	Leq a 100 m [dB(A)]	Leq a 250 m [dB(A)]
Cantiere di Linea (metanodotto a terra)	70.1	64.0	56.1
Cantiere	Leq a 50 m [dB(A)]	Leq a 100 m [dB(A)]	Leq a 150 m [dB(A)]
Terminale di Porto Botte	74.6	68.5	65.0

Essendo il livello di pressione sonora virtualmente costante durante tutte le ore di lavorazione, è stato assunto uguale al livello equivalente diurno. Si ricorda che nel cantiere non sono previste lavorazioni notturne; le attività si svolgono nelle ore di luce dei giorni feriali.

Come già evidenziato, tali livelli costituiscono dei valori transitori associati alla fase di cantiere e rappresentano una stima ampiamente cautelativa, in quanto:

- non tengono conto dell'attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria e del terreno, della presenza di barriere artificiali ed alle riflessioni su suolo o terreno;
- sono calcolati assumendo la simultaneità dell'utilizzo di tutti i mezzi previsti all'interno dei vari cantieri.

L'impatto in esame, tenuto conto di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti, può quindi essere considerato **di lieve entità**. Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

#### 10.3.1.3 Sintesi dell'Impatto

Nella seguente tabella sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alla significatività dell'impatto potenziale e alle relative misure di mitigazione.

**Tabella 10.7: Impatto sul Clima Acustico in Fase di Cantiere, Sintesi dell'Impatto e Misure di Mitigazione**

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Durata	Alcuni mesi	-
Revers./Irrevers.	Completamente reversibile	-
Breve/Lungo termine	Breve termine	-
Scala spaziale	Locale	Limitata alle aree che saranno direttamente interessate dai lavori e a quelle poste entro qualche centinaio di metri da esse
Presenza aree critiche	No	Nell'area non sono presenti recettori sensibili quali scuole, ospedali, ecc..

Caratterist. Impatto	Stima	Note
Entità dell'impatto	Lieve entità	-
<b>Misure di Mitigazione</b>		
<p>Gli accorgimenti che si prevede di adottare per minimizzare l'impatto legato al rumore fanno essenzialmente riferimento alla fase di cantiere e consistono in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ sviluppo nelle ore diurne delle attività di costruzione</li> <li>○ localizzazione degli impianti in posizione defilata rispetto ai recettori</li> <li>○ mantenimento in buono stato dei macchinari potenzialmente rumorosi</li> </ul>		

### 10.3.2 Impatto sulla Rumorosità Ambientale delle Attività di Cantiere (Tratto Off-Shore)

Durante la realizzazione dell'approdo di Porto Botte la generazione di emissioni acustiche è imputabile al funzionamento dei macchinari di varia natura e al movimento dei mezzi navali per il trasporto di materiali, movimenti terra, approvvigionamento tubi, etc.

Durante la posa della condotta sottomarina la generazione del rumore è principalmente determinata dai mezzi navali impegnati nelle attività.

In considerazione del fatto che la rumorosità generata dalle operazioni è pertanto confrontabile con quella già attualmente presente, si stima che l'impatto sulla componente sia di lieve entità, limitato nel tempo e completamente reversibile.

Al fine di contenere quanto più possibile le emissioni sonore verrà garantita l'ottimale manutenzione dei motori delle imbarcazioni e di tutti i mezzi di cantiere; tutte le operazioni verranno condotte nel rispetto delle norme vigenti e della buona pratica.

### 10.3.3 Impatto sulla Rumorosità Ambientale per Emissioni Sonore dal Terminale di Porto Botte

In fase di esercizio le uniche possibili fonti di rumore del metanodotto sono localizzate nel Terminale di Porto Botte. Durante la normale operatività del Terminale non saranno in esercizio impianti o macchinari che possono generare significative emissioni sonore, in quanto saranno necessarie minime regolazioni alla pressione del gas.

Esclusivamente nel caso in cui si rendesse necessaria una significativa riduzione della pressione del gas sono quindi possibili variazioni alla rumorosità ambientale. Il verificarsi di tali situazioni riveste carattere di eccezionalità.

L'impatto sulla componente può quindi essere ritenuto **trascurabile**.

**RIFERIMENTI**

- Abellò P., Abella A., Adamidou A., Jukic-Peladic S., Maiorano P., Spedicato M. T. (2002) – Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapeneus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts, *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 125-141.
- Addis P., Comunian R., Piras A., Zara G. (1994) – Ritrovamenti di Cetacei Odontoceti e Mysticeti sulle coste sarde, *Biol. Mar. Medit.* 1 (1): 341-342.
- Arduzzone G.D., Corsi F., Agnesi S. (1999) – Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane Triennio 1994 1996, Ministero per le Politiche Agricole. Roma 1999.
- Beckers J. M., Nihoul J., Tintore J., Alvarez A. (1995) – Analysis of a robust simulation of the general circulation in the Western Mediterranean, *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, 34: 168.
- Belcari P., Cuccu D., Gonzalez M., Srairi A., Vidoris P. (2002) – Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 157-166.
- Brambati A., Ghirardelli E., Giaccone G., Orel G., Vio E. (1980) – Bionomia del Canale di San Pietro (Sardegna): ricerche sedimentologiche, idrologiche e rilievo aerofotogrammetrico in funzione della tipologia e della distribuzione delle comunità bentoniche, *Nova Thalassia*, vol. 4: 135-171.
- Brondi A., Frattarelli F. M., Paganelli D., Santino D. (2001) - Elementi fisici del territorio quali fattori di controllo della contaminabilità dell'ambiente marino, *Relazione tecnica ENEA*, pp. 148.
- Cannas A., Fadda D., Lenti G., Massidda P., Pinna D. (1994) – I danni provocati dai delfini alla piccola pesca in Sardegna (Italia), *Dati preliminari. Biol. Mar. Medit.* 1 (1): 291-292.
- Casu D., Milella I. (2003) – Polichetofauna di fondi molli delle isole settentrionali dell'Arcipelago di La Maddalena, *Biol. Mar. Medit.*, 10 (2): 525-528.
- Cau A., Carbonell A., Follesa M.C., Mannini A., Norrito G., Orsi-Relini L., Politou C. Y., Ragonese S., Rinelli P. (2002) – MEDITS-based information on the deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae), *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 103-124.
- Cau A., Sabatini M., Follesa M. C., Cuccu D. (1994) – Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Mari di Sardegna), *Atti Seminario sulla regolazione dello sforzo di pesca*, Roma 1992, *Biol. Mar. Medit.* 1 (2): 67-76.
- Cuccu D., Addis P., Lenza I., Stefani M., Campisi S. (1994) – Prime osservazioni sulla distribuzione di *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus 1758) (Bivalvia Mytilidae), lungo le coste sarde, *Biol. Mar. Medit.* 1 (1): 399-400.
- Fadda A. F. (1995) – Il paesaggio costiero in: Sardegna. Co.Edi. Sar. Ed., Cagliari.
- Follesa M.C., Cuccu D., Damele F., Murenu M., Sabatini A. (2002) – Indagini sulla selettività di reti da posta in un'area della Sardegna occidentale, *Biol. Mar. Medit.* 9 (1): 674-678.

**RIFERIMENTI**  
**(Continuazione)**

Furberg M., Steyn D.G., Baldi M., 2002, "The Climatology of sea breezes on Sardinia. International Journal of Climatology", 22: 907-932.

Istituto Idrografico della Marina, 1980, "*Il Vento e lo Stato del Mare lungo le Coste Italiane e dell'Adriatico*", Volume II.

Lecca E., Meloni M.F., Savarino R., Tidu C. (2000) – Impatto delle reti da posta fissa nel Golfo di Palmas (Sardegna sud-occidentale): dati preliminari, Biol. Mar. Medit. 7 (1): 813-816.

MATTM – Sidimar ,2007, "Servizio Difesa Mare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Si.Di.Mar.)" Web Site: [www.sidimar.ipzs.it/new2007](http://www.sidimar.ipzs.it/new2007)

Ministero dell'Ambiente – Servizio Difesa Mare, 2000, "*Qualità degli Ambienti Marini Costieri Italiani 1996-1999 – Valutazione Preliminare del Monitoraggio realizzato in Convenzione con le Regioni Costiere*", in collaborazione con ICRAM.

Ministero della Salute, 2005, "Qualità delle Acque di Balneazione, Sintesi dei Risultati della Stagione 2004".

Orsi Relini L., Papacostantinou C., Jkic-Peladic S., Souplet A., Gil De Sola L., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M. (2002) – Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus Rafinesque*, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl-surveys: some implications for management, Sci. Mar., 66 (Suppl. 2): 21-38.

Orsi-Relini L. (2000) – The Cetacean sanctuary in the Ligurian Sea: a further reason. Biol. Mar. Medit., 7 (3): 117-126.

Provincia di Cagliari 2002, "Piano Urbanistico Provinciale, Piano Territoriale di Coordinamento di Cagliari", approvato con Delibera del Consiglio Provinciale No. 133 del 19 Dicembre 2002.

Regione Autonoma della Sardegna, 2000, "Programma Operativo Regionale per il 2000-06", approvato con decisione della Commissione C (2000) 2359 del 8 Agosto 2000.

Regione Autonoma della Sardegna, 2006, Piano di Tutela delle Acque, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.

Regione Autonoma della Sardegna (2007), Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Direzione Generale dell'Ambiente, Servizio Atmosferico e del Suolo, Gestione Rifiuti e Bonifiche, 13 settembre 2007, "Relazione Annuale Sulla Qualità dell'Aria in Sardegna per l'Anno 2006".

Relini G. (2000) - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo, Biol. Mar. Medit., 13(1): 173-211.

Tserpes G., Fiorentino F., Levi D., Cau A., Murenu M., Zamboni A., Papacostantinou C. (2002) – Distribution of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: implications for management, Sci. Mar., 66 (Suppl. 2): 39-54.

**RIFERIMENTI  
(Continuazione)**

Tunesi L., Salvati E., Molinari A. (2003) – Il popolamento ittico dei fondali interessati dallo sversamento di carbone della M/V Eurobulker IV, Biol. Mar. Medit. 10 (2): 745-749.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1985, “Air Pollutant Emission Factors”, Vol. 1 AP-42.