



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

## **Milano, Italia**

---

**Gasdotto Algeria - Sardegna - Italia (GALSI)** Chiarimenti ed  
Integrazioni al SIA  
Sintesi non Tecnica

Volume F





# GALSI S.p.A. Milano, Italia

**Gasdotto Algeria - Sardegna - Italia (GALSI)** Chiarimenti ed  
Integrazioni al SIA  
Sintesi non Tecnica

Volume F

Preparato da	Firma	Data			
Claudio Mordini	<u>Claudio Mordini</u>	21 Dicembre 2009			
Verificato da	Firma	Data			
Claudio Mordini	<u>Claudio Mordini</u>	21 Dicembre 2009			
Paola Rentocchini	<u>Paola Rentocchini</u>	21 Dicembre 2009			
Approvato da	Firma	Data			
Roberto Carpaneto	<u>R.S.C.S.</u>	21 Dicembre 2009			
Rev.	Descrizione	Preparato da	Verificato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	CSM	CSM/PAR	RC	Dicembre 2009



**VOLUME F**
**INDICE**

	<u>Pagina</u>
<b>ELENCO DELLE TABELLE</b>	<b>IV</b>
<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>V</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 SCOPO DELL'OPERA</b>	<b>4</b>
<b>3 OPZIONE ZERO</b>	<b>7</b>
3.1 ATMOSFERA	7
3.2 SUOLO E SOTTOSUOLO	9
3.3 AMBIENTE IDRICO E MARINO	10
3.4 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	10
3.5 PAESAGGIO	10
3.6 RUMORE	10
3.7 ASPETTI SOCIO-ECONOMICI	11
3.8 SALUTE PUBBLICA	12
<b>4 CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO</b>	<b>13</b>
4.1 SEZIONE ALGERIA-SARDEGNA (PORTO BOTTE)	13
4.1.1 Sezione Sottomarina	13
4.1.2 Sezione On-Shore	13
4.1.3 Terminale di Arrivo di Porto Botte	13
4.2 SEZIONE TERRESTRE SARDEGNA	14
4.2.1 Metanodotto	14
4.2.2 Impianti di Linea	16
4.3 CENTRALE DI COMPRESSIONE DI OLBIA	19
4.4 SEZIONE SARDEGNA (OLBIA) – TOSCANA (PIOMBINO)	20
4.4.1 Sezione On-shore Olbia	20
4.4.2 Sezione Sottomarina Sardegna-Toscana	20
4.4.3 Sezione On-shore Piombino	21
4.4.4 Terminale di Arrivo di Piombino	21
<b>5 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO</b>	<b>23</b>
5.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE	23
5.1.1 Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna	23
5.1.2 Sezione Terrestre Sardegna	23
5.1.3 Impianti (Centrale di Compressione di Olbia, Terminale di Porto Botte, Terminale di Piombino, Impianti di Linea)	25
5.1.4 Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana	26
5.1.5 Sezione Terrestre Toscana	27
5.2 COLLAUDO IN OPERA DELLA CONDOTTA	27
5.3 RIPRISTINI AMBIENTALI E OPERE COMPLEMENTARI	27
5.4 OPERA ULTIMATA	27

**INDICE  
(CONTINUAZIONE)**

	<b><u>Pagina</u></b>
5.5 ESERCIZIO E MANUTENZIONE	28
5.5.1 Ispezione del Metanodotto	28
5.5.2 Manutenzione del Metanodotto	28
<b>6 ANALISI AMBIENTALE</b>	<b>30</b>
6.1 INTERAZIONI TRA IL PROGETTO E LE COMPONENTI AMBIENTALI	30
6.1.1 Atmosfera	30
6.1.2 Ambiente Marino	30
6.1.3 Ambiente Idrico	31
6.1.4 Suolo e Sottosuolo	31
6.1.5 Rumore e Vibrazioni	32
6.1.6 Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi	33
6.1.7 Aspetti Storico-Paesaggistici	33
6.1.8 Ecosistemi Antropici, Infrastrutture, Aspetti Socio-Economici, Salute Pubblica e Patrimoni Agroalimentare	34
6.2 ANALISI DELLE INTERAZIONI CON L'AMBIENTE PER TRATTI OMOGENEI	35
6.2.1 Tratto Off-1	37
6.2.2 Tratto I	37
6.2.3 Tratto II	38
6.2.4 Tratto III	38
6.2.5 Tratto IV	39
6.2.6 Tratto V	40
6.2.7 Tratto VI	40
6.2.8 Tratto Off-2	41
6.2.9 Tratto VII	42
6.3 SINTESI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI	42
<b>7 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E DI MITIGAZIONE AMBIENTALE</b>	<b>46</b>
7.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	46
7.2 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E MITIGAZIONE	47
7.2.1 Metanodotto Off-Shore	47
7.2.2 Metanodotto On-Shore	50
7.2.3 Impianti	52
7.3 RIPRISTINI (AREE A MARE)	53
7.3.1 Inquadramento Generale sulle Tecniche di Reimpianto	53
7.3.2 Tecniche di Reimpianto Previste da GALSI	54
7.4 RIPRISTINI (AREE A TERRA)	55
7.4.1 Opere Complementari e Ripristini Morfologici	55
7.4.2 Opere di Regimazione delle Acque Superficiali	55
7.4.3 Opere di Sostegno	56

**INDICE  
(CONTINUAZIONE)**

	<b><u>Pagina</u></b>
7.4.4 Ripristini Vegetazionali	57
7.4.5 Monitoraggio dei Ripristini	59
<b>8 CONCLUSIONI</b>	<b>60</b>
<b>RIFERIMENTI</b>	

**ELENCO DELLE TABELLE**

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 3.1: Consumi di Suolo, Progetto GALSI	9
Tabella 4.1: Percorrenza in Sequenza Progressiva Lungo la Direttrice di Progetto	15
Tabella 4.2: Lunghezza di Percorrenza nei Territori Comunali	16
Tabella 4.3: Ubicazione Impianti di Linea	17
Tabella 6.1: Atmosfera, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	30
Tabella 6.2: Ambiente Marino e Costiero, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	31
Tabella 6.3: Ambiente Idrico, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	31
Tabella 6.4: Suolo e Sottosuolo, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	32
Tabella 6.5: Rumore e Vibrazioni, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	32
Tabella 6.6: Fauna ed Ecosistemi, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	33
Tabella 6.7: Aspetti Storico-Paesaggistici, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	34
Tabella 6.8: Aspetti Socio-Economici, Infrastrutture e Patrimonio Agroforestale, Salute Pubblica, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	35
Tabella 6.9: Suddivisione del Territorio in Tratti Omogenei	35
Tabella 6.10: Tratto Off-1, Principali Azioni di Progetto	37
Tabella 6.11: Tratto Off-1, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	37
Tabella 6.12: Tratto I, Principali Azioni di Progetto	37
Tabella 6.13: Tratto I, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	38
Tabella 6.14: Tratto II, Principali Azioni di Progetto	38
Tabella 6.15: Tratto II, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	38
Tabella 6.16: Tratto III, Principali Azioni di Progetto	39
Tabella 6.17: Tratto III, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	39
Tabella 6.18: Tratto IV, Principali Azioni di Progetto	39
Tabella 6.19: Tratto IV, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	40
Tabella 6.20: Tratto V, Principali Azioni di Progetto	40
Tabella 6.21: Tratto V, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	40
Tabella 6.22: Tratto VI, Principali Azioni di Progetto	41
Tabella 6.23: Tratto VI, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	41
Tabella 6.24: Tratto Off-2, Principali Azioni di Progetto	41
Tabella 6.25: Tratto Off-2, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	42
Tabella 6.26: Tratto VII, Principali Azioni di Progetto	42
Tabella 6.27: Tratto VII, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali	42

## ELENCO DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 1.1: Articolazione del Progetto GALSI	2
Figura 2.1: Approvvigionamento di Gas Naturale, Sistema Attuale e Sistema Integrato Futuro	4
Figura 2.2: Copertura Domanda Gas EU 30, Stato Attuale e Proiezione al 2020	5
Figura 4.1: Terminale di Porto Botte, Modello Planovolumetrico	14
Figura 4.2: Impianti di Linea, Modello 3D	17
Figura 4.3: Centrale di Olbia, Modello 3D	19
Figura 4.4: Terminale di Arrivo, Modello Planovolumetrico	21
Figura 4.4: Schema della Pista di Lavoro	24
Figura 4.4: Centrale di Compressione di Olbia, Fotoinserimento	45
Figura 7.1: Centrale di Olbia, Studio di Inserimento Paesaggistico, Layout Edifici Principali	53
Figura 7.1: Esempio di Mezzo Sottomarino impiegato per il Reimpianto Automatizzato di Fanerogame, Ecosub I (Sito Web: Environmental Protection Authority of Western Australia, <a href="http://www.epa.wa.gov.au/">http://www.epa.wa.gov.au/</a> )	54



**RAPPORTO  
CHIARIMENTI ED INTEGRAZIONI AL SIA  
VOLUME F  
SINTESI NON TECNICA  
GASDOTTO ALGERIA - SARDEGNA – ITALIA (GALSI)**

## **1 INTRODUZIONE**

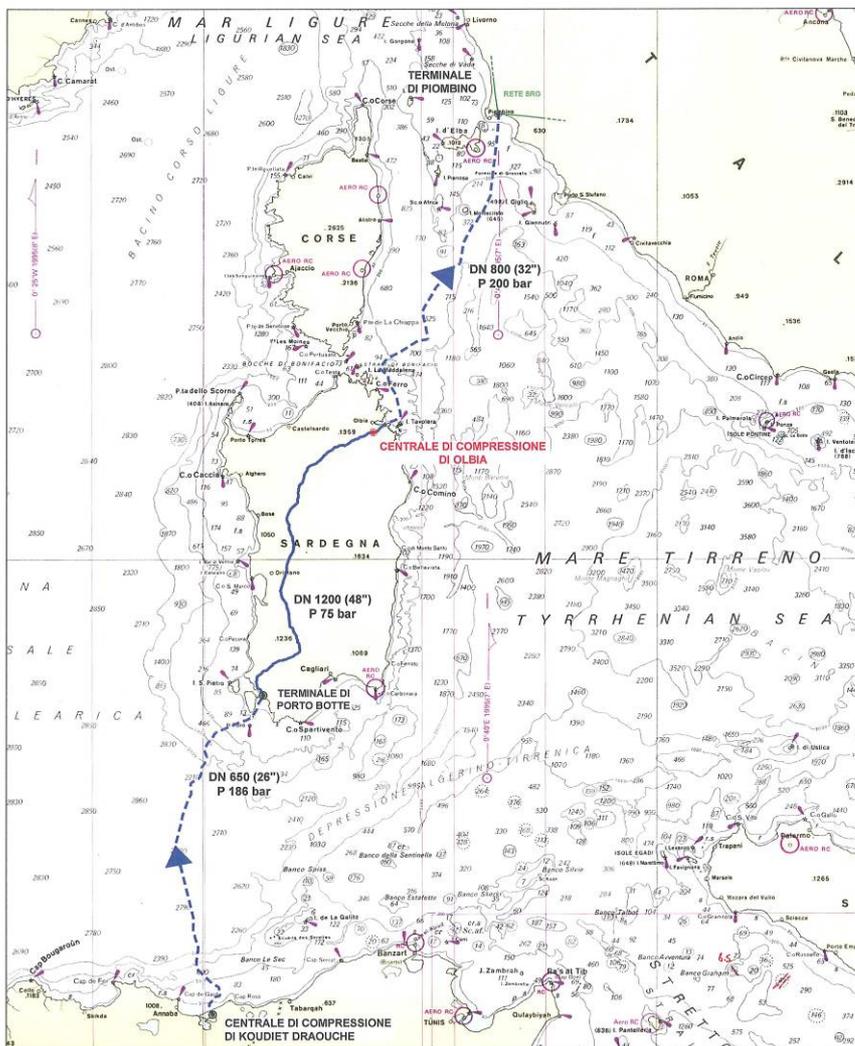
Galsi S.p.A. è una società costituita nel Febbraio 2003 per la progettazione e la realizzazione di un gasdotto destinato all'importazione di gas naturale dall'Algeria all'Italia attraverso la Sardegna (progetto GALSI).

Il progetto riveste un elevato valore strategico per lo sviluppo del sistema nazionale ed europeo di gas naturale in quanto assicurerà l'ottimizzazione delle fonti di approvvigionamento di gas supportando la crescita del mercato energetico europeo e darà il via al programma di metanizzazione della Regione Sardegna.

L'articolato e complesso sistema di trasporto che costituisce il progetto GALSI è costituito da (si veda la successiva Figura 1.1):

- la Centrale di Compressione e misura fiscale in Algeria (sito di Koudiet Drauche), che assicurerà la spinta per garantire il flusso del gas tra l'Algeria e la Sardegna;
- la sezione sottomarina ("off-shore") in acque molto profonde tra l'Algeria e la Sardegna, costituita da:
  - una condotta sottomarina con punti di approdo presso Koudiet Drauche (Algeria) e Porto Botte (Sardegna sud-occidentale 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 terrestre Porto Botte – Olbia di attraversamento dell'intera Sardegna, da Sud-Ovest a Nord-Est;
- la Centrale di Compressione di Olbia, che assicurerà la spinta per garantire il flusso del gas tra la Sardegna e la Toscana;
- la sezione off-shore tra la Sardegna e la Toscana costituita da:
  - un breve tratto di metanodotto a terra tra la Centrale di Olbia e l'approdo,
  - una condotta sottomarina con punti di approdo presso Olbia (Località "Le Saline ") e Piombino (Località "Torre del Sale");
- il Terminale di Arrivo di Piombino, ubicato in prossimità dell'approdo e presso il quale avverrà il collegamento con l'esistente Rete Nazionale dei Gasdotti, e la breve condotta terrestre dal punto di approdo al Terminale.

Nel corso del 2008 è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto. Successivamente, in base agli approfondimenti progettuali che sono stati condotti, si è reso necessario aggiornare e integrare l'intera documentazione consegnata agli enti coinvolti nell'iter autorizzativo del progetto.

**Figura 1.1: Articolazione del Progetto GALSI**


Il presente Volume F degli elaborati di chiarimento e integrazione del progetto GALSI costituisce la Sintesi non Tecnica degli elaborati di aggiornamento al SIA 2008 originariamente predisposto e consegnato agli Enti per l'avvio dell'iter autorizzativo.

Gli elaborati di approfondimento oggetto della presente sintesi sono i seguenti (aggiornamento SIA 2009):

- Volume A: aggiornamento del SIA – Tratto Sardegna;
- Volume B: aggiornamento del SIA – Tratto Sardegna, Tavole Tematiche;
- Volume C: aggiornamento del SIA – Centrale di Compressione di Olbia;
- Volume D: aggiornamento del SIA – Tratto Toscana.

Il presente documento è così strutturato:

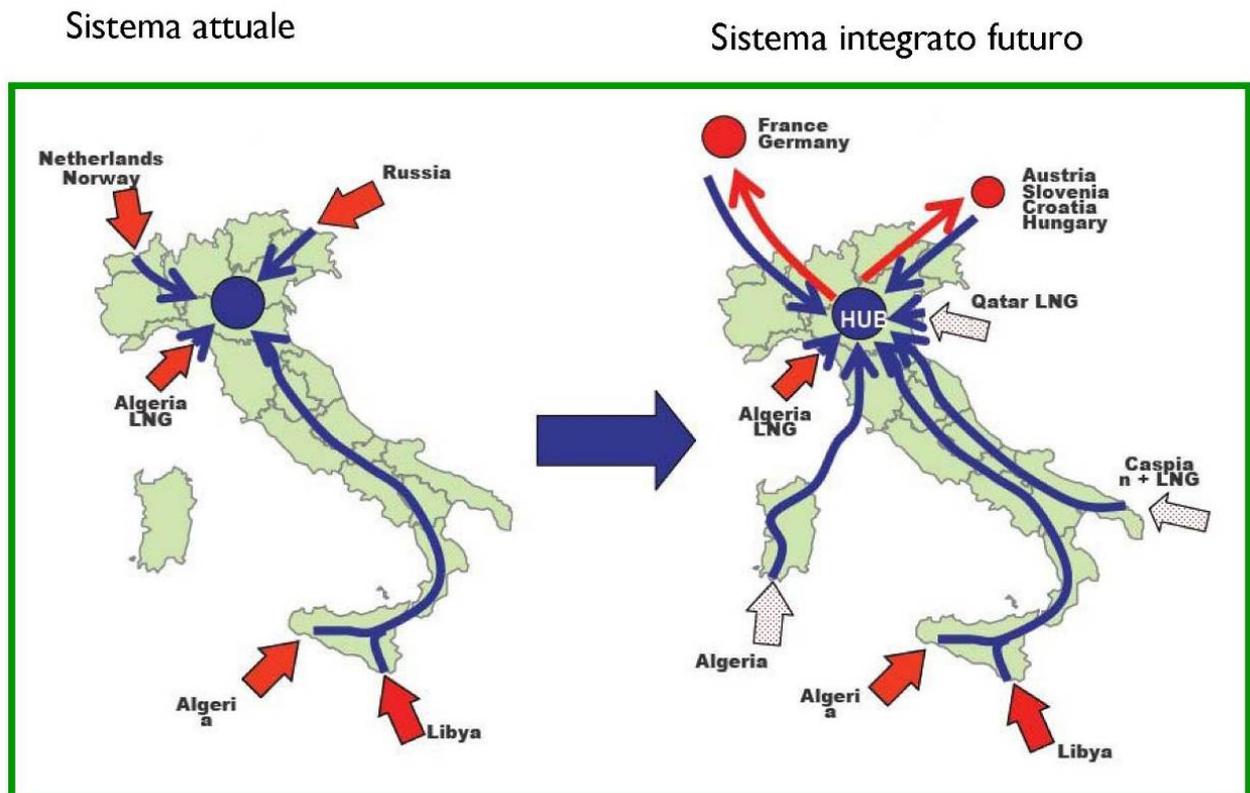
- scopo dell'opera (Capitolo 2);

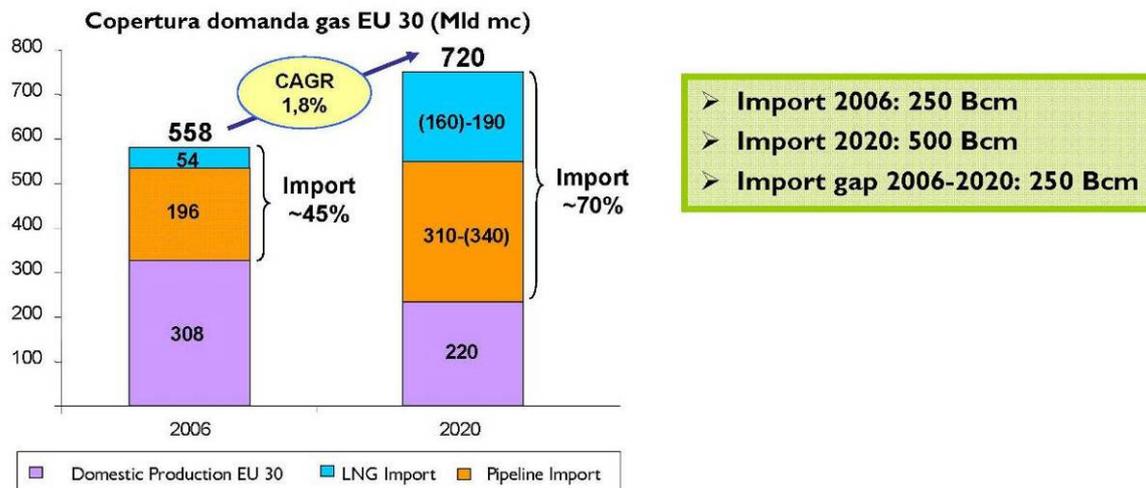
- opzione zero (Capitolo 3);
- descrizione del progetto (Capitolo 4);
- descrizione delle attività di costruzione, collaudo, ripristino ambientale ed esercizio (Capitolo 5);
- descrizione e valutazione delle interazioni con l'ambiente (Capitolo 6);
- descrizione degli interventi di ottimizzazione e mitigazione ambientale (Capitolo 7);
- valutazioni conclusive (Capitolo 8).

## 2 SCOPO DELL'OPERA

La domanda crescente di gas naturale in Italia ed in Europa a fronte di una produzione in continua diminuzione richiede sempre più urgentemente il potenziamento dei canali di importazione. Il progetto Galsi rappresenta una risposta concreta al fabbisogno energetico ed alla sicurezza di approvvigionamento di gas naturale per l'Italia e l'Europa.

**Figura 2.1: Approvvigionamento di Gas Naturale, Sistema Attuale e Sistema Integrato Futuro**



**Figura 2.2: Copertura Domanda Gas EU 30, Stato Attuale e Proiezione al 2020**


Fonti: BP, ENI, Edison

La strategicità del progetto Galsi si può riassumere nei seguenti punti:

- migliorerà la **sicurezza di approvvigionamento** del gas garantendo il transito di ulteriori 8 mld m<sup>3</sup>/a di gas naturale algerino verso il mercato italiano ed europeo;
- soddisferà la **domanda crescente** di gas naturale nell'Unione Europea;
- sarà una rotta alternativa a **costi competitivi** che approda al baricentro della domanda italiana;
- permetterà la **metanizzazione della Sardegna** attualmente non fornita dalla rete nazionale e favorirà una conseguente spinta economica;
- favorirà una vera **concorrenza** sul mercato italiano;
- contribuirà positivamente al raggiungimento degli obiettivi del **protocollo di Kyoto** per la salvaguardia dell'ambiente.

Per quanto riguarda la metanizzazione della Sardegna, tale regione dipende per il 23% dal carbone, per il 2.3% da fonti energetiche rinnovabili e per il restante 74.7% dal petrolio per la mancanza di infrastrutture di collegamento con i Paesi produttori di gas naturale.

La domanda potenziale di gas in Sardegna si attesta attorno ai 1- 1.5 mld m<sup>3</sup>/a. Con queste premesse risulta strategico, ai fini della sicurezza delle forniture così come per il costo dell'energia, alimentare la Sardegna con gas naturale. In questo modo Galsi consentirà:

- disponibilità di gas naturale per le utenze domestiche, industriali e di generazione elettrica attraverso ulteriori sviluppi della rete di distribuzione;
- ricadute positive sulle attività delle realtà imprenditoriali locali nella fase di costruzione e gestione del gasdotto e delle reti;

- una partecipazione della Regione ad un'infrastruttura strategica per l'approvvigionamento di gas naturale in Europa.

Galsi rientra tra i progetti prioritari proposti dalla Comunità Europea ed è esplicitamente citata dalla Legge 12 Dicembre 2003, No. 273 (Art. 27) quale nuova infrastruttura per l'approvvigionamento di gas naturale dai paesi esteri.

Il 14 Novembre 2007 ad Alghero (SS) è stato firmato l'accordo intergovernativo tra i governi di Italia e Algeria, preceduto dalla firma del MoU (Memorandum of Understanding) con Snam Rete Gas per la costruzione del tratto di tracciato in territorio sardo e dall'intesa Sonatrach e Regione Sardegna.

Inoltre, il progresso scientifico e tecnologico rendono possibile la realizzazione di progetti all'avanguardia, consentendo la posa di condutture per il trasporto del gas anche a profondità molto elevate sui fondali marini: Galsi, con i suoi 2,800 m nel tratto off-shore tra l'Algeria e l'Italia, sarà il gasdotto più profondo al mondo.

### 3 OPZIONE ZERO

L'analisi dell'evoluzione dei sistemi antropici e ambientali in assenza della realizzazione del progetto GALSI (ossia la cosiddetta opzione zero) è analizzata nel presente Capitolo, con riferimento alle componenti ambientali considerate nel SIA.

Alla base di tale valutazione è la considerazione che, in relazione alla necessità strategica nazionale ed europea di incrementare e diversificare l'approvvigionamento del gas naturale, nuove infrastrutture di importazione devono comunque essere realizzate, siano esse Terminali GNL o metanodotti. In base a queste necessità il progetto Galsi rientra tra i progetti prioritari proposti dalla Comunità Europea (2003, 2004), è stato incluso dalla UE tra i 5 assi prioritari per lo sviluppo della rete Transeuropea dell'Energia ed è esplicitamente citato dalla L 273/02 quale nuova infrastruttura per l'approvvigionamento di gas naturale dai paesi esteri.

Diversamente, ossia mancata realizzazione di qualsiasi progetto alternativo di importazione del gas naturale, le ricadute negative in termini di mancato incremento e diversificazione degli approvvigionamenti di gas naturale, sarebbero di tale entità e importanza (a scala nazionale ed europea) da annullare immediatamente qualsiasi beneficio associato alla mancata realizzazione del progetto (beneficio inteso come mancato impatto sulle componenti ambientali).

#### 3.1 ATMOSFERA

L'esercizio della nuova infrastruttura è caratterizzata dall'emissione di minime quantità di inquinanti in atmosfera (Centrale di Olbia). Qualsiasi nuova infrastruttura di importazione determina la necessità di realizzare nuove Centrali di Compressione o, quantomeno, di potenziare quelle esistenti.

Il numero e la potenza di tali Centrali è determinato dalla distanza del nuovo punto di ingresso nella Rete Nazionale dai centri di consumo. In relazione alle iniziative in essere sul territorio italiano giova evidenziare che il progetto GALSI prevede il trasporto del gas alla regione Toscana mediante la realizzazione di una sola Centrale di Compressione.

In linea più generale, inoltre, la realizzazione del progetto favorirebbe il miglioramento del sistema di approvvigionamento del gas naturale e la maggior diffusione dell'utilizzo di una fonte energetica meno inquinante rispetto agli altri combustibili fossili. Il gas naturale, infatti, per le sue caratteristiche chimico-fisiche e per la sua possibilità di essere impiegato in apparecchiature e tecnologie ad alto rendimento, offre un contributo importante alla riduzione delle emissioni inquinanti e al miglioramento della qualità dell'aria.

Nel seguito del paragrafo è riportata una valutazione specifica relativa ai vantaggi/svantaggi emissivi dell'utilizzo del gas naturale rispetto all'utilizzo di altri combustibili fossili, con particolare riferimento a:

- le emissioni di gas serra;
- le emissioni di altri inquinanti.

Per quanto riguarda le **emissioni di gas – serra**, a parità di energia utilizzata, si sottolinea che la CO<sub>2</sub> prodotta dalla combustione di gas naturale è:

- il 25 – 30% in meno rispetto ai prodotti petroliferi;

- il 40 – 50% in meno rispetto al carbone.

La riduzione delle emissioni per unità di energia prodotta è ulteriormente accentuata dalla possibilità di utilizzare il gas naturale in applicazioni e tecnologie ad alto rendimento quali caldaie a condensazione, impianti di cogenerazione e cicli combinati per la produzione di energia elettrica: un ciclo combinato a gas con rendimenti del 56 – 58% consente infatti di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> di (Snam Rete Gas, 2009):

- - 52% rispetto ad un impianto tradizionale alimentato ad olio combustibile;
- - 62% rispetto ad un impianto alimentato a carbone.

Anche analizzando le emissioni complessive di gas serra nell'intero ciclo di vita dei combustibili, comprendente la produzione, il trasporto e la combustione nelle centrali termoelettriche, si rileva una minore emissione da utilizzo di gas naturale: secondo studi della Stazione Sperimentale per i Combustibili (SSC), impiegando le migliori tecniche disponibili per la produzione di energia le emissioni complessive di gas serra ammonterebbero (APAT, documento non datato):

- gas naturale: a circa 670 gCO<sub>2, eq</sub>/kWh (caso peggiore: importazione dalla Russia con percentuale di CO<sub>2</sub> pari a 20% nel gas di giacimento);
- carbone: a circa 780 gCO<sub>2, eq</sub>/kWh (caso migliore: carbone da giacimenti superficiali).

Si evidenzia inoltre che:

- l'utilizzo di gas naturale in Italia al posto del carbone e dei prodotti petroliferi nelle centrali termoelettriche, negli impianti industriali, negli usi civili e nell'autotrazione ha permesso di evitare, nell'anno 2007 l'emissione in atmosfera di circa 116 milioni t di CO<sub>2</sub> (Snam Rete Gas, 2009). Inoltre, secondo dati EPA, l'utilizzo di veicoli a gas rispetto a quello di mezzi a benzina o diesel comporterebbe una riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> del 25 % (Natural Gas, 2009);
- secondo uno studio del Politecnico di Milano, l'integrale sostituzione del parco impianti di produzione termoelettrica 2003 con cicli combinati a gas naturale avrebbe portato, a pari produzione elettrica, ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> da 98 Mton/anno a 20 Mton/anno (Politecnico di Milano, 2004).

Relativamente alle **emissioni di inquinanti**, la combustione di gas naturale comporta rilasci in atmosfera di entità trascurabile per quanto riguarda composti solforati, polveri, idrocarburi aromatici e composti metallici nocivi. Anche le emissioni di ossidi di azoto sono generalmente inferiori rispetto a quelle prodotte dall'utilizzo degli altri combustibili fossili; carbone ed oli combustibili sono composti da molecole molto più complesse rispetto al gas naturale (composto principalmente da metano), con contenuti più alti di C, N e S: la loro combustione, pertanto, comporta il rilascio di maggiori emissioni pericolose in atmosfera (emissioni di C, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>), oltre ad un più elevato rilascio di polveri (Natural Gas, 2009).

- Con riferimento all'utilizzo di gas naturale nel settore trasporti, si evidenzia come possa determinare una significativa riduzione dell'inquinamento da traffico veicolare: secondo dati EPA, rispetto ai veicoli a benzina/diesel i mezzi alimentati a gas naturale comportano le seguenti riduzioni di emissioni (Natural Gas, 2009):
- dal 90 al 97% di CO;
- dal 35 al 60% di NO<sub>x</sub>.

Inoltre, in considerazione della meno complessa composizione del gas naturale rispetto a quella dei tradizionali carburanti si verificano emissioni tossiche e cancerogene in minor entità e sostanzialmente nessuna emissione di particolato.

Complessivamente Snam Rete Gas (2009) ha stimato che l'utilizzo di gas naturale in Italia al posto del carbone e dei prodotti petroliferi nelle centrali termoelettriche, negli impianti industriali, negli usi civili e nell'autotrazione ha permesso di evitare nell'anno 2007 l'emissione in atmosfera di circa:

- 727,000 t di ossidi di zolfo;
- 123,000 t di ossidi di azoto;
- 51,000 t di polveri.

In conclusione, la mancata realizzazione del progetto GALSI, a livello generale:

- non favorisce la maggior diffusione dell'utilizzo di una fonte energetica meno inquinante rispetto alle fonti tradizionali;
- non contribuisce alla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera associata all'utilizzo di gas naturale in luogo di combustibili fossili nel settore industriale, civile e nell'autotrazione.

### 3.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Gli impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono sostanzialmente associati alla realizzazione della Centrale di Compressione di Olbia, ai Terminali di Porto Botte e Piombino e agli Impianti di Linea.

Nella seguente tabella sono evidenziati i consumi di suolo complessivamente previsti in fase di esercizio.

**Tabella 3.1: Consumi di Suolo, Progetto GALSI**

Occupazione di Suolo (area impianto)	Superficie
Terminale di Arrivo di Porto Botte	56,000 m <sup>2</sup>
Stazione Scraper Trap	14,600 m <sup>2</sup>
PIDI e PIL (No. 36)	27,241 m <sup>2</sup>
Centrale di Olbia	190,000 m <sup>2</sup>
Terminale di Arrivo di Piombino	29,300 m <sup>2</sup>
<b>TOTALE</b>	<b>317,141 m<sup>2</sup></b>

Analoghi (o maggiori) consumi di suolo sono associati alla realizzazione di nuove infrastrutture. Peraltro si evidenzia che generalmente gli impianti sono localizzati in aree agricole; il consumo di suolo associato alla realizzazione del progetto, pertanto, non è, per tipologia di tale consumo, rilevante.

Si evidenzia invece che non si può parlare di perdita di uso del suolo lungo la linea, in quanto il vincolo imposto nella fascia di asservimento non pregiudica l'utilizzo agricolo del terreno.

### **3.3 AMBIENTE IDRICO E MARINO**

In fase di esercizio non sono prevedibili impatti significativi su tali componenti. Le interferenze con le Praterie di Posidonia saranno gestite attraverso metodologie costruttive, monitoraggi e interventi di ripristino tali da ridurre al minimo possibile l'impatto su tale ecosistema e tendere ad una evoluzione della componente il più possibile prossima a quella relativa a condizioni indisturbate (a tale proposito giova evidenziare il fatto che le praterie di posidonia mostrano segnali evidenti di sofferenza in relazione alle attività antropiche che già attualmente caratterizzano le aree di approdo. Non è da escludere che, in assenza di interventi che pongano termine alle azioni di disturbo in atto, quali pesca a strascico, ancoraggi, scarichi, ecc., l'evoluzione naturale dell'ecosistema conduca ad un suo progressivo ulteriore indebolimento e frammentazione).

L'analisi dell'opzione zero deve comunque confrontarsi con analoghe tipologie di impatto nel caso di realizzazione di metanodotti sottomarini. Nel caso di realizzazione di Terminali GNL sono da aggiungersi gli impatti associati alla presenza di opere di prese e scarico di ingenti quantitativi di acqua di mare, scaricata in mare ad una temperatura inferiore di alcuni gradi rispetto a quella di prelievo e con presenza, generalmente, di cloro.

### **3.4 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI**

La natura degli impatti sulla componente sono sostanzialmente analoghi alle componenti precedenti, alle cui considerazioni conclusive si rimanda.

### **3.5 PAESAGGIO**

Per quanto riguarda la componente paesaggio la mancata realizzazione del progetto GALSI:

- elimina gli impatti associati alla realizzazione dei nuovi impianti, essenzialmente riconducibili alla Centrale di Olbia;
- non esclude la possibilità che altri impianti siano comunque realizzati, anche maggiormente impattanti per dimensioni e localizzazione prossima al mare (Terminali GNL);
- non esclude la possibilità che altri insediamenti industriali siano comunque realizzati nell'area di prevista realizzazione della Centrale, essendo comunque un sito già utilizzato per infrastrutture di servizio alla comunità (vecchio Aeroporto di Olbia).

### **3.6 RUMORE**

L'esercizio del GALSI determina un impatto acustico estremamente contenuto. Si evidenzia che insediamenti industriali di altro genere ma anche insediamenti terziario sono caratterizzati da un impatto sulla componente, ad esempio in relazione ai volumi di traffico, superiore a quello previsto per la Centrale.

Restano naturalmente valide le considerazioni relative al fatto che la mancata realizzazione del progetto determina, in ogni caso, la necessità di realizzare nuove infrastrutture di importazione.

### 3.7 ASPETTI SOCIO-ECONOMICI

La realizzazione del metanodotto GALSI avrebbe notevoli impatti positivi sia a scala locale che a scala nazionale ed europea.

Per quanto riguarda **gli aspetti più generali associati alla realizzazione di una nuova struttura per l'importazione di gas naturale in Italia**, si può evidenziare che la realizzazione del progetto:

- contribuirebbe in maniera positiva al processo di liberalizzazione del mercato energetico, con conseguenti favorevoli ripercussioni sugli utenti finali, anche in termini di potenziale riduzione delle tariffe per effetto dei meccanismi di concorrenza;
- favorirebbe la diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetiche, a tutto vantaggio della disponibilità dei prezzi e della garanzia della fornitura di gas;
- garantirebbe una maggiore sicurezza di approvvigionamento, sempre più importante in una situazione di domanda mondiale crescente e in un futuro caratterizzato da forti incertezze per l'approvvigionamento. Per sicurezza energetica dei paesi consumatori si intende un approvvigionamento di risorse stabile, abbondante e relativamente a buon mercato. L'incertezza legata alle forniture può inoltre assumere una valenza politica nel momento in cui vi sia un uso delle risorse energetiche come arma di pressione politica.

La mancata realizzazione del progetto GALSI, pur in un panorama nazionale in cui sono presenti numerose iniziative relative a nuove infrastrutture di importazione di gas naturale (metanodotti e Terminali GNL), avrebbe un impatto negativo sugli aspetti sopra elencati in quanto le iniziative presenti sul territorio italiano presentano comunque notevolissime incertezze in merito alla loro effettiva realizzazione.

Tali incertezze sono legate sia ad aspetti autorizzativi sia alla reale capacità di approvvigionamento del gas naturale, che dipende dalla disponibilità attuale di contratti di acquisto, che sono in corso di ampliamento ma che rimangono controllati da un numero limitato di paesi. Pertanto, rimangono irrisolte alcune incertezze sulla reale capacità operativa che potrà essere installata in Italia.

La disponibilità del gas naturale che caratterizza GALSI, attraverso l'azionista di maggioranza rappresentato dall'algerina Sonatrach, conferisce alla realizzazione del progetto un valore strategico importante nello scenario di concorrenza che si delinea nel settore della produzione e distribuzione del gas naturale.

Per quanto riguarda **gli aspetti socioeconomici di natura locale** è opportuno evidenziare le positive ricadute socio-economiche sul territorio della Regione Sardegna: la realizzazione del progetto consente infatti di fornire un contributo economico importante alle performance del sistema regionale, sia per la manodopera impiegata durante le attività di costruzione sia per la maggiore competitività delle imprese grazie alla disponibilità del gas naturale.

In caso di mancata realizzazione del Terminale, pertanto è ragionevole ipotizzare che:

- si avrebbe, quantomeno, un consistente ritardo nel raggiungimento dei benefici più generali associati alla realizzazione di una nuova struttura per l'importazione di gas naturale in Italia, in considerazione delle notevolissime incertezze che caratterizzano tutte le altre iniziative del settore;
- si perderebbero gran parte delle positive ricadute economiche sul territorio regionale della Sardegna.

### **3.8 SALUTE PUBBLICA**

In fase di esercizio del metanodotto gli unici impatti sulla salute pubblica sono associati allo stato di qualità dell'aria e alle emissioni sonore (Centrale di Olbia). Si rimanda alla considerazioni riportate nei paragrafi precedenti per le valutazioni relative all'analisi dell'evoluzione della componente salute pubblica in assenza di tale infrastruttura.

## **4 CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO**

### **4.1 SEZIONE ALGERIA-SARDEGNA (PORTO BOTTE)**

#### **4.1.1 Sezione Sottomarina**

La condotta sottomarina Algeria-Sardegna collegherà l'Algeria (Approdo di Koudiet Draouche) con la Sardegna (Approdo di Porto Botte).

Il sistema è progettato per una singola direzione di flusso, dall'Algeria alla Sardegna.

Dall'approdo di Koudiet Draouche il tracciato si allontana perpendicolarmente dalla costa per alcuni km, per poi deviare in direzione Nord-Est, e successivamente Nord-NordEst, fino a circa il venticinquesimo kilometro.

Da qui il tracciato assume una direzione Nord-Ovest-Ovest per una ventina di km, lungo i quali la profondità comincia a crescere rapidamente fino ad arrivare a -2,823 m (il massimo raggiunto per tutto il tratto Algeria-Sardegna), per assestarsi su tale profondità per i 125 km successivi, dove comincia a risalire.

Dopo aver deviato il suo percorso verso Nord-NordEst dal km 140 al km 225 circa, il tracciato assume una direzione Nord-Est-Est fino all'approdo in Sardegna di Porto Botte.

#### **4.1.2 Sezione On-Shore**

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

#### **4.1.3 Terminale di Arrivo di Porto Botte**

Il Terminale di Arrivo sarà ubicato nell'area dedicata sita nel Comune di S. Giovanni Suergiu, in prossimità delle saline di S. Antioco.

Il Terminale riceverà il gas dalla condotta di mandata da Koudiet Draouche e, dopo aver controllato e regolato la sua pressione ed averlo misurato fiscalmente, indirizzerà il gas nel metanodotto on-shore in direzione Olbia, attraversando tutta la Regione Sardegna.

Il terminale sarà costituito essenzialmente da un sistema di misura del gas ed un sistema di controllo e regolazione della pressione.

Sono previsti inoltre i seguenti edifici principali:

- edificio principale del Terminale;
- edificio elettrico e di controllo del metanodotto;
- edificio di misura fiscale.

E' prevista una rete stradale interna per collegare l'accesso al terminale con i fabbricati e le aree impianti. Vi saranno camminamenti pavimentati per accedere alle zone di manutenzione ed alle aree di manovra del terminale.

**Figura 4.1: Terminale di Porto Botte, Modello Planovolumetrico**



Il Terminale di Arrivo di Porto Botte si estenderà su di un'area di circa 56,000 m<sup>2</sup>, suddivisibili nelle seguenti aree:

- area impianti;
- area fabbricati;
- strade, pavimentazioni ed aree verdi.

## **4.2 SEZIONE TERRESTRE SARDEGNA**

### **4.2.1 Metanodotto**

Il tracciato on-shore avrà una lunghezza di circa 268 km e attraverserà la Regione Sardegna da Sud-Ovest a Nord-Est interessando le Province di Carbonia-Iglesias, Cagliari, Medio Campidano, Oristano, Nuoro, Sassari ed Olbia-Tempio. L'opera sarà costituita da una tubazione del diametro di DN 1200 (48"), completamente interrata.

L'arrivo del gasdotto in Sardegna, proveniente dall'Algeria, è previsto nel Golfo di Palmas presso le Saline di S. Antioco (Comune di S. Giovanni Suergiu, in provincia di Carbonia-Iglesias) in prossimità della località di Porto Botte, mentre l'uscita è prevista in prossimità del Comune di Olbia, presso la Località Saline.

Nelle tabelle seguenti si riportano le percorrenze relative ai singoli territori comunali attraversati dal tracciato di progetto.

**Tabella 4.1: Percorrenza in Sequenza Progressiva Lungo la Direttrice di Progetto**

No.	Provincia	Comune	da km	a km	Percorrenza (km)
1	Carbonia-Iglesias	San Giovanni Suergiu	0+000	11+460	11+460
2		Carbonia	11+460	29+425	17+965
3		Iglesias	29+425	30+115	0+690
4		Villamassargia	30+115	35+385	5+270
5		Domusnovas	35+385	37+745	2+360
6		Musei	37+745	41+815	4+070
7	Cagliari	Siliqua	41+815	48+585	6+770
8		Vallermosa	48+585	54+890	6+305
9		Villasor	54+890	59+315	4+425
10	Medio Campidano	Serramanna	59+315	61+570	2+255
11		Villacidro	61+570	71+690	10+120
12		San Gavino Monreale	71+690	82+480	10+790
13		Sardara	82+480	83+285	0+805
14		Pabillonis	83+285	85+905	2+620
13		Sardara	85+905	86+105	0+200
15	Oristano	Mogoro	86+105	93+320	7+215
16		Uras	93+320	100+220	6+900
17		Marrubiu	100+220	108+995	8+775
18		Santa Giusta	108+995	111+325	2+330
19		Palmas Arborea	111+325	115+120	3+795
20		Oristano	115+120	117+945	2+825
21		Simaxis	117+945	123+430	5+485
22		Ollastra	123+430	125+920	2+490
23		Zerfaliu	125+920	129+740	3+820
24		Villanova Truschedu	129+740	131+475	1+735
23		Zerfaliu	131+475	132+165	0+690
25		Paulilatino	132+165	143+090	10+925
26		Abbasanta	143+090	150+695	7+605
27	Norbello	150+695	152+590	1+895	
28	Nuoro	Borore	152+590	155+015	2+425
29		Macomer	155+015	163+015	8+000
28		Sindia	163+015	164+085	1+070
29		Macomer	164+085	164+255	0+170
30		Sindia	164+255	166+120	1+865
29		Macomer	166+120	172+860	6+740
31	Sassari	Bonorva	172+860	178+715	5+855
32		Macomer	178+715	180+890	2+175
33		Bonorva	180+890	189+970	9+080
34		Torralba	189+970	192+065	2+095
35		Mores	219+430	233+475	14+045
36		Ozieri	233+475	247+285	13+810
37	Olbia-Tempio	Oschiri	247+285	261+005	13+720
36		Berchidda	261+005	262+430	1+425
37		Monti	262+430	268+030	5+600
38		Loiri porto San Paolo	219+430	233+475	14+045
39		Olbia	233+475	247+285	13+810

**Tabella 4.2: Lunghezza di Percorrenza nei Territori Comunali**

No.	Provincia	Comune	da km	a km	km parz.	km tot.	
1	Carbonia-Iglesias	San Giovanni Suergiu	0+000	11+60	11+460	11+460	
2		Carbonia	11+460	29+425	17+965	17+965	
3		Iglesias	29+425	30+115	0+690	0+690	
4		Villamassargia	30+115	35+385	5+270	5+270	
5		Domusnovas	35+385	37+745	2+360	2+360	
6		Musei	37+745	41+815	4+070	4+070	
7	Cagliari	Siliqua	41+815	48+585	6+770	6+770	
8		Vallermosa	48+585	54+890	6+305	6+305	
9		Villasor	54+890	59+315	4+425	4+42	
10	Medio Campidano	Serramanna	59+315	61+570	2+255	2+25	
11		Villacidro	61+570	71+690	10+120	10+12	
12		San Gavino Monreale	71+690	82+480	10+790	10+790	
13		Sardara		82+480	83+285	0+805	1+005
				85+905	86+105	0+200	
14		Pabillonis	83+285	85+905	2+620	2+620	
15	Mogoro	86+105	93+320	7+215	7+215		
16	Oristano	Uras	93+320	100+220	6+900	6+900	
17		Marrubiu	100+220	108+995	8+775	8+775	
18		Santa Giusta	108+995	111+325	2+330	2+330	
19		Palmas Arborea	111+325	115+120	3+795	3+795	
20		Oristano	115+120	117+945	2+825	2+825	
21		Simaxis	117+945	123+430	5+485	5+485	
22		Ollastra	123+430	125+920	2+490	2+490	
23		Zerfaliu		125+920	129+740	3+820	4+510
				131+475	132+165	0+690	
24		Villanova Truschedu	129+740	131+475	1+735	1+735	
25		Paulilatino	132+165	143+090	10+925	10+925	
26		Abbasanta	143+090	150+695	7+605	7+605	
27	Norbello	150+695	152+590	1+895	1+895		
28	Nuoro	Borore	152+590	155+015	2+425	2+425	
29		Macomer		155+015	163+015	8+000	17+085
				164+085	164+255	0+170	
				166+120	172+860	6+740	
				178+715	180+890	2+175	
30		Sindia		163+015	164+085	1+070	2+935
			164+255	166+120	1+865		
31	Sassari	Bonorva	172+860	178+715	5+855	14+935	
			180+890	189+970	9+080		
32		Torralba	189+970	192+065	2+095	2+095	
33		Mores	192+065	206+380	14+315	14+315	
34	Ozieri	206+380	219+430	13+050	13+050		
35	Olbia-Tempio	Oschiri	219+430	233+475	14+045	14+045	
36		Berchidda	233+475	247+285	13+810	13+810	
37		Monti	247+285	261+005	13+720	13+720	
38		Loiri porto San Paolo	261+005	262+430	1+425	1+425	
39		Olbia	262+430	268+030	5+600	5+600	

#### 4.2.2 Impianti di Linea

Gli impianti di linea comprendono i punti di intercettazione di linea ed una stazione intermedia di lancio e ricevimento pig.

Per l'opera in progetto è prevista l'installazione di Punti di Intercettazione e di Derivazione Importante (PIDI) che, oltre a sezionare la condotta hanno la funzione di consentire sia l'interconnessione con altre condotte sia l'alimentazione di condotte derivate dalla linea principale.

I punti di intercettazione sono costituiti da tubazioni interrato, ad esclusione della tubazione di scarico del gas in atmosfera (attivata, eccezionalmente, per operazioni di manutenzione straordinaria e per la prima messa in sicurezza della condotta) e della sua opera di sostegno. Gli impianti comprendono inoltre valvole di intercettazione interrato, apparecchiature per la protezione elettrica della condotta ed un fabbricato in muratura per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo.



**Figura 4.2: Impianti di Linea, Modello 3D**

La stazione intermedia di lancio e ricevimento pig permette il lancio ed il ricevimento degli scovoli, comunemente chiamati PIG.

L'ubicazione degli impianti (i PIDI sono indicati con il codice PL con numerazione progressiva) e le informazioni ad essi relativi sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 4.3: Ubicazione Impianti di Linea**

Progressiva (km)	Provincia	Comune	Impianto
12+940	Carbonia-Iglesias	Carbonia	PL-02
19+705			PL-03
20+435			PL-04
30+820		Villamassargia	PL-05

Progressiva (km)	Provincia	Comune	Impianto
32+700			PL-06
34+065			PL-07
35+470			Domusnovas
47+215	Cagliari	Siliqua	PL-09
59+280		Villasor	PL-10
69+645	Medio-Campidano	Villacidro	PL-11
71+350			PL-12
82+380		San Gavino Monreale	PL-13
84+240		Pabillonis	PL-14
96+840		Uras	PL-15
108+100	Oristano	Marrubiu	PL-16
121+660		Simaxis	PL-17
133+275		Paulilatino	PL-18
139+740			PL-19
140+590			PL-20
153+700	Nuoro	Borore	PL-21
164+185		Macomer	PL-22
164+700		Sindia	PL-23
173+710	Sassari	Bonorva	PL-24
183+350			PL-25
191+880		Torralba	PL-26
193+425		Mores	PL-27
205+700			PL-28
207+455		Ozieri	PL-29
221+125		Olbia- Tempio	Oschiri
234+360	Berchidda		PL-31
245+000			PL-32
246+575			PL-33
253+305	Monti		PL-34
254+820			PL-35
258+330	Olbia- Tempio		Monti
259+930		PL-37	

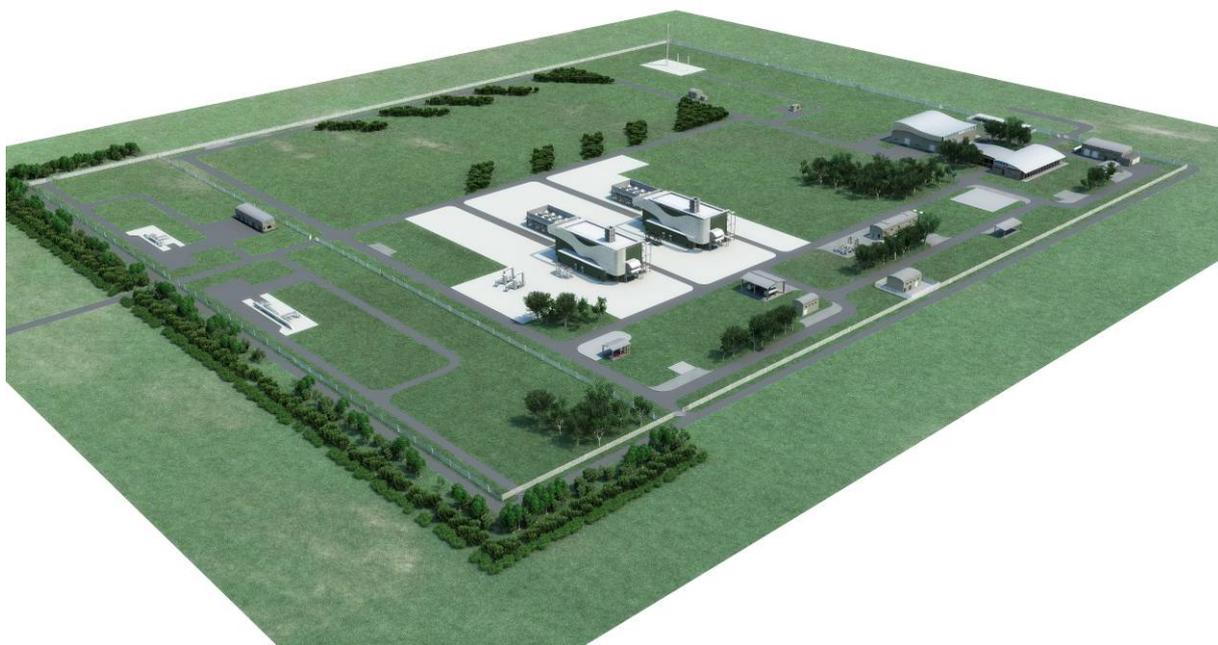
### 4.3 CENTRALE DI COMPRESSIONE DI OLBIA

La Centrale si estenderà su di un'area di circa 190,000 m<sup>2</sup> e sarà collegata in aspirazione ad una condotta a terra DN 1200 (48") proveniente da Porto Botte, ed in mandata alla condotta DN 800 (32") in direzione di Piombino.

La Centrale sarà essenzialmente costituita da:

- due unità di compressione con una potenza massima assorbita di 17.5 MW cadauna (di cui una in marcia ed una di riserva), azionate da due turbine a gas della potenza termica di 72 MW<sub>t</sub> ciascuna (di cui una in marcia ed una di riserva);
- un sistema di filtrazione gas;
- le tubazioni di centrale;
- un sistema di sfiato per la centrale e per le unità di compressione;
- il sistema gas combustibile;
- un aerorefrigerante per raffreddare il gas in uscita per ogni treno di compressione.

**Figura 4.3: Centrale di Olbia, Modello 3D**



La Centrale sarà dotata di un sistema per il controllo, la regolazione, la protezione e la supervisione della centrale stessa. Al sistema di controllo di centrale sono connessi quelli di controllo di ciascuna unità di compressione, installata all'interno di cabinati insonorizzati per assicurarne la protezione dagli agenti atmosferici e ridurre il rumore.

Sono previsti inoltre i seguenti edifici principali:

- edificio uffici, controllo e manutenzione;
- sottostazione elettrica, contenente il generatore d'emergenza;
- edificio principale dell'area di arrivo e partenza della linea;
- edifici minori (edificio servizi, edificio recupero gas ed edificio misura fiscale).

È prevista una rete stradale interna per collegare l'accesso alla centrale con i fabbricati e le aree impianti. Vi saranno camminamenti pavimentati per accedere alle zone di manutenzione ed alle aree di manovra della Centrale.

## **4.4 SEZIONE SARDEGNA (OLBIA) – TOSCANA (PIOMBINO)**

### **4.4.1 Sezione On-shore Olbia**

Il tracciato del metanodotto, nel tratto compreso tra la Centrale di Compressione e l'approdo costiero in Località "Le Saline", si estende per una lunghezza complessiva di circa 8.5 km con direzione prevalente Nord-Est.

In particolare il tracciato si allontana dalla Centrale di Compressione in direzione Est per circa 270 m; in tale tratto attraversa la SP Via Venafiorita e la SS No. 131 dir. Successivamente il tracciato devia verso Nord-Nord-Est e prosegue lungo questa direzione per circa 450 m. Circa 100 m prima dell'attraversamento con la Strada Statale 125, il metanodotto svolta poi verso Nord-Est continuando lungo questa direttrice per circa 1.5 km fino all'approdo costiero in Località "Le Saline".

Lungo il suo percorso il metanodotto interessa prevalentemente aree pianeggianti ad uso agricolo, incontrando poi in corrispondenza dell'approdo zone umide costiere di retrospiaggia e spiagge sabbiose. È prevista la realizzazione di un punto di intercettazione di linea.

### **4.4.2 Sezione Sottomarina Sardegna-Toscana**

La condotta sottomarina Sardegna-Toscana collegherà la Sardegna (Approdo di Olbia) con la Toscana (Approdo di Piombino).

Il sistema è progettato per una singola direzione di flusso, dalla Sardegna alla Toscana.

Dall'approdo di Olbia il tracciato si allontana perpendicolarmente dalla costa per alcuni km, per poi deviare leggermente in direzione Nord-Nord-Ovest; in questo tratto il fondale decresce abbastanza rapidamente, raggiungendo i -90 m di profondità in 25 km di tracciato, per assestarsi su tale valore fino all'incirca al km 65 presso l'Arcipelago della Maddalena. Superato tale arcipelago, il tracciato assume una direzione Nord-Est per circa 35 km, lungo il quale viene raggiunta la massima profondità dell'intero tracciato (875 m circa), per poi assumere una direzione Nord-Nord-Ovest per un breve tratto di circa 20 km.

Successivamente il tracciato mantiene, per i circa 155 km restanti, un andamento Nord-Nord-Est, passando tra l'Isola di Montecristo e l'Isola del Giglio (distanza di circa 70 km dall'approdo) per poi dirigersi verso Nord nel Golfo di Follonica mantenendosi ad una distanza di oltre 15 km dalle coste dell'Isola d'Elba. Lo spiaggiamento di Piombino è situato lungo la costa settentrionale del Golfo di Follonica, tra Torre del Sale e Torre Mozza.

#### 4.4.3 Sezione On-shore Piombino

Il tracciato della condotta ha una lunghezza di circa 3 km. Esso si sviluppa interamente nel Comune di Piombino (Provincia di Livorno) su aree pianeggianti di bonifica costiera. L'area è coltivata a seminativo.

#### 4.4.4 Terminale di Arrivo di Piombino

Il Terminale di Arrivo sarà ubicato nell'area dedicata sita nel Comune di Piombino; tale area è stata individuata come ottimale in quanto adiacente alla stazione esistente, di proprietà SRG, a cui verrà convogliato il gas, dal lato Sud, opposto alla zona del metanodotto esistente Torrenieri-Piombino ed alla relativa fascia inedificabile. Il Terminale riceverà il gas dalla condotta di mandata da Olbia che, dopo aver controllato e regolato la sua pressione, convoglierà il gas alla stazione adiacente, che sarà poi indirizzato nella rete nazionale dei Gasdotti.

Il terminale sarà costituito essenzialmente da un sistema di controllo e di regolazione della pressione e da un sistema di misura non fiscale del gas. È previsto un solo edificio, contenente la sala controllo e la sala elettrica insieme ad una sala per il generatore elettrico di emergenza.

E' prevista una rete stradale interna per collegare l'accesso al Terminale con il fabbricato e le aree impianti. Vi saranno camminamenti pavimentati per accedere alle zone di manutenzione ed alle aree di manovra del Terminale.



**Figura 4.4: Terminale di Arrivo, Modello Planovolumetrico**

Il Terminale di Arrivo di Piombino si estenderà su di un'area di circa 29,300 m<sup>2</sup>, suddivisibili nelle seguenti aree:

- area impianti;
- area fabbricati;
- strade e pavimentazioni.

## **5 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO**

### **5.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE**

#### **5.1.1 Condotta Sottomarina Algeria-Sardegna**

La realizzazione della condotta, considerata la diversa natura delle aree attraversate, si articola su tre fasi principali distinte secondo le tecniche di intervento differenti:

- posa della condotta sottomarina in acque profonde attraverso l'utilizzo di nave posa-tubi a posizionamento dinamico (nei tratti in alti fondali fra Algeria e Sardegna la condotta sarà solo posata sul fondo);
- posa della condotta sottomarina in prossimità della costa attraverso l'utilizzo di nave posa-tubi tradizionale con posizionamento ad ancore (profondità comprese fra 6 e 50 m) e successivo interrimento della condotta attraverso mezzi sottomarini post-trenching fino alla batimetrica di 57 m;
- realizzazione dello shore-approach della condotta in corrispondenza di Porto Botte.

Per la realizzazione dello shore-approach è prevista l'esecuzione delle seguenti attività:

- preparazione dell'area di cantiere e scavo della trincea;
- operazioni di tiro e posa della condotta;
- ricoprimento della trincea e ripristino delle aree.

#### **5.1.2 Sezione Terrestre Sardegna**

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le attività di costruzione della condotta si svolgeranno come indicato nel seguito, facendo riferimento alle principali fasi di lavoro:

- mobilitazione cantiere;
- trasporto tubi;
- apertura pista;
- sfilamento tubi;
- scavo linea;
- saldatura;
- posa condotta;
- rinterri;
- collaudo condotta;

- ripristini.

#### 5.1.2.1 Attività di Preparazione dell'Area

Per l'installazione del cantiere saranno realizzate delle apposite "infrastrutture provvisorie" costituite essenzialmente dalle piazzole per lo stoccaggio dei materiali.

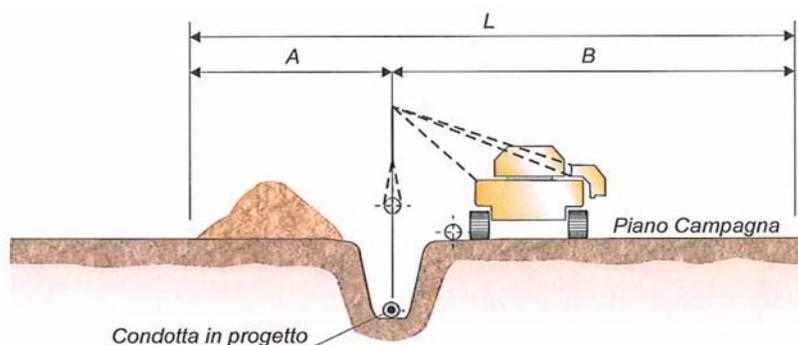
Le piazzole saranno realizzate quanto più possibile in prossimità delle strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle tubazioni e contigue alla fascia di lavoro; saranno inoltre realizzate, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole.

#### 5.1.2.2 Apertura dell'Area di Passaggio

Le operazioni di scavo della trincea e di montaggio della condotta richiederanno l'apertura di una pista di lavoro, denominata "area di passaggio". Questa pista dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

Tale pista è rappresentata da una fascia di terreno che si estende lungo l'asse della condotta da realizzare, idonea a consentire le seguenti attività:

- scavo della trincea;
- deposito del terreno di risulta dello scavo da utilizzare per il successivo rinterro della condotta;
- sfilamento ed assiemaggio dei tubi;
- transito e stazionamento dei mezzi necessari al montaggio della condotta ed alla posa della stessa nello scavo;
- transito dei mezzi di soccorso, di trasporto del personale, dei materiali e dei rifornimenti.



**Figura 5.1: Schema della Pista di Lavoro**

#### 5.1.2.3 Preparazione e Posa della Condotta

Completata la fase di apertura della pista si procederà allo sfilamento ed alla saldatura dei tubi e delle curve. Durante l'operazione di assiemaggio i tubi verranno posizionati lungo la pista e predisposti testa a testa per la successiva saldatura. I tubi e le curve necessarie alle deviazioni del tracciato saranno uniti mediante saldatura ad arco voltaico; le saldature saranno controllate mediante radiografia ed ultrasuoni.

Terminata tale fase verrà effettuato lo scavo con l'impiego di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori in terreni sciolti, martelloni in roccia). La profondità di scavo sarà tale da garantire una copertura minima di 1.5 m.

Il materiale di risulta sarà depositato a lato dello scavo, mentre sul fondo dello scavo, che accoglierà la condotta saldata, verrà predisposto un letto di posa utilizzando terreni fini sciolti.

Effettuata la posa della tubazione già predisposta a bordo scavo, si procederà alle operazioni di copertura della trincea utilizzando il terreno precedentemente scavato, che verrà opportunamente compattato. Sarà da prevedere, se necessario, l'impiego di palancole, armature e pompe (well point) per assicurare gli scavi delle buche laddove vengano impiegate trivelle.

#### 5.1.2.4 Realizzazione degli Attraversamenti

Gli attraversamenti di corsi d'acqua e delle infrastrutture vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea.

Le metodologie realizzative previste sono diverse, la scelta del sistema dipende da diversi fattori, quali: profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc. In sintesi possono essere così suddivise:

- attraversamenti privi di tubo di protezione;
- attraversamenti con messa in opera di tubo di protezione;
- attraversamenti per mezzo di tecnologie trenchless.

Gli attraversamenti privi di tubo di protezione sono realizzati, di norma, per mezzo di scavo a cielo aperto. La seconda tipologia di attraversamento può essere realizzata per mezzo di scavo a cielo aperto o con l'impiego di apposite attrezzature spingitubo (trivelle).

I mezzi utilizzati sono scelti in relazione all'importanza dell'attraversamento stesso. Le macchine operatrici fondamentali (trattori posatubi ed escavatori) sono sempre presenti ed a volte coadiuvate da mezzi particolari, quali spingitubo, trivelle, ecc.

#### **5.1.3 Impianti (Centrale di Compressione di Olbia, Terminale di Porto Botte, Terminale di Piombino, Impianti di Linea)**

La realizzazione degli impianti fuori terra comporterà, in linea generale, lo sviluppo delle seguenti attività:

- apertura/allestimento cantiere;
- preparazione dell'area;

- realizzazione opere civili;
- montaggi;
- commissioning;
- messa a punto dell'impianto;
- esercizio.

Le principali fasi di cantiere necessarie per la realizzazione degli Impianti sono:

- pulizia e preparazione del sito;
- posa in opera di manufatti interrati, quali tubazioni, pozzetti e chiusini;
- preparazione dei piani di fondazione delle strade e dei piazzali interni all'area dell'impianto;
- realizzazione delle opere di fondazione profonde e/o superficiali;
- realizzazione delle opere civili in elevazione, quali getti di travi e solai, murature e pavimentazioni;
- montaggio dei componenti dell'impianto;
- rivestimenti e coibentazioni;
- finitura di manufatti e componenti;
- formazione di fondo e manto stradale;
- sistemazione a verde.

Alcune di tali attività sono previste solo per gli impianti principali (Centrale di Compressione, Terminali).

#### **5.1.4 Condotta Sottomarina Sardegna-Toscana**

La realizzazione della condotta si articola su diverse fasi principali distinte secondo le tecniche di intervento differenti:

- realizzazione dello shore-approach di Olbia mediante tecnica microtunnel per un tratto a terra pari a circa 240 m e pari a circa 190 m a mare, al fine di evitare ogni interazione con le aree umide di Olbia;
- posa della condotta sottomarina in prossimità della costa attraverso l'utilizzo di nave posa-tubi tradizionale con posizionamento ad ancore (profondità comprese fra 6 e 50 m) e successivo interrimento della condotta attraverso mezzi sottomarini post-trenching per tutto il tratto fino alla batimetrica di circa 50 m;
- posa della condotta sottomarina in acque profonde attraverso l'utilizzo di nave posa-tubi a posizionamento dinamico. Nel tratto compreso tra le profondità di 50 e 85 m la condotta verrà interrata con tecniche post-trenching. Oltre la progressiva KP 25+000, nei tratti in alti fondali fra Sardegna e Toscana, la condotta sarà solo posata sul fondo;

- posa della condotta sottomarina in prossimità della costa toscana attraverso l'utilizzo di nave posa-tubi tradizionale con posizionamento ad ancore (profondità comprese fra 6 e 50 m) e successivo interrimento della condotta attraverso mezzi sottomarini post-trenching fino alla batimetrica di 44 m;
- realizzazione dello shore-approach della condotta in corrispondenza di Piombino (condotta in trincea con palancoato fino alla batimetrica di 2 m). In particolare, è prevista l'esecuzione delle seguenti attività:
  - preparazione dell'area di cantiere e scavo della trincea,
  - operazioni di tiro e posa della condotta (si prevede un tiro da mare con puleggia di rinvio installata sulla spiaggia e ancorata mediante un sistema di pali/palancole),
  - ricoprimento della trincea e ripristino delle aree.

#### **5.1.5 Sezione Terrestre Toscana**

Le attività di costruzione della condotta si svolgeranno in modo del tutto analogo a quanto previsto per la sezione terrestre in Regione Sardegna.

## **5.2 COLLAUDO IN OPERA DELLA CONDOTTA**

Prima dell'entrata in esercizio, l'intero metanodotto sarà sottoposto a prova di collaudo per valutarne la tenuta. La prova della condotta a mare verrà effettuata in accordo alle modalità indicate dalla norma DNV OS F101, mentre la parte a terra in accordo al Decreto Ministeriale 17 Aprile 2008.

## **5.3 RIPRISTINI AMBIENTALI E OPERE COMPLEMENTARI**

Le attività di ripristino ambientale costituiscono l'ultima fase della realizzazione di un metanodotto.

Le opere di ripristino hanno lo scopo di riportare le aree interessate dai lavori (pista di lavoro, aree di cantiere) allo stato originario, pertanto saranno progettate e realizzate per ricostruire le condizioni naturali esistenti prima degli interventi. Mediante la realizzazione delle attività di ripristino ambientale gli effetti derivanti dalla costruzione del metanodotto saranno attenuati nell'immediato, con tendenza ad annullarsi completamente nel tempo.

In effetti, in ogni fase di costruzione della condotta, a partire dalla definizione del tracciato ottimale, vengono adottate tutte le precauzioni per contenere e minimizzare gli impatti sui sistemi naturali attraversati.

I ripristini saranno in particolare finalizzati alla necessità primaria di ricostituire gli equilibri naturali preesistenti, sia per quanto attinente alla morfologia ed alla difesa del suolo da fenomeni di degradazione (ripristino geomorfologico), sia per quanto attinente alla ricostruzione della copertura vegetale che manterrà la preesistente relazione fra la struttura fisica e meccanica del terreno e la distribuzione della flora (ripristino vegetazionale).

## **5.4 OPERA ULTIMATA**

Al termine dei lavori, il metanodotto risulterà interamente interrato e la fascia di lavoro ripristinata. Gli unici elementi fuori terra risulteranno essere:

- i cartelli segnalatori del metanodotto ed i tubi di sfiato in corrispondenza degli attraversamenti di strade eseguiti con tubo di protezione;
- gli impianti (Centrale di Compressione di Olbia, Terminale di Porto Botte, Terminale di Piombino, Impianti di Linea).

## 5.5 ESERCIZIO E MANUTENZIONE

### 5.5.1 Ispezione del Metanodotto

Verranno effettuati controlli ed ispezioni con frequenza tale da garantire la sicurezza e l'efficienza del metanodotto.

I controlli tipicamente previsti per le condotte sottomarine sono riassunti di seguito:

- controlli esterni:
  - ROV (Remote Operated Vehicle) survey,
  - route survey,
  - protezione catodica;
- controlli mediante pig:
  - misura dello spessore,
  - geometria della tubazione,
  - danni meccanici-deformazioni interne.

Le operazioni di ispezione esterna utilizzeranno appositi mezzi a controllo remoto (ROV). Per il lancio ed il ricevimento dei pig per i controlli periodici verranno utilizzate le infrastrutture presenti alle stazioni a terra.

Analogamente alla sezione sottomarina, anche per il tratto della condotta a terra saranno previste ispezioni periodiche lungo la linea per verificare eventuali alterazioni o situazioni di potenziale pericolo determinate, ad esempio, da lavori di terzi.

Al termine del ripristino ambientale, al fine di prevenire o mitigare eventuali fenomeni di mutazione dell'assetto morfologico e vegetazionale legati alla realizzazione del metanodotto, risulta inoltre opportuno effettuare le seguenti attività di controllo:

- ispezioni periodiche delle canalette ed eventualmente provvedere alle opere di manutenzione richieste;
- monitoraggio periodico dell'area in cui è localizzata la condotta in relazione ad eventuali fenomeni di instabilità del terreno, con particolare riguardo agli argini ed alle sponde dei fiumi;
- sopralluoghi periodici di controllo dell'evoluzione del ripristino dell'area interessata dagli interventi in modo da sviluppare appropriati e tempestivi piani di manutenzione.

### 5.5.2 Manutenzione del Metanodotto

In ottemperanza a quanto riportato nel DM 17/4/08, la gestione e l'esercizio del metanodotto in progetto, come in generale di tutta la rete dei metanodotti, saranno condotti in condizioni

di efficienza, affidabilità e sicurezza. Le attività di controllo e di manutenzione saranno effettuate da un'apposita struttura organizzativa presente sul territorio interessato dall'opera, in grado di garantire, tra l'altro, un servizio di reperibilità 24 h per tutti i giorni dell'anno.

Per il tratto della condotta a terra verranno effettuate attività di controllo e manutenzione della linea, al fine di garantire le condizioni di regolare operatività del sistema distributivo.

Dette attività hanno lo scopo di:

- verificare la funzionalità e il buono stato di conservazione della condotta, dei relativi impianti di linea, dei manufatti e della segnaletica; rilevare la presenza di gas nei cunicoli e nei tubi di protezione delle condotte stesse;
- accertare eventuali azioni di terzi che possano interessare le aree di rispetto delle condotte e le relative distanze di sicurezza (danni causati da attività di scavo, posa di manufatti, ecc. non conosciute/programmate);
- controllare sistematicamente l'efficienza della protezione catodica contro la corrosione della tubazione;
- verificare, tramite ispezioni periodiche lungo la linea l'insorgenza e prevenire situazioni collegate a eventi naturali che possono danneggiare la condotta.

La frequenza e le modalità di controllo della condotta saranno stabilite in base alle condizioni di progetto e di esercizio dell'opera stessa e alle caratteristiche del territorio attraversato (livello di antropizzazione, grado di stabilità dei terreni, ecc).

Saranno previste ispezioni periodiche lungo la linea on-shore effettuate per verificare l'insorgenza e prevenire situazioni collegate a eventi naturali che possono danneggiare la condotta e i danni causati da attività di scavo, posa di manufatti, ecc. non conosciute/programmate.

## 6 ANALISI AMBIENTALE

### 6.1 INTERAZIONI TRA IL PROGETTO E LE COMPONENTI AMBIENTALI

#### 6.1.1 Atmosfera

Le interazioni tra il progetto e la componente atmosfera possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - la realizzazione dei tre approdi, il varo e la posa della condotta sottomarina determineranno l'emissione di inquinanti dai mezzi navali e dalle macchine utilizzate per le operazioni,
  - le attività di posa in opera del tratto di metanodotto a terra e le attività di costruzione degli Impianti di Linea comporteranno lo sviluppo di polveri e l'emissioni di inquinanti in atmosfera (macchine e dei mezzi pesanti impegnati in cantiere);
- in fase di normale esercizio la condotta non dà origine ad emissioni in atmosfera. Saranno presenti le emissioni della Centrale di Compressione di Olbia.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.1: Atmosfera, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
Posa off-shore	X	
Realizzazione degli approdi costieri		X
Realizzazione e Posa a terra		X
Realizzazione Impianti	X	
Fase di esercizio (Centrale di Compressione di Olbia)		X

#### 6.1.2 Ambiente Marino

Le interazioni tra il progetto e la componente ambiente marino possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - posa della condotta: movimentazione di sedimenti marini,
  - scarico di effluenti liquidi per gli usi di cantiere, dai mezzi navali e da test idraulico;
- fase di esercizio: non si prevede che la realizzazione degli interventi possa determinare alcuna modifica fisica, chimica e biologica all'ambiente marino.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.2: Ambiente Marino e Costiero, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
Scarico effluenti da mezzi navali	X	
Scarico acque test idraulico		X
Posa della condotta (interrata)		X
Posa della condotta (non interrata)	X	
Presenza di Anodi Sacrificali	X	

### 6.1.3 Ambiente Idrico

Le interazioni tra il progetto e la componente ambiente idrico possono essere così riassunte:

- fase di cantiere e collaudo:
  - prelievi e scarichi idrici,
  - realizzazione dei tre approdi, scavo della trincea e attraversamenti fluviali: interazioni con l'assetto idrogeologico e interferenze con gli usi idropotabili;
- fase di esercizio. Non è previsto nessun impatto sulla componente da parte della condotta, della Centrale di Compressione di Olbia, dei Terminali e degli Impianti di Linea.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.3: Ambiente Idrico, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
Realizzazione degli approdi costieri		X
Prelievi e scarichi idrici (fase di cantiere)	X	
Scavo della trincea		X
Attraversamenti trenchless di infrastrutture		X
Attraversamenti fluviali		X
Prelievi e scarichi idrici (fase di esercizio)	X	
Spillamenti e Spandimenti	X	

### 6.1.4 Suolo e Sottosuolo

Le interazioni tra il progetto e la componente suolo e sottosuolo possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - posa della condotta: movimentazione di sedimenti marini e impatto sulla struttura morfologica dei fondali,
  - utilizzo di materie prime,
  - produzione di rifiuti,

- occupazione/limitazioni d'uso di suolo e di fondale;
- fase di esercizio:
  - occupazione/limitazioni d'uso di suolo per la presenza della Centrale di Compressione di Olbia, dei Terminali di Arrivo e degli Impianti di Linea,
  - occupazione/limitazioni d'uso di fondale per la presenza della condotta sottomarina.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.4: Suolo e Sottosuolo, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
<b>FASE DI CANTIERE</b>		
Utilizzo di materie prime		X
Produzione di rifiuti		X
Occupazioni/limitazioni d'uso di suolo		X
Scavo e Ricoprimento della Trincea		X
Spillamenti e Spandimenti	X	
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>		
Presenza degli Impianti		X
Presenza del Metanodotto Interrato	X	

### 6.1.5 Rumore e Vibrazioni

Le interazioni tra il progetto e la componente possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - emissione sonore da mezzi e traffico navale,
  - emissioni sonore da mezzi e traffico terrestre,
  - emissione di vibrazioni da mezzi e macchinari;
- in fase di normale esercizio sono presenti le sole emissioni sonore della Centrale di Compressione di Olbia.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.5: Rumore e Vibrazioni, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
<b>FASE DI CANTIERE</b>		
Utilizzo di Mezzi e Macchinari		X
Traffico Marittimo e Terrestre	X	
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>		
Esercizio della Centrale di Compressione di Olbia		X
Esercizio delle Condotte	X	

### 6.1.6 Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

Le interazioni tra il progetto e la componente possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - emissioni sonore da mezzi e macchinari,
  - emissioni di polveri e inquinanti,
  - occupazioni di suolo/fondale dovute al funzionamento di mezzi e macchinari,
  - mobilizzazione e risospensione sedimenti marini (torbidità, rilascio inquinanti)
  - traffici terrestri e marittimi,
- fase di esercizio:
  - presenza fisica della condotta sottomarina,
  - presenza fisica della Centrale di Compressione di Olbia, degli Impianti di Linea e dei due Terminali.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.6: Fauna ed Ecosistemi, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
<b>FASE DI CANTIERE</b>		
Emissioni sonore da mezzi e macchinari		<b>X</b>
Emissioni di polveri e inquinanti		<b>X</b>
Occupazioni di suolo/fondale		<b>X</b>
Movimentazione e risospensione sedimenti marini		<b>X</b>
Traffici terrestri	<b>X</b>	
Traffici marittimi		<b>X</b>
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>		
Presenza della condotta sottomarina	<b>X</b>	
Presenza degli Impianti		<b>X</b>

### 6.1.7 Aspetti Storico-Paesaggistici

Le interazioni tra il progetto e gli aspetti storico-paesaggistici possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - realizzazione di scavi e movimenti terra,
  - presenza fisica dei cantieri,
  - taglio di vegetazione di altro fusto;
- fase di esercizio:
  - presenza della Centrale di Compressione di Olbia,

- presenza del Terminale di Porto Botte e del Terminale di Piombino,
- presenza degli Impianti di Linea.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.7: Aspetti Storico-Paesaggistici, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Significativa
<b>FASE DI CANTIERE</b>		
Scavi e Movimenti terra		X
Presenza fisica dei cantieri	X	
Taglio di Vegetazione Arborea		X
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>		
Presenza della condotta sottomarina e del metanodotto	X	
Presenza degli Impianti		X

#### **6.1.8 Ecosistemi Antropici, Infrastrutture, Aspetti Socio-Economici, Salute Pubblica e Patrimoni Agroalimentare**

Le interazioni tra il progetto e la componente possono essere così riassunte:

- fase di cantiere:
  - interferenze con traffico marittimo e attività di pesca,
  - limitazioni/perdite d'uso del suolo, fondale e specchio acqueo,
  - disturbi alla viabilità,
  - incremento dell'occupazione conseguente alle opportunità di lavoro connesse alle attività di costruzione,
  - incremento di richiesta di servizi per il soddisfacimento delle necessità del personale coinvolto,
  - emissioni sonore e sviluppo di polveri e inquinanti,
- fase di esercizio:
  - limitazioni/perdite d'uso del suolo, fondale e specchio acqueo,
  - emissioni in atmosfera ed emissioni sonore,
  - potenziamento delle capacità di importazione di gas.

La valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

**Tabella 6.8: Aspetti Socio-Economici, Infrastrutture e Patrimonio Agroforestale, Salute Pubblica, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto**

Azione di Progetto	Non Significativa	Significativa
	Potenziale Incidenza	
<b>FASE DI CANTIERE</b>		
Limitazioni/perdite d'uso del suolo/fondale/specchio acqueo		X
Interferenze con le infrastrutture di trasporto	X	
Incremento del traffico terrestre e marittimo		X
Utilizzo di Mezzi e Macchinari		X
Incremento dell'occupazione		X
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>		
Limitazioni/perdite d'uso del suolo/fondale/specchio acqueo		X
Potenziamento delle Capacità di Importazione di Gas		X
Esercizio degli Impianti		X
Esercizio delle Condotte	X	

## 6.2 ANALISI DELLE INTERAZIONI CON L'AMBIENTE PER TRATTI OMOGENEI

In relazione alla lunghezza della condotta e alla diversità dei territori attraversati, si è reso necessario suddividere il tracciato in tratti il più possibile omogenei, senza tuttavia procedere ad una eccessiva frammentazione.

I tratti individuati sono esplicitati nella seguente tabella.

**Tabella 6.9: Suddivisione del Territorio in Tratti Omogenei**

Tratto	Comuni	Percorrenza [km]	Note
Off-1	-	-	Tratto off-shore Porto Botte. L'area del Golfo di Palmas è caratterizzata dalla presenza di Prateria di Posidonia. Non sono presenti traffici marittimi significativi. L'approdo avviene in corrispondenza delle Saline di Porto Botte
I	San Giovanni Suergiu	30.925	Morfologia pianeggiante e sub pianeggiante alternata a tratti con morfologia collinare. Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativo e subordinatamente a seminativo arborato. L'area si presenta scarsamente popolata
	Carbonia		
II	Iglesias	101.005	Morfologia pianeggiante e sub pianeggiante (Campidano). Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativo. L'area si presenta scarsamente popolata
	Villamassargia		
	Dosmunovas		
	Musei		
	Siliqua		
	Vallermosa		
	Villasor		
	Serramanna		
Villacidro			

Tratto	Comuni	Percorrenza [km]	Note
	San Gavino Monreale		
	Sardara		
	Pabillonis		
	Mogoro		
	Uras		
	Marrubiu		
	Santa Giusta		
	Palmas Arborea		
	Oristano		
	Simaxis		
	Ollastra		
Zerfaliu			
III	Villanova	75.94	Morfologia prevalente tabulare legata alla presenza dell'Altopiano di Abbasanta e dell'Altopiano di Campeda. Il territorio interessato mostra una vocazione agro-pastorale con colture foraggiere a sostegno della diffusa attività pastorale. L'area si presenta scarsamente popolata
	Paulilatino		
	Abbasanta		
	Norbello		
	Borore		
	Macomer		
	Sindia		
	Semestene		
	Bonorva		
Torralba			
Mores			
IV	Ozieri	27.11	Morfologia sub pianeggiante collinare. Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativi e pascoli. L'area si presenta scarsamente popolata
	Oschiri		
V	Berchidda	28.955	Morfologia pianeggiante e sub pianeggiante, a tratti collinare. Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativi e sistemi agro-silvo-pastorali. L'area si presenta scarsamente popolata
	Monti		
	Loiri Porto San Paolo		
VI	Olbia	15.030	Morfologia pianeggiante. Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativi. L'area si presenta scarsamente popolata
Off-2	-	275.3 km	Nel primo tratto è attraversato il Golfo di Olbia. L'ecosistema marino è caratterizzato dalla presenza di Posidonia; da rilevare la presenza dei porti di Olbia e Golfo Aranci. Nell'attraversamento del Mar Tirreno si raggiunge la massima profondità di -875 m circa. Anche nel Golfo di Follonica si rileva la presenza di Posidonia. Da segnalare la presenza del porto di Piombino e, a poca distanza dall'approdo, della Centrale Termoelettrica Enel di Torre del Sale.
VII	Piombino	3.005 km	Morfologia pianeggiante. Il territorio interessato è a vocazione prevalentemente agricola con terreni a seminativo. Da segnalare la presenza della Centrale Termoelettrica Enel e la presenza dell'impianto Snam Rete Gas in adiacenza al Terminale di Arrivo

Nel seguito del Paragrafo, per ciascuno dei tratti individuati, sono brevemente anticipate le caratteristiche delle principali componenti e sono riassunte le azioni di progetto previste.

### 6.2.1 Tratto Off-1

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 284.8 km dall'Algeria all'approdo di Porto Botte in Sardegna, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.10: Tratto Off-1, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Posa della condotta in prossimità della costa (posizionamento con ancore)	1	-	-
Posa della condotta in acque profonde (posizionamento dinamico)	1		
Approdo di Porto Botte (palancolato fino a 2 m di profondità)	1		
Attraversamenti minitunnel	0		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.11: Tratto Off-1, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Marino	Presenza di <i>Posidonia oceanica</i>
Ambiente Naturale	Stagno di Santa Caterina SIC ITB042223 Stagni del Golfo di Palmas IBA190
Ecosistema Antropico	Saline di Porto Botte

### 6.2.2 Tratto I

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 30.925 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.12: Tratto I, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Approdo di Porto Botte e Attraversamento Saline	1	Terminale di Arrivo	1
Allargamenti fascia di lavoro		PIDI	3
○ Attraversamenti spingitubo	12 [0.38/km]		
○ Attraversamenti corsi d'acqua	7 [0.22/km]		
Attraversamenti minitunnel	0		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.13: Tratto I, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare la presenza di alcune aree umide costiere (Stagno di Santa Caterina)
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>o artificiali: 0 km (0 %)</li> <li>o agricolo: 23.53 km (76.1 %)</li> <li>o boschi e aree seminaturali: 7.4 km (23.9 %)</li> </ul>
Paesaggio	Dominanti le pianure aperte, costiere e di fondovalle.
Ambiente Naturale	Stagno di Santa Caterina SIC ITB042223 Stagni del Golfo di Palmas IBA190
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso agricolo Attraversamenti Strade Statali: SS No.126 Attraversamenti Strade Provinciali: SP No.2, SP No.85 No 1 Attraversamento Linea ferroviaria

### 6.2.3 Tratto II

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 101.005 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.14: Tratto II, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Allargamenti fascia di lavoro		PIDI	13
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Attraversamenti spingitubo</li> <li>o Attraversamenti corsi d'acqua</li> </ul>	40 [0.39/km] 21 [0.20/km]		
Attraversamenti minitunnel	10		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.15: Tratto II, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare i corpi idrici principali: Torrente Leni, Riu Sant'Elena, Fiume Tirso
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>o artificiali: 0.06 km (0 %)</li> <li>o agricolo: 90.24 km (89.3 %)</li> <li>o boschi e aree seminaturali: 10.39 km (10.3 %)</li> </ul>
Paesaggio	Dominanti le pianure aperte e di fondovalle
Ambiente Naturale	Campidano Centrale (IBA178)
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso agricolo Attraversamenti Strade Statali: No.130, No.293, No.196, No.293, No.197, No.131, No.442, No.388 Attraversamenti Strade Provinciali: No.86, No.82, No.87, No.88, Decimoputzu, di Villacidro, No.14bis, di S.Maria, No.68, No.57, della Marmilla, Via Roma No. 4 Attraversamenti Linee ferroviarie

### 6.2.4 Tratto III

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 75.94 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.16: Tratto III, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
		Stazione Intermedia	1
Allargamenti fascia di lavoro		PIDI	10
○ Attraversamenti spingitubo	24 [0.31/km]		
○ Attraversamenti corsi d'acqua	9 [0.11/km]		
Attraversamenti minitunnel	0		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.17: Tratto III, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare i corpi idrici principali: Riu Temo, Riu Mannu
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ artificiali: 0.04 km (0 %)</li> <li>○ agricolo: 44.23 km (58.2 %)</li> <li>○ boschi e aree seminaturali: 31.96 km (42.1 %)</li> </ul>
Paesaggio	Morfologia prevalente tabulare legata alla presenza dell'Altopiano di Abbasanta e dell'Altopiano di Campeda
Ambiente Naturale	Media Valle del Tirso e Altopiano di Abbasanta - Rio Siddu (SIC ITB031104) Altopiano di Campeda (SIC ITB021101) Campo di Ozieri e Pianure Compresa tra Tula e Oschiri (SIC ITB011113) Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali (ZPS ITB023050) Piana di Ozieri, Mores, Ardara, Tula e Oschiri (ITB013048)
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso pastorale e agricolo Attraversamenti Strade Statali: SS No. 128 bis, SS No. 129 bis, SS No. 131 Attraversamenti Strade Provinciali: SP Mores Bono, SP No. 1, SP No. 11, SP No. 131, SP No. 15, SP No. 21, SP No. 43, SP No. 44, SP No. 63, SP No. 83, No. 6 Attraversamenti Linee ferroviarie

#### 6.2.5 Tratto IV

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 27.11 km, sono riassunte nella seguente tabella

**Tabella 6.18: Tratto IV, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Allargamenti fascia di lavoro		PIDI	2
○ Attraversamenti spingitubo	11 [0.40/km]		
○ Attraversamenti corsi d'acqua	3 [0.11/km]		
Attraversamenti minitunnel	0		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.19: Tratto IV, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare il corpi idrico principale Rio Mannu e il Lago del Coghinas
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ artificiali: 0.11 km (0.04 %)</li> <li>○ agricolo: 23.76 km (87.6 %)</li> <li>○ boschi e aree seminaturali: 3.07 km (11.3 %)</li> </ul>
Paesaggio	Morfologia sub pianeggiante collinare. Di rilevante interesse paesaggistico il Lago del Coghinas
Ambiente Naturale	Campo di Ozieri e Pianure Compresse tra Tula e Oschiri (SIC ITB011113) Piana di Ozieri, Mores, Ardara, Tula e Oschiri (ZPS ITB013048) Campo d'Ozieri (IBA 173)
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso pastorale e agricolo Attraversamenti Strade Statali: SS No. 597, SS No. 132, SS No. 392, Attraversamenti Strade Provinciali: SP No. 63, SP di Badde Cheja, SP No. 159

### 6.2.6 Tratto V

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 284 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.20: Tratto V, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Allargamenti fascia di lavoro		PIDI	7
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Attraversamenti spingitubo</li> <li>○ Attraversamenti corsi d'acqua</li> </ul>	10 [0.34/km] 9 [0.31/km]		
Attraversamenti minitunnel	2		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.21: Tratto V, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare i corpi idrici principali: Riu Calarighe, Riu Palasole
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ artificiali: 0.04 km (0.01 %)</li> <li>○ agricolo: 17.76 km (61.3 %)</li> <li>○ boschi e aree seminaturali: 11.08 km (38.3 %)</li> </ul>
Paesaggio	Dominanti le pianure di fondovalle e aperte
Ambiente Naturale	Campo di Ozieri e Pianure Compresse tra Tula e Oschiri (SIC ITB011113) Monte Limbara (SIC ITB011109)
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso pastorale e agricolo Attraversamenti Strade Statali: SS No. 199, SS No. 389 Attraversamenti Strade Provinciali: SP No. 66 Attraversamento Linea ferroviaria (in 3 punti)

### 6.2.7 Tratto VI

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 15.030 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.22: Tratto VI, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Approdo di Olbia	1	Centrale di Compressione	1
Allargamenti fascia di lavoro		PIL	1
o Attraversamenti spingitubo	3 [0.19/km]		
o Attraversamenti corsi d'acqua	1 [0.06/km]		
Attraversamenti minitunnel	1		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.23: Tratto VI, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
Parametro	Descrizione
Ambiente Idrico	Da segnalare la presenza di alcune aree umide costiere (Stagni di Murta Maria, Tartanelle e Saline)
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>o artificiali: 0 km (0 %)</li> <li>o agricolo: 12.0 km (79.8 %)</li> <li>o boschi e aree seminaturali: 2.17 km (14.4 %)</li> </ul>
Paesaggio	Morfologia pianeggiante (Piana di Olbia). Zone umide costiere
Ambiente Naturale	Isole el Nord-Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro (ZPS ITB013019) Arcipelago di Tavolara, Capo Ceraso e Capo Figari (IBA 174)
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso pastorale e agricolo

### 6.2.8 Tratto Off-2

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 275.3 km dalla Sardegna alla Toscana, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.24: Tratto Off-2, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
Tipologia	No.	Tipologia	No.
Posa della condotta in prossimità della costa (posizionamento con ancore)	2	-	-
Posa della condotta in acque profonde (posizionamento dinamico)	1		
Approdi (Olbia e Piombino)	2		
Attraversamenti minitunnel (Approdo di Olbia)	1		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.25: Tratto Off-2, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>
Ambiente Marino	Presenza di Posidonia nel Golfo di Follonica
Ambiente Naturale	Santuario dei Cetacei
Ecosistema Antropico	Centrale Termoelettrica Enel "Torre del Sale", Porto di Piombino

### 6.2.9 Tratto VII

Le principali azioni di progetto previste in tale tratto, della lunghezza complessiva di 3.005 km, sono riassunte nella seguente tabella.

**Tabella 6.26: Tratto VII, Principali Azioni di Progetto**

Cantiere		Esercizio (Impianti)	
<i>Tipologia</i>	<i>No.</i>	<i>Tipologia</i>	<i>No.</i>
Approdo di Piombino	1	Terminale di Arrivo	1
Allargamenti fascia di lavoro			
o Attraversamenti spingitubo	1 [0.33/km]	-	-
o Attraversamenti corsi d'acqua	1 [0.33/km]		
Attraversamenti minitunnel	0		

Le principali caratteristiche delle componenti ambientali sono anticipate nella seguente tabella.

**Tabella 6.27: Tratto VII, Principali Caratteristiche delle Componenti Ambientali**

Componenti e Variabili Ambientali	
<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>
Ambiente Idrico	Da segnalare la presenza del sistema dunale e del Parco Costiero della Sterpaia
Uso del Suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>o artificiali: 0 km (0 %)</li> <li>o agricolo: 2.9 km (98.7 %)</li> <li>o boschi e aree seminaturali: 0.1 km (1.3 %)</li> </ul>
Paesaggio	Dominanti le pianure aperte, costiere e di fondovalle.
Ambiente Naturale	Parco Costiero della Sterpaia
Ecosistema Antropico	Interessamento aree prevalentemente ad uso agricolo Attraversamenti Strade Provinciali: Base Geodetica

## 6.3 SINTESI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

La definizione delle interferenze tra l'opera e l'ambiente attraversato ha richiesto l'analisi delle componenti ambientali interessate dalla realizzazione del progetto. Sono così stati esaminati: l'ambiente idrico, l'atmosfera, il suolo e le caratteristiche del substrato geologico, vegetazione, fauna ed ecosistemi, l'attuale utilizzo del suolo, il rumore e il paesaggio.

Sono stati, altresì, definiti i fattori di impatto, sia durante la costruzione dell'opera, sia nella successiva fase di esercizio. Considerando le peculiarità del territorio attraversato, caratterizzato da una sensibile variabilità geomorfologica, vegetazionale e paesaggistica, le

indagini effettuate hanno permesso di ottimizzare nel dettaglio, ai fini ambientali, l'ubicazione del tracciato.

Le stesse indagini hanno permesso una stima degli effetti di disturbo dell'opera in progetto sulle varie componenti ambientali, attraverso l'elaborazione di matrici di impatto che hanno permesso di formulare le seguenti principali considerazioni:

- le interazioni sono limitate alla fase di costruzione dell'opera, mentre risultano del tutto marginali quelle relative all'esercizio del metanodotto, ad eccezione di alcuni impianti (principalmente Centrale di Olbia, Terminale di Porto Botte e Terminale di Piombino);
- il tracciato prescelto è tale da evitare e/o ridurre al minimo l'interferenza con i vincoli urbanistico-ambientali che gravano sui territori attraversati.

Nello specifico, le valutazioni sulle singole componenti ambientali, per quanto riguarda la fase di cantiere, sono riportate nel seguito:

- atmosfera:
  - generalmente l'impatto sulla componente è stimato basso o trascurabile in quanto la scelta del tracciato è stata tale da evitare il più possibile la presenza di potenziali recettori naturali o antropici,
  - impatti alti si riscontrano in presenza dei pochi recettori antropici presenti lungo la linea entro una distanza di 100 m dal tracciato. Tali recettori sono prevalentemente localizzati nei Tratti III e V,
  - impatti medi si riscontrano in corrispondenza dei recettori antropici presenti lungo la linea ad una distanza compresa tra 100 e 200 m dal tracciato e, soprattutto, nell'attraversamento delle aree protette. Tali recettori sono prevalentemente localizzati nei Tratti II, III, IV e VII,
  - i tratti I e VI sono quelli che presentano minore impatto sulla componente (basso o trascurabile);
- ambiente idrico:
  - generalmente l'impatto sulla componente è stimato tra trascurabile e medio,
  - impatti alti si riscontrano in corrispondenza di attraversamenti trenchless in aree con falda superficiale. Tali aree sono di limitata estensione, ubicate lungo l'intero tracciato del metanodotto, con maggiore frequenza nei Tratti I e II,
  - impatti medi sono diffusamente presenti sul territorio e generalmente riconducibili alla potenziale presenza di falda superficiale o in corrispondenza degli attraversamenti a cielo aperto di corsi d'acqua di media importanza. Tali aree sono prevalentemente localizzate nei tratti I, II, VI e VII,
  - i Tratti III e IV sono quelli che presentano minore impatto sulla componente (basso o trascurabile), in relazione alla diffusa assenza di falda superficiale;
- suolo e sottosuolo:
  - generalmente l'impatto sulla componente è stimato basso (pista normale in aree agricole o incolte),

- impatti alti si riscontrano in corrispondenza dell'attraversamento di ambienti naturali e seminaturali. Tali aree sono ubicate prevalentemente nei Tratti III e V. Alcune aree sono anche presenti nei Tratti I, IV e VI, prevalentemente in corrispondenza degli attraversamenti fluviali e nella zona costiera di Olbia;
- impatti medi sono localmente presenti sul territorio e associati all'attraversamento di aree agricole con colture specializzate e in corrispondenza di allargamenti della pista di lavoro in aree agricole,
- il tratto II è quello che presenta minore impatto sulla componente (sostanziale assenza di impatti alti lungo l'intero tracciato e diffusa presenza di impatti bassi);
- rumore:
  - generalmente l'impatto sulla componente è stimato di bassa entità in quanto la scelta del tracciato è stata tale da evitare il più possibile aree urbanizzate o con presenza di potenziali recettori,
  - impatti medi o alti si riscontrano in presenza dei pochi recettori antropici incontrati lungo la linea e presenti entro una distanza di 200-500 m dal tracciato e nell'attraversamento delle aree protette. Tali recettori sono prevalentemente localizzati nei tratti II, III, IV e V,
  - i tratti I e VI sono quelli che presentano minore impatto sulla componente;
- vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi:
  - generalmente l'impatto sulla componente è stimato medio (attraversamento di aree a media potenzialità faunistica),
  - impatti alti sono stati attribuiti alle aree laddove è stata rilevata la potenziale presenza di habitat di interesse naturalistico. Tali aree sono ubicate prevalentemente nei Tratti I, III, V e VI, nonché in corrispondenza dei tre approdi (presenza di *Posidonia oceanica*),
  - il tratto II è quello che presenta minore impatti sulla componente (impatto basso);

Per quanto riguarda la fase di esercizio è possibile effettuare le seguenti valutazioni:

- atmosfera: gli unici impatti sono associati alle emissioni in atmosfera della Centrale di Compressione di Olbia. Sarà comunque utilizzato, nel processo di combustione, il gas naturale che, tra i combustibili fossili, è quello a minor impatto ambientale;
- suolo e sottosuolo:
  - gli unici impatti di una certa rilevanza si hanno in corrispondenza del Terminale di Porto Botte, della Centrale di Olbia (si veda la Figura successiva), del Terminale di Piombino e di alcuni PIDI,



**Figura 6.1: Centrale di Compressione di Olbia, Fotoinserimento**

- lungo tutto il tracciato del metanodotto l’impatto è trascurabile;
- vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi:
  - gli unici impatti alti si hanno in corrispondenza di alcuni PIDI, in relazione alla potenziale presenza di habitat di interesse naturalistico,
  - lungo tutto il tracciato del metanodotto l’impatto è trascurabile;
- paesaggio:
  - gli impatti più elevati sono stati attribuiti ad alcuni PIDI ubicati in aree di interesse storico-paesaggistico,
  - impatti medio-bassi si hanno in corrispondenza del Terminale di Porto Botte, della Centrale di Olbia, del Terminale di Piombino e di gran parte dei PIDI,
  - lungo tutto il tracciato del metanodotto l’impatto è trascurabile.

Per tutte le altre componenti l’impatto può essere considerato trascurabile.

## **7 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E DI MITIGAZIONE AMBIENTALE**

### **7.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE**

In generale, la definizione del tracciato della sezione di metanodotto on-shore è stata eseguita nel rispetto di quanto disposto DM del 17 Aprile 2008 “*Regola Tecnica per la progettazione degli impianti di trasporto di gas naturale (...)*”, dalla legislazione vigente e dalla normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere ed applicando i seguenti criteri di base:

- individuare il tracciato in base alla possibilità di ripristinare le aree attraversate riportandole alle condizioni originali, minimizzando l’impatto ambientale;
- transitare il più possibile in zone a destinazione agricola, evitando di attraversare aree comprese in piani di sviluppo urbanistico e/o industriale;
- evitare zone soggette a frane o di dissesto idrogeologico;
- evitare, ove possibile, le aree di rispetto delle sorgenti e dei fossi captati ad uso idropotabile;
- contenere il numero degli attraversamenti fluviali, stradali e ferroviari;
- interessare il meno possibile le zone boschive e/o di colture pregiate;
- utilizzare, il più possibile, i corridoi di servitù già costituiti da altre infrastrutture esistenti (canali, strade, ecc.);
- fare in modo di garantire l’accessibilità agli impianti di sicurezza;
- valutare accuratamente i piani di sviluppo urbanistico locale ed evitare zone soggette a vincoli particolari nonché zone destinate a future edificazioni.

Con particolare riferimento alla condotta sottomarina in prossimità degli approdi costieri, si è posta particolare attenzione a:

- garantire che la sezione finale del tracciato per l’approccio alla costa non presenti curve in modo da facilitare l’installazione della condotta;
- garantire che la sezione finale di approccio alla costa abbia direzione perpendicolare alla linea di costa al fine di minimizzare la lunghezza dell’interramento e l’esposizione alle interferenze delle onde nella parte di tracciato prossima alla costa;
- limitare per quanto possibile l’interferenza con aree sensibili (parchi naturali, praterie di posidonia, aree protette, ecc.), sia in prossimità dell’approdo, sia nel tratto di condotta sottomarina;
- minimizzare la lunghezza della linea in mare;
- evitare aree potenzialmente inquinate;
- minimizzare interferenze con aree interessate da un intenso traffico navale e attività di pesca;
- minimizzare il numero di attraversamenti delle linee esistenti.

## 7.2 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E MITIGAZIONE

Il contenimento degli impatti indotti sull'ambiente dalla costruzione e dall'esercizio delle opere a progetto è stato affrontato con due diversi approcci tra essi complementari (interventi di ottimizzazione):

- scelte tecnologiche e impiantistiche in sede progettuale;
- misure di buona ingegneria e corretta gestione dei cantieri e degli impianti in fase di costruzione e di esercizio.

Oltre a quanto sopra riportato si sono studiati interventi di ripristino da realizzare a valle della finalizzazione dei lavori di costruzione/posa volti a riequilibrare gli eventuali scompensi indotti.

### 7.2.1 Metanodotto Off-Shore

La realizzazione della condotta sottomarina ed in particolare lo scavo della trincea e la fase di posa sul fondale potranno indurre i seguenti effetti sull'ambiente interessato:

- risospensione dei sedimenti ed aumento della torbidità delle acque;
- interferenze/danneggiamenti alle praterie di Posidonia;
- interferenze/danneggiamenti alle bioconcrezioni.

Di seguito sono descritte le principali misure progettuali che saranno adottate durante la posa della condotta sottomarina per la mitigazione degli impatti potenziali sopra citati.

#### 7.2.1.1 Risospensione di Sedimenti e Aumento di Torbidità delle Acque

Durante lo scavo della trincea per la realizzazione dello shore-approach e durante la posa della condotta sottomarina si potrebbe generare una torbidità delle acque nell'area circostante la zona di posa dovuta ai materiali fini messi in sospensione e dispersi dalle correnti.

L'impatto sulla colonna d'acqua andrà confinato in tempi ristretti, soprattutto per non interferire con il fitoplancton; trattandosi di zone anche in mare aperto, la corrente non consentirà di stabilire una situazione stazionaria ed il moto ondoso potrebbe ricircolare materiale proveniente dal sedimento.

Le misure di mitigazione, previste per tutti e tre gli approdi nel tratto in cui è stata rilevata la presenza di Posidonia, la limitazione della dispersione in fase di riempimento della trincea, grazie all'utilizzo di un sistema di scavo e reinterro brevettato che prevede il reinterro della trincea appena scavata direttamente sul fondale a pochi metri di distanza sopra di essa. Qualora il sedimento prodotto dal reinterro della condotta andasse in circolo nella colonna d'acqua e rischiasse di depositarsi sulla prateria circostante, verranno inoltre utilizzati teli di contenimento posizionati ai lati della trincea.

Per quanto riguarda le modalità esecutive sono state previste ottimizzazioni progettuali *ad hoc*. In particolare:

- l'approdo di Porto Botte sarà realizzato mediante:
  - l'infissione di un palancoato metallico fino alla batimetrica di 2 m al fine di limitare fisicamente l'area di lavoro;

- interramento della tubazione mediante utilizzo di una macchina di post-trenching con invio dei sedimenti a pontone e contemporaneo scarico degli stessi direttamente a cavallo della tubazione. Con tali modalità operative di stima di evitare la risospensione di sedimenti per una percentuale di circa il 50 % rispetto a tecniche più convenzionali;
- approdo di Olbia: sarà realizzato mediante la realizzazione di un minitunnel da una distanza, a terra, di circa 240 m dalla linea di riva fino alla batimetrica di 4 m a mare, posta a circa 190 m dalla costa al fine di evitare interferenze con il regime idrogeologico costiero e le aree umide di retrospiaggia;
- l'approdo di Piombino sarà realizzato mediante:
  - l'infissione di un palancoato metallico fino a 2 m di profondità al fine di limitare fisicamente l'area di lavoro,
  - l'installazione di teli di contenimento posizionati ai lati della trincea, qualora il sedimento prodotto dal reinterro della condotta andasse in circolo nella colonna d'acqua e rischiasse di depositarsi sulla prateria circostante,
  - nel tratto in cui è stata rilevata la presenza di Posidonia, la limitazione della dispersione in fase di riempimento della trincea, grazie all'utilizzo di un sistema di scavo e reinterro brevettato che consente il ricoprimento della trincea appena scavata direttamente sul fondale a pochi metri di distanza sopra di essa.

#### 7.2.1.2 Interferenze/Danneggiamenti alle Prateria di Posidonia oceanica

La posa della condotta sottomarina interessa un tratto caratterizzato dalla presenza di praterie di *Posidonia oceanica*. Le attività di costruzione verranno condotte in modo tale da minimizzare i rischi di impatto e si presterà la massima attenzione, in fase di realizzazione dell'opera, a non attivare le sorgenti di perturbazione.

##### 7.2.1.2.1 Scavo e Rinterro

Nelle zone interessate da Posidonia le condotte verranno interrate; la trincea sarà realizzata dopo l'installazione della condotta (post-trenching). In tali zone è previsto l'impiego di un sistema brevettato (da terzi) che consente l'esecuzione di trincee di larghezza inferiore rispetto a quella ottenibile con tradizionali metodi di dragaggio minimizzando così l'impatto su di essa.

Le misure di mitigazione, potrebbero prevedere la limitazione del danneggiamento alla prateria attraverso un'opportuna individuazione del corridoio ottimale di posa, anche in seguito all'esecuzione di rilievi diretti in sito volti a definire la reale estensione della prateria nelle aree di progetto.

##### 7.2.1.2.2 Ancoraggio Mezzi Marittimi e Linee di Ormeaggio della Nave Posatubi

Durante le operazioni di varo la nave posatubi e i mezzi di supporto alla macchina di scavo della trincea saranno mantenuti in posizione e fatti avanzare mediante l'installazione di un campo ancore costituito da 10-12 linee di ormeaggio opportunamente orientate.

La gestione e la movimentazione delle ancore e dei cavi di ormeaggio comporterà un'interazione/danneggiamento sulla prateria di posidonia a causa dell'impronta lasciata

dalle ancore sul fondale marino e del trascinarsi delle linee di ancoraggio sul fondale durante l'avanzamento (sweeping).

Al fine di minimizzare e mitigare tali impatti il Progetto Galsi prevede:

- l'utilizzo di ancore di peso e dimensioni limitate;
- l'utilizzo della tipologia di ancore sopraccitata, unitamente alle condizioni meteomarine non impegnative previste per le aree di basso fondale, consente alla posatubi di mantenere la posizione senza la necessità di far fare "testa" all'ancora, quindi senza dover trascinare l'ancora sul fondale per garantirne la presa;
- l'utilizzo di procedure volte alla minimizzazione dello "sweeping" durante l'avanzamento della posatubi mediante tecniche sperimentate come ad esempio:
  - utilizzo di aree in cui la posidonia è meno presente,
  - modifica del piano di ormeggio e di riposizionamento ancore, volto a limitare sensibilmente gli angoli di strisciamento dei cavi sul fondo,
  - installazione sulle linee laterali di ormeggio, quelle cioè più soggette allo strisciamento, di opportuni galleggianti che interrompono la naturale catenaria del cavo e riducono al minimo il tratto di cavo che tocca il fondo (il contatto col fondale tuttavia non può essere annullato per consentire l'opportuna presa sul fondale),
  - indicativamente di poter limitare l'interazione cavo d'ormeggi o-fondale a circa 100 m in buone condizioni meteo,
  - di limitare il numero di ancore e linee di ormeggio in attività in presenza di buone condizioni meteomarine,
  - posizionamento delle linee di ormeggio di prua e di poppa in maniera tale da massimizzare l'allineamento con la rotta di avanzamento e minimizzando di conseguenza l'interazione e il danneggiamento della prateria.

Verranno inoltre poste in atto adeguate misure cautelative:

- gli ancoraggi di pontoni altri mezzi marittimi 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;
- 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;

#### 7.2.1.3 Interferenze/Danneggiamenti alle Bioconcrezioni

Durante le operazioni di varo, scavo e rinterro delle trincee e di tutte le attività connesse potranno aver luogo anche interazioni con habitat legati alla presenza di fondi duri sul fondale marino (biocenosi del coralligeno, bioconcrezioni in genere)

Si evidenzia in generale che durante la progettazione di una condotta sottomarina, le fasi preliminari di studio geofisico sono fondamentalmente mirate alla precisa caratterizzazione della morfologia e natura del fondale (geomorfologia, sedimentologia, presenza di "geohazard" etc.). Tali campagne di rilevamento, che accompagnano tutta la fase di

definizione della rotta del metanodotto (“routing”), consentono di definire la rotta definitiva solo dopo numerose variazioni e valutazioni delle alternative (“re-routing”).

Nel progetto Galsi, il tracciato della condotta sottomarina è stato studiato e definito con l’obiettivo di evitare gli affioramenti rocciosi e organogeni di maggiore rilevanza, consentendo una minimizzazione se non il totale annullamento dell’impatto. Si evidenzia infatti che:

- sotto un punto di vista tecnico i substrati duri come gli affioramenti rocciosi e le aree di bioconcrezione comportano una maggiore difficoltà tecnica (creazione di campate libere, ricchi di rottura, lavorazioni e scavi più onerosi);
- sotto un punto di vista ambientale i substrati di fondo duro albergano popolamenti di elevato valore naturalistico e in virtù della loro relativa bassa frequenza sul fondale marino possono essere evitati mediante variazioni di tracciato.

### **7.2.2 Metanodotto On-Shore**

Nel seguito del paragrafo sono descritte le principali misure progettuali che saranno adottate per la mitigazione degli impatti connessi allo svolgimento delle seguenti fasi realizzative del metanodotto on-shore:

- installazione del cantiere e dei servizi;
- pulizia dell’area e preparazione della pista di lavoro;
- scavo della trincea;
- posa della tubazione;
- rinterro;
- ripristino ambientale.

#### **7.2.2.1 Installazione del Cantiere e dei Servizi**

Per quanto riguarda la fase di installazione del cantiere e dei servizi ad esso associati le principali misure mitigative che sarebbe opportuno adottare sono le seguenti:

- utilizzo di servizi igienici provvisori (servizi chimici) per tutti gli impianti igienico sanitari del cantiere, in modo da prevenire eventuali contaminazioni della risorsa idrica sia superficiale sia di falda;
- predisposizione di idonei sistemi di contenimento per le aree destinate ad ospitare il rifornimento dei mezzi o lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose;
- predisposizione di scoline di drenaggio per l’allontanamento delle acque meteoriche dall’area di lavoro e realizzazione se necessario di eventuali filtri per i sedimenti in presenza di corsi d’acqua significativi.

#### **7.2.2.2 Pulizia dell’Area e Preparazione della Pista di Lavoro**

La attività vere e proprie di cantieristica iniziano con la preparazione della pista di lavoro. Le misure mitigative che si adotteranno sono finalizzate a limitare per quanto possibile il consumo di suolo attraverso le seguenti attività:

- localizzazione delle strutture di cantiere in aree già disturbate (quando possibile) o comunque utilizzare quanto più possibile aree vicine a piste già esistenti;
- minimizzazione di ogni modifica connessa con gli spazi di cantiere, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, ecc., relazionandola strettamente alle opere da realizzare, con il totale ripristino dell'area all'originario assetto una volta completati i lavori;
- compattazione dei suoli dell'area di lavoro prima dello scavo per limitare fenomeni di filtrazione e prevenire eventuali contaminazioni da sversamento accidentale;
- localizzazione delle aree di accesso all'area di cantiere il più lontano possibile da residenze private o aree di pregio ambientale;
- limitazione del traffico non strettamente necessario in modo da aggirare le aree sensibili;
- minimizzazione della ripulitura delle piazzole da vegetazione e da eventuali colture presenti;
- bagnatura delle gomme degli automezzi e umidificazione del terreno nelle aree di cantiere al fine di contenere quanto più possibile la produzione di polveri;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli della terra di coltura con teli per evitare il dilavamento e la diffusione delle polveri dagli stessi.

#### 7.2.2.3 Scavo della Trincea

Le principali misure di mitigazione degli impatti legate alla fase di scavo della trincea hanno lo scopo di prevenire l'alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque superficiali e sotterranee e di evitare eventuali interferenze con l'assetto idraulico del territorio. Di seguito si riporta un elenco di tutti gli accorgimenti tecnici operativi che si adotteranno:

- esecuzione delle opere di scavo a regola d'arte, in modo da arrecare il minor disturbo possibile;
- mantenimento, quando possibile, degli strati medio-superficiali del manto vegetale nelle aree in cui la falda è molto vicina alla superficie;
- messa in opera di percorsi alternativi temporanei per la viabilità locale, in modo da rendere quanto più possibile contenuto il disturbo alla circolazione;
- previsione di due distinti stoccaggi temporanei per la parte superficiale di terreno (humus) e per quella più profonda.

Con riferimento ad ambienti in falda affiorante generalmente si provvederà a:

- tempestivo confinamento delle fratture beanti e realizzazione di vincoli impermeabili per il ripristino degli esistenti limiti di permeabilità, qualora si verificano emergenze idriche localizzate in litotipi permeabili per fratturazione (ammassi lapidei);
- esecuzione, per l'intera sezione di scavo, di setti impermeabili in argilla e bentonite, al fine di confinare il tratto di falda intercettata ed impedire così la formazione di vie di drenaggio lungo la trincea stessa.

Nel caso di attraversamento di terreni interessati da fenomeni pregressi di contaminazione, si provvederà alla loro rimozione e smaltimento secondo le modalità previste dalla normativa

vigente e provvedere alla sostituzione degli stessi con materiali appositamente reperiti di analoghe caratteristiche.

#### 7.2.2.4 Posa della Tubazione

In fase di posa della condotta si mitigheranno gli impatti adottando le seguenti misure:

- impedimento o limitazione al transito dei mezzi di lavoro sui suoli rimossi o da rimuovere;
- bagnatura delle gomme degli automezzi da lavoro che circolano sulla pista adiacente lo scavo, per evitare la diffusione di polvere e controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;
- umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere.

#### 7.2.2.5 Rinterro

Durante la fase di copertura della trincea è di fondamentale importanza evitare l'alterazione dell'assetto morfo-dinamico dei terreni coinvolti. Le principali misure mitigative sono di seguito elencate:

- ricollocazione dell'humus ed il materiale di scavo nell'ordine originale per facilitare la rivegetazione;
- rivegetazione immediata della pista di lavoro per ripristinare il precedente equilibrio idrogeologico e per garantire un adeguato livello di stabilità nel medio e nel lungo termine;
- mantenimento sotto controllo dell drenaggio da aree coltivate in modo da evitare eventuali migrazioni di prodotti funzionali all'agricoltura;
- realizzazione di opportune canalette per facilitare e regolamentare il deflusso delle acque meteoriche contribuendo anche alla prevenzione dei fenomeni di erosione.

In relazione alla variabilità delle possibili cause ed effetti d'interferenza dell'opera con la falda freatica le misure da adottare per mitigare gli impatti e preservare il più possibile le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero saranno stabilite di volta in volta scegliendo tra:

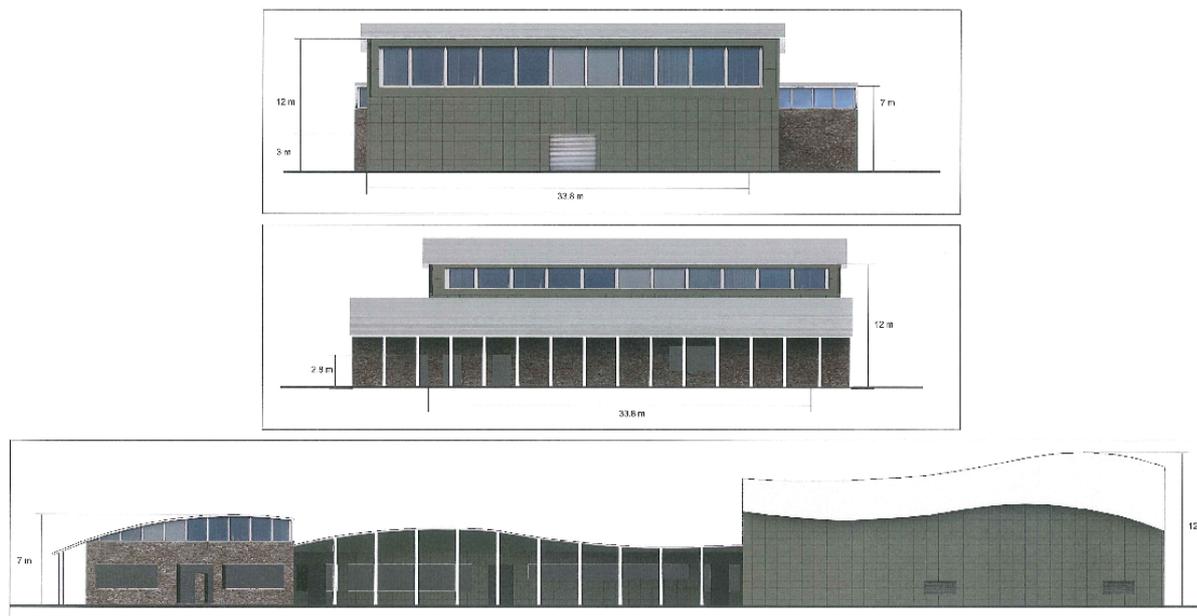
- rinterro della trincea di scavo con materiale granulare, al fine di preservare la continuità della falda in senso orizzontale;
- rinterro della trincea, rispettando la successione originaria dei terreni (qualora si alternino litotipi a diversa permeabilità) al fine di ricostituire l'assetto idrogeologico originario.

### **7.2.3 Impianti**

Per quanto riguarda l'apertura dei cantieri degli impianti si porranno in atto i medesimi accorgimenti previsti per i cantieri di linea.

Per quanto concerne gli impianti principali (Centrale di Compressione di Olbia, Terminale di Porto Botte e Terminale di Piombino) occorre inoltre evidenziare tali impianti sono stati oggetto di uno specifico studio di inserimento paesaggistico; la scelta dei colori e delle caratteristiche architettoniche delle parti in vista sono state individuate in modo che possano

inserirsi armonicamente nel contesto paesaggistico del sito, compatibilmente con i vincoli stabiliti dalla normativa di sicurezza e con le esigenze d'efficienza e funzionalità degli impianti.



**Figura 7.1: Centrale di Olbia, Studio di Inserimento Paesaggistico, Layout Edifici Principali**

### 7.3 RIPRISTINI (AREE A MARE)

Nel tratto di mare antistante i tre approdi sono presenti praterie di *Posidonia oceanica*.

Al fine di poter procedere con il ripristino delle Praterie di Posidonia, Galsi S.p.A. ha previsto l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili in fase di scavo della trincea, di posa della condotta e rinterro, con l'obiettivo primario di minimizzare gli impatti derivanti dallo scavo della trincea e della dispersione di sedimenti.

Per la riforestazione della prateria di Posidonia che subirà i lavori di posa e interro della condotta nell'approdo di Piombino, lo scopo che si prefigge Galsi è quello del reimpianto automatizzato.

#### 7.3.1 Inquadramento Generale sulle Tecniche di Reimpianto

La ricolonizzazione naturale delle praterie di *P. oceanica*, in seguito alla cessazione delle cause responsabili della loro alterazione è generalmente molto lenta (Boudouresque et al., 2006; Diviaco e Coppo, 2006). Ciò ha favorito lo studio di metodologie di reimpianto, nel corso degli ultimi decenni.

Normalmente gli esperimenti di reimpianto prevedono l'utilizzo di zolle, talee o semi, raccolti in natura, micropropagazione e coltura di talee e germogli trattati con fitofarmaci, per ottenere materiale più idoneo ai trapianti. Tuttavia da questi esperimenti non sono però ancora state perfezionate tecniche esportabili ad interventi su vasta scala (Diviacco e Coppo, 2006).

Per quanto riguarda il ripristino della prateria, attualmente e specialmente in Mediterraneo, le tecniche di reimpianto di *P. oceanica* sono poco sviluppate. A livello internazionale, esistono tuttavia tecniche ben sviluppate e sperimentate specialmente negli Stati Uniti e in Australia. Tali tecniche (Paling et al., 2003; Ecosub I; Ecosub II) si basano ad esempio sull'utilizzo di speciali macchine per il reimpianto automatizzato. Nella figura seguente si riporta un esempio di macchina per il reimpianto automatizzato di fanerogame utilizzato in Australia.



**Figura 7.2: Esempio di Mezzo Sottomarino impiegato per il Reimpianto Automatizzato di Fanerogame, Ecosub I (Sito Web: Environmental Protection Authority of Western Australia, <http://www.epa.wa.gov.au/>)**

### 7.3.2 Tecniche di Reimpianto Previste da GALSI

Sulla base delle esperienze americane e australiane, Galsi sta studiando la progettazione di una speciale macchina capace di prelevare “zolle” di posidonia dal fondo marino e di trasportarle temporaneamente in aree predefinite per poi procedere alla loro ricollocazione nell'area di scavo una volta terminato il riempimento (reimpianto automatizzato di fanerogame a larga scala).

Il reimpianto automatizzato è quindi lo scopo che si prefigge Galsi per la riforestazione di una parte delle praterie di posidonia che sarà interessata dai lavori di posa e interro della condotta.

Si evidenzia che tra le poche tecniche sperimentate che si sono rivelate valide per *P. oceanica*, una di queste prevede proprio il trapianto di zolle prelevate in altre praterie (Diviacco e Coppo, 2006). I vantaggi di questa tecnica sono costituiti dal buon

attecchimento, oltre che all'assenza di sistemi di fissaggio, mentre gli svantaggi sono rappresentati dai costi legati alla mole di lavoro in mare e al danno per le praterie di provenienza: nel caso del Progetto Galsi le zolle di provenienza saranno prelevate dal corridoio di posa preventivamente alle opere di scavo senza sfruttamento di praterie donatrici esterne.

Per raggiungere lo scopo del reimpianto si prevede una fase di sperimentazione che dovrà mettere a punto la tecnica e la strumentazione da impiegare per l'asportazione e il reimpianto delle zolle. Una volta messo a punto il protocollo si avvierà la sperimentazione a piccola scala, nei tre siti di approdo.

Tale sperimentazione dovrebbe permettere di acquisire tutte le informazioni necessarie per mettere a punto la strumentazione performante atta ad avviare il processo di reimpianto automatizzato a larga scala con buona garanzia di successo.

## **7.4 RIPRISTINI (AREE A TERRA)**

### **7.4.1 Opere Complementari e Ripristini Morfologici**

Gli interventi di ripristino ambientale vengono eseguiti dopo il rinterro della condotta allo scopo di ristabilire nella zona d'intervento gli equilibri naturali preesistenti e di impedire, nel contempo, l'instaurarsi di fenomeni erosivi, non compatibili con la sicurezza della condotta stessa.

### **7.4.2 Opere di Regimazione delle Acque Superficiali**

Le opere di regimazione delle acque superficiali hanno lo scopo di allontanare le acque di ruscellamento ed evitare fenomeni di erosione superficiale ed instabilità del terreno; tali opere hanno pertanto la funzione di regolare i deflussi superficiali, sia costringendoli a scorrere in fossi e canalizzazioni durevoli, sia attraverso la riduzione della velocità delle correnti idriche mediante la rottura della continuità dei pendii.

Nel tratto considerato si prevede pertanto l'eventuale realizzazione delle seguenti tipologie d'opera:

- canalette in terra protette da graticci di fascine verdi;
- canalette in terra protette da materiale lapideo reperibile in loco.

Questa tipologia di ripristino ambientale è generalmente adottata lungo la gran parte dei tratti in pendenza del tracciato, in particolare lungo versanti non coltivati o boscati. Quantità ed ubicazione delle canalette sono definite in base alla pendenza, alla natura del terreno, all'entità del carico idraulico e non ultimo, alla posizione del metanodotto rispetto ad infrastrutture esistenti.

In riferimento alla linea in esame, le canalette in terra protette da materiale lapideo si prevedono in corrispondenza delle percorrenze di pendii mediamente acclivi caratterizzati da un substrato litoide sub-affiorante. In presenza di più significativi spessori di suolo, si prevede la realizzazione di canalette in terra protette da graticci di fascine verdi; le due tipologie potranno anche essere associate in funzione degli assetti morfologici e di copertura locali.

#### Canalette in terra protette da graticci di fascine verdi (fascinate)

La loro funzione è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso. Sono costituite in genere da una doppia fila di fascine verdi tenute in posto da picchettoni di legno forte, di diametro e lunghezza adeguati, posti in opera ad una distanza media di 50 cm e infissi nel terreno a profondità di almeno 1 m.

#### Canalette protette da materiale lapideo

Ove la natura rocciosa del substrato non permetta o renda estremamente difficoltosa l'infissione dei picchettoni per la formazione delle fascinate, si prevede la realizzazione di canalette in terra rompitratta presidiate con materiale lapideo reperibile in loco, con la medesima funzione di regimazione delle acque di scorrimento superficiale, svolta dai graticci di fascine verdi sopra descritti .

### **7.4.3 Opere di Sostegno**

Si classificano come opere di sostegno quelle opere che assolvono la funzione di garantire il sostegno statico di pendii e scarpate naturali ed artificiali. Possono assolvere funzioni statiche di sostegno, di semplice rivestimento e di tenuta; possono essere rigide o flessibili, a sbalzo o ancorate; possono infine poggiare su fondazioni dirette o su fondazioni profonde.

Nel progetto in esame si prevede la realizzazione di:

- muri di contenimento in massi ed in pietrame;
- opere di sostegno in legname.

Il muro di contenimento in massi ha il pregio di inserirsi in maniera ottimale nel contesto ambientale circostante. E' caratterizzato da notevole flessibilità, é di veloce realizzazione e si adatta ottimamente alle variazioni topografiche del piano campagna. Esso può essere a vista oppure interrato; i massi da utilizzarsi possono essere di varia natura purché corrispondano ai requisiti essenziali di essere costituiti da pietra dura e compatta, di non presentare piani di sfaldamento o incrinature, di non alterarsi per effetto del gelo. I blocchi equidimensionali sono squadrati ed a spigolo vivo.

Il muro di contenimento in pietrame ha il pregio di inserirsi in maniera ottimale nel contesto ambientale circostante. E' caratterizzato da notevole flessibilità, é di veloce realizzazione e si adatta ottimamente alle variazioni topografiche del piano campagna.

Ulteriori tipologie di sostegno previste lungo la linea di progetto sono rappresentate da opere in legname, in particolare palizzate e muri cellulari in legname.

Le palizzate di contenimento in legname possono svolgere una funzione di sostegno di piccole scarpate, interessate dalle fasi di movimentazione durante la costruzione, e della coltre del terreno di copertura nei tratti di versante a maggior acclività, laddove comunque si prospettano condizioni di spinta delle terre di lieve entità.

#### **7.4.3.1 Opere di Drenaggio delle Acque**

Nel caso in cui lo scavo della trincea venga ad interessare litologie dotate di buone caratteristiche geomeccaniche, tali da non mostrare propensione a fenomeni di dissesto, é prevista, soprattutto nei tratti acclivi più lunghi, la realizzazione, ad intervalli più o meno regolari, di segmenti di letto di posa drenante, consistenti in uno strato di ghiaia posto sul fondo dello scavo e rivestito con un foglio di tessuto non tessuto con funzione di filtro, che

assolvono al compito di raccogliere e smaltire le acque di infiltrazione che tendono a convogliarsi lungo la trincea di scavo in cui é alloggiata la condotta.

#### 7.4.3.2 Opere di Difesa Idraulica

Questo tipo di opere hanno la funzione di regimare il corso d'acqua al fine di evitare fenomeni di erosione spondale e di fondo in corrispondenza della sezione di attraversamento della condotta. Lungo il tracciato in oggetto, sono previste opere di difesa idraulica longitudinali, generalmente da realizzare in massi ciclopici; più raramente saranno realizzate opere in calcestruzzo armato, quasi esclusivamente per il ripristino di sistemazioni idrauliche preesistenti.

Le difese spondali con scogliere in massi, eseguite contro l'erosione delle sponde e per il contenimento dei terreni a tergo, saranno sagomate sulla base dei progetti che ne determineranno le dimensioni, nonché lo sviluppo della parte in elevazione e del piano di fondazione. Il loro comportamento statico è del tutto analogo a quello dei muri di sostegno in massi ciclopici.

Quando l'energia della corrente fluviale é poco rilevante, con condizioni di scarsa portata idraulica e/o di sponda poco elevata, é sufficiente realizzare il solo rivestimento spondale in massi mediante la messa in opera di massi di dimensioni inferiori a quelle della scogliera, che non assolve più alla funzione principale di sostegno e presidio idraulico, ma piuttosto di solo annullamento dell'azione erosiva al piede della scarpata spondale.

La ricostituzione spondale con gabbioni è stata adottata solo per il ripristino di opere preesistenti sulle sponde di alcuni corsi d'acqua attraversati dal metanodotto in progetto, quali il Riu S.Milano ed il Riu Adu Alvures.

La ricostituzione spondale con muro cellulare in legname e pietrame costituisce un'ulteriore tipologia di opere in legname volte, anche in questo caso, alla regimazione longitudinale di corsi d'acqua dotati di caratteristiche idrauliche modeste e moderate capacità erosive.

Tra le opere di difesa idraulica rientrano anche la regimazione di piccoli corsi d'acqua con cunetta in massi e la ricostituzione dell'alveo in massi. La cunetta in massi è usata per piccoli corsi d'acqua, con modeste capacità erosive e di trasporto. Gli elementi prefabbricati in c.a. sono utilizzati esclusivamente come ripristino di opere esistenti.

#### 7.4.4 **Ripristini Vegetazionali**

Analogamente ai ripristini morfologici, le caratteristiche dei ripristini vegetazionali varieranno in funzione dei terreni incontrati. Nel seguito sono indicati gli interventi possibili con riferimento alla tipologia dei terreni attraversati dal metanodotto, ossia:

- aree agricole;
- aree naturali e seminaturali.

##### 7.4.4.1 Aree Agricole

La maggior parte del tracciato attraversa aree agricole pianeggianti. Il ripristino vegetazionale di queste è finalizzato a riportare il terreno allo stesso livello di coltivabilità e fertilità precedente alla realizzazione dei lavori.

Oltre ad una accurata riprofilatura del terreno, particolare attenzione verrà indirizzata verso lo strato soprastante di terreno fertile (scotico) delle aree coltivate. Tale terreno verrà asportato, conservato e successivamente riposto sopra il materiale di riempimento, una volta posizionata la tubazione.

Per quel che concerne i frutteti (viti, ulivi) lungo il percorso, si farà particolare attenzione nel ridurre al minimo il taglio dei filari.

#### 7.4.4.2 Aree Naturali e Seminaturali

L'intervento riguarderà le zone con vegetazione naturale o seminaturale allo scopo di ricreare le condizioni idonee al ritorno di un ecosistema, che sia il più simile possibile a quello naturale e, quindi, in grado, una volta affermatosi sul territorio, di evolversi autonomamente.

Gli interventi di ricostituzione della vegetazione prevedono le seguenti tre fasi:

- inerbimento;
- messa a dimora di alberi e arbusti;
- cure colturali e ripristino delle fallanze.

##### *Inerbimento*

L'intervento è volto alla protezione del terreno dall'azione delle piogge, al suo consolidamento per mezzo dell'azione rassodante degli apparati radicali, alla ricostituzione delle condizioni pedo-climatiche e di fertilità preesistenti, alla salvaguardia dell'aspetto estetico del paesaggio e ad apportare sostanza organica.

Al fine di garantire il maggiore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile, l'inerbimento sarà eseguito mediante idrosemina, distribuendo a pressione una soluzione acquosa composta da un miscuglio di sementi di piante erbacee adatte ai diversi ambienti pedo-climatici. Questa tecnica permette, inoltre, la contemporanea somministrazione di fertilizzanti

##### *Messa a dimora di alberi ed arbusti*

Una volta eseguito l'inerbimento, si completerà l'operazione di ripristino attraverso la messa a dimora di specie arboree ed arbustive, scelte tra la flora locale. Risulta, infatti, evidente che la vegetazione autoctona è quella che meglio risponde alle esigenze ecologiche locali.

considerare le cenosi presenti prima della realizzazione dei lavori, la loro articolazione strutturale, l'evoluzione dinamica e la composizione specifica, in modo da riproporre, sia la stessa successione ecotonale, che le strutture presenti in precedenza.

L'obiettivo da raggiungere non si limita alla sola sostituzione delle piante abbattute, ma si cerca anche, attraverso la messa a dimora di piante arboree e arbustive, di ricreare le condizioni idonee al ritorno di un ecosistema che possa trovare un suo naturale equilibrio.

Data la presenza di differenti formazioni forestali lungo il tracciato di studio, le modalità di ripristino e di messa a dimora, la scelta delle specie, della taglia dei singoli individui e delle tecniche di protezione al rimboschimento, saranno di volta in volta diverse ed adattate alla specifica situazione contingente. Nella progettazione di questi interventi, si terrà ovviamente conto di quelli che saranno i risultati dello studio sugli interventi di ripristino realizzati sulle condotte esistenti.

#### *Cure colturali e ripristino delle fallanze*

Le cure colturali da praticarsi alla messa a dimora delle piantine, fino al loro completo affrancamento, consistono nel diserbo manuale intorno alla piantina, nella zappettatura, nella potatura dei rami secchi, nel rinterro completo delle buche, nell'apertura di uno scolo nelle buche con ristagno di acqua e in ogni altro intervento che si renda necessario per il buon esito dell'operazione.

Il ripristino delle fallanze provvederà alla sostituzione delle piantine che non hanno attecchito.

#### **7.4.5 Monitoraggio dei Ripristini**

Al termine del ripristino ambientale al fine di prevenire o mitigare eventuali fenomeni di mutazione dell'assetto morfologico e vegetazionale legati alla realizzazione del metanodotto risulta opportuno anche in fase di esercizio effettuare le seguenti attività di controllo:

- ispezioni periodiche delle canalette ed eventualmente provvedere alle opere di manutenzione richieste;
- monitoraggio periodico dell'area in cui è localizzata la condotta in relazione ad eventuali fenomeni di instabilità del terreno, con particolare riguardo agli argini ed alle sponde dei fiumi;
- sopralluoghi periodici di controllo dell'evoluzione del ripristino dell'area interessata dagli interventi in modo da sviluppare appropriati e tempestivi piani di manutenzione.

## 8 CONCLUSIONI

Il metanodotto, progettato in conformità alla normativa vigente, nel pieno rispetto dei piani di sviluppo urbanistico e con l'intento di minimizzare il vincolo di servitù sul territorio, comporta disturbi ambientali limitati nel tempo ed essenzialmente legati alla fase di costruzione.

In generale, la tipologia dell'opera e le caratteristiche del territorio interessato fanno sì che l'impatto ad opera ultimata, completati gli interventi di ripristino, risulti trascurabile lungo la maggior parte del tracciato; livelli di impatto non trascurabili si registrano in corrispondenza degli impianti (Centrale di Compressione di Olbia, Terminale di Porto Botte, Terminale di Piombino, Impianti di Linea). Ripristini di medio – lungo periodo sono previsti in corrispondenza dell'attraversamento delle Praterie di *Posidonia oceanica*. e nelle aree boscate attraversate saltuariamente nella parte centro-settentrionale della Regione Sardegna.

Con il passare del tempo, l'accrescimento delle piante messe a dimora, sia per la parte terra sia per la parte mare, porterà gradualmente alla riduzione dell'impatto dell'opera anche in corrispondenza di tali aree. A tale proposito si evidenzia che specifiche misure di ripristino e compensazione sono previste per la ricostituzione dell'ecosistema marino, in particolare in corrispondenza dei tre approdi.

La peculiarità della struttura è, infatti, quella di essere un'opera "a scomparsa", in quanto posata completamente sotto terra e realizzata con particolari tecniche costruttive, che permettono il totale recupero delle aree attraversate alla situazione originaria. Le uniche strutture visibili risultano, infatti, essere i cartelli indicatori ed il numero esiguo di Impianti realizzati fuori terra.

MRD/CSM/PAR/RC:csm

## RIFERIMENTI

APAT, documento non datato, “Utilizzazione energetica del gas naturale ed effetto serra. Aspetti di sicurezza e programmi di riduzione dell’inquinamento atmosferico in ambito cittadino connessi all’uso del gas naturale”.

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006, *Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica*, RAMOGE pub (ISBN No. 2-905540-30-3): 1-202.

Commissione Europea, 2003, Comunicazione al Consiglio e al Parlamento Europeo No. 262, “On the Development of Energy Policy for the Enlarged European Union, its Neighbours and Partner Countries”, 13 Maggio 2003.

Commissione Europea – Direzione Generale per l’Energia e i Trasporti, 2004, “Trans-European Energy Networks: TEN-E Priority Projects”, Brochure, Giugno 2004.

Diviacco e Coppo, 2006, Atlante degli Habitat Marini della Liguria, Regione Liguria. (ISBN No. 88-89104-20-1):1-205

Natural Gas, 2009, sito internet [www.naturalgas.org](http://www.naturalgas.org).

Politecnico di Milano, 2004, “Impatto Ambientale dei Cicli Combinati Alimentati a Gas Naturale, con Particolare Riferimento alle Emissioni di Polveri Sottili – Estratto di una ricerca condotta dal Politecnico di Milano commissionata da Assoelettrica”, 18 Novembre 2004.

Snam Rete Gas, 2009, sito internet [www.snamretegas.it](http://www.snamretegas.it).