

REVISIONE						
	00	08/02/2013	Prima emissione	De Bellis, Pertot, D'Aleo, Ghilardi, Ziliani, Lamberti, Perotti	M. Sala	G.P. Stigliano
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO



CESI S.p.A.  
Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251 Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it www.cesi.it  
Engineering & Environment – ISMES

**SITO SAPEI.**  
**PROGETTAZIONE OPERE DI BARRIERAMENTO FISICO-IDRAULICO,**  
**IMPIANTI TECNOLOGICI, IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE**  
**Studio di Impatto Ambientale**

PROGETTO: AT12SCE042	COMMITTENTE: Terna Rete Italia S.p.A.	DOCUMENTO: B3001222	NOME FILE: REHR11006BASA00219.pdf	SCALA -	FOGLIO 01/251
-------------------------	---	------------------------	--------------------------------------	------------	------------------

NUMERO E DATA ORDINE: Contratto per ricerca, sviluppo e supporto specialistico tra Terna Rete Italia S.p.A. e CESI S.p.A. 2012 – Scheda SRI140

REVISIONI					
	00	08/02/2013	Viola S. ING/ CRE-ASA	Rivabene N. ING/ CRE-ASA	
	N.	DATA	ESAMINATO TERNA/EXT	ACCETTATO UNITA' TERNA	

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
RELAZIONE	REHR11006BASA00219	

PROGETTO	TITOLO				
TE-HR-11-006	<b>SITO SAPEI.</b> <b>PROGETTAZIONE OPERE DI BARRIERAMENTO</b> <b>FISICO-IDRAULICO, IMPIANTI TECNOLOGICI,</b> <b>IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE</b>  <b>Studio di Impatto Ambientale</b>				
RICAVATO DAL DOC. TERNA					
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA					
PUBBLICO					
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO	
REHR11006BASA00219.pdf	-	A4	-	01/251	

**Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia S.p.A.**

This document contains information proprietary to Terna Rete Italia S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Rete Italia S.p.A. is prohibited.

## *Indice*

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1	Generalità .....	5
1.2	Localizzazione dell'intervento.....	5
1.3	Motivazioni del progetto .....	7
1.4	Alternative esaminate .....	8
1.4.1	Descrizione delle alternative.....	9
1.4.2	Confronto tra le alternative .....	15
1.4.3	Conclusioni.....	18
1.5	Scopo dello studio.....	19
<b>2</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO .....</b>	<b>21</b>
2.1	Premessa.....	21
2.2	Pianificazione rifiuti e bonifiche .....	22
2.2.1	Normativa di riferimento .....	22
2.2.2	Piano regionale di gestione rifiuti – Sezione rifiuti speciali (PRGRS).....	24
2.2.3	Piano delle bonifiche dei siti inquinati (PRB).....	26
2.2.4	Accordo di programma per la definizione degli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale di "Porto Torres" .....	28
2.3	Pianificazione delle acque.....	29
2.3.1	Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI).....	29
2.3.2	Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche.....	32
2.3.3	Piano di Tutela delle Acque.....	33
2.3.4	Piano di Gestione del Distretto Idrografico .....	36
2.4	Pianificazione territoriale .....	37
2.4.1	Premessa.....	37
2.4.2	Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna (PPR).....	38
2.4.3	Piano urbanistico provinciale - Piano territoriale di coordinamento (PUP-PTC) .....	45
2.4.4	Strumenti urbanistici comunali .....	50
2.4.5	Pianificazione intercomunale: Piano Regolatore Territoriale dell'area industriale di Sassari, Porto Torres ed Alghero.....	55
2.4.6	Piani di Zonizzazione Acustica .....	58
2.5	Aree protette e tutelate .....	61
2.5.1	Sistema delle aree protette .....	61
2.5.2	Rete Natura 2000 .....	62
2.6	Regime vincolistico .....	64
2.6.1	Vincoli paesaggistici ed ambientali (D.Lgs 42/2004) .....	64
2.6.2	Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23).....	67
2.6.3	Rischio sismico (OPCM 3274/2003 e OPCM 3519/2006).....	68
2.7	Eventuali disarmonie tra pianificazione e progetto.....	71
<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE .....</b>	<b>76</b>
3.1	Premessa.....	76
3.2	Descrizione sintetica dell'intervento .....	77
3.2.1	Opere Lato Fiume .....	77

3.2.2	Opere Lato Mare.....	79
3.2.3	Impianto di trattamento .....	80
3.2.4	Piezometri.....	80
3.3	Parametri di esercizio .....	81
3.3.1	Pseudo falda superficiale.....	81
3.3.2	Falda carbonatica profonda .....	82
3.4	Descrizione del progetto .....	84
3.4.1	Barrieramento fisico-idraulico lato fiume.....	84
3.4.2	Barrieramento fisico-idraulico lato mare .....	94
3.4.3	Impianto di trattamento delle acque.....	105
3.4.4	Tempi di realizzazione.....	107
3.4.5	Monitoraggi.....	109
<b>4</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE .....</b>	<b>111</b>
4.1	Atmosfera e qualità dell'aria.....	112
4.1.1	Caratterizzazione della componente.....	112
4.1.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	128
4.2	Ambiente idrico superficiale .....	135
4.2.1	Caratterizzazione della componente.....	135
4.2.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	139
4.3	Suolo e sottosuolo .....	147
4.3.1	Caratterizzazione della componente.....	147
4.3.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	169
4.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	172
4.4.1	Caratterizzazione della componente.....	172
4.4.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	181
4.5	Rumore.....	186
4.5.1	Caratterizzazione della componente.....	186
4.5.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	192
4.6	Paesaggio .....	201
4.6.1	Caratterizzazione della componente.....	201
4.6.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente .....	219
<b>5</b>	<b>MITIGAZIONI E MONITORAGGI .....</b>	<b>229</b>
5.1	Mitigazioni.....	229
5.1.1	Atmosfera e qualità dell'aria.....	229
5.1.2	Ambiente idrico .....	229
5.1.3	Suolo e sottosuolo .....	230
5.1.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	230
5.1.5	Rumore.....	230
5.2	Monitoraggi.....	231
5.2.1	Monitoraggio degli interventi di bonifica .....	231
5.2.2	Monitoraggio e controllo dell'impianto di trattamento delle acque .....	232
<b>6</b>	<b>IMPATTO SUL SISTEMA AMBIENTALE COMPLESSIVO.....</b>	<b>233</b>
6.1	Atmosfera e qualità dell'aria.....	233
6.2	Ambiente idrico .....	233
6.3	Suolo e sottosuolo .....	234
6.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	235
6.5	Rumore.....	235

6.6	Paesaggio .....	236
6.7	Considerazioni complessive .....	236
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>238</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>240</b>

## *Appendici*

Appendice 1 – Cronoprogramma Opere Lato Fiume

Appendice 2 – Cronoprogramma Opere Lato Mare

## *Indice delle Tavole*

Tavola 1 – Inquadramento territoriale – scala 1:100.000

Tavola 2 - Localizzazione degli interventi – scala 1:10.000

Tavola 3 – Localizzazione degli interventi su ortofoto– scala 1:4.000

Tavola 4 – Vincoli paesaggistici – scala 1:50.000

Tavola 5 – Aree protette e/o tutelate – scala 1:50.000

Tavola 6 – Carta di uso del suolo – scala 1:25.000

Tavola 7 – Carta di sintesi dei caratteri morfologici, naturali ed antropici – scala 1:25.000

Tavola 8 – Carta di intervisibilità – scala 1:25.000

Tavola 9 – Localizzazione dei punti di vista – scala 1:10.000

Tavola 10 – Punto di vista 1 – Stato di fatto e Progetto

Tavola 11a – Punto di vista 2 – Stato di fatto

Tavola 11b – Punto di vista 2 – Progetto

Tavola 12a – Punto di vista 3 – Stato di fatto

Tavola 12b – Punto di vista 3 – Progetto

## *Allegati*

Allegato 1 – REHR11006BASA00225 Sito Sapei. Progettazione Opere Di Barrieramento Fisico-Idraulico, Impianti Tecnologici, Impianto Trattamento Acque. Studio delle Alternative Progettuali.

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	08/02/2013	B3001222	Prima emissione

Alla redazione del presente documento hanno partecipato: arch. Laura Boi, dott. geol. Silvia Malinverno, ing. Antonella Baglivi e arch. Aurelia Barone.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Generalità

Con il presente studio la Società **Terna Rete Italia S.p.A.** intende sottoporre alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, in accordo con la normativa vigente in materia, il progetto di bonifica della falda mediante barrieramento fisico-idraulico nell'area della stazione elettrica di conversione SA.PE.I., in comune e provincia di Sassari (Sardegna).

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti, oltre che di opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione. Il progetto prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

### 1.2 Localizzazione dell'intervento

Il sito di intervento è localizzato lungo costa nord-occidentale della Sardegna, nella regione di "Fiume Santu" che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, ad Ovest di Porto Torres e nel territorio comunale di Sassari (Tavola 1 – Inquadramento territoriale).

Il sito è raggiungibile dall'area portuale di Porto Torres percorrendo la strada litoranea in direzione ovest, sino alla località Fiume Santo (Figura 1.2.1).



**Figura 1.2.1 – Inquadramento territoriale**

L'area interessata dagli interventi di bonifica include la sponda sinistra del Fiume Santo, a Est della centrale elettrica E.On. e della Stazione di conversione Terna SA.PE.I, e il settore nord –orientale dell'area della centrale E.On. (Tavola 2 – Localizzazione degli interventi, Tavola 3 – Localizzazione degli interventi su ortofoto e Figura 1.2.2).



Figura 1.2.2 – Localizzazione dell'area di intervento

### 1.3 Motivazioni del progetto

L'Area TERNA-SA.PE.I. ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres, così come perimetrato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Le attività di caratterizzazione ambientale eseguite a seguito delle prescrizioni di legge hanno indicato la necessità di mettere in atto opportuni interventi di bonifica della falda.

Sulla base dei dati disponibili, nel 2007 è stato predisposto e consegnato al MATTM un documento progettuale basato su un approccio di intervento di tipo fisico-idraulico, che è stato autorizzato in via provvisoria con uno specifico decreto ministeriale allo scopo di permettere l'avvio dei lavori.

Nel periodo 2008-2009 è stata condotta una campagna di indagini finalizzata ad acquisire gli elementi necessari per procedere alla progettazione esecutiva. Tale campagna è stata eseguita secondo il programma contenuto nel progetto approvato e tenendo conto di

alcuni vincoli operativi emersi in corso d'opera, ma in ogni caso nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto ministeriale.

Come previsto dalla VIA, sono state analizzate diverse alternative, tra le quali è stato esaminato un progetto di barrieramento solo idraulico, anche in considerazione dell'esistenza di un simile progetto di bonifica della falda sviluppato da E.On. per l'area della centrale termoelettrica. E' stato quindi sviluppato uno Studio delle alternative progettuali (REHR11006BASA00225, allegato 1 al presente documento).

#### 1.4 Alternative esaminate

Al fine di analizzare le possibili alternative tecnologiche al progetto sottoposto a procedura di VIA, Terna ha valutato l'opportunità di riprendere in esame l'approccio idraulico anche in considerazione dell'esistenza di un simile progetto di bonifica della falda sviluppato da E.On. per la contigua area della centrale termoelettrica.

È stato quindi sviluppato uno Studio delle alternative progettuali<sup>1</sup>, allegato al presente documento, che ha posto a confronto le implicazioni ambientali e territoriali determinate da due opzioni progettuali alternative, che perseguono gli stessi obiettivi di bonifica:

- barrieramento fisico-idraulico (Opzione A),
- barrieramento solo idraulico (Opzione B),

allo scopo di individuare quale delle due soluzioni sia preferibile da un punto di vista strettamente ambientale.

Nello Studio sono stati sviluppati i seguenti capitoli:

- descrizione sintetica dei progetti, nei quali sono state evidenziate le principali caratteristiche dell'una e dell'altra Opzione così da poterle mettere poi a confronto;
- analisi del regime vincolistico e pianificatorio che insiste sull'area di progetto;
- caratterizzazione ambientale dell'area con particolare evidenza allo stato di fatto quali-quantitativo delle principali matrici coinvolte dal progetto (matrice idrica e suolo e sottosuolo);
- analisi delle alternative proposte con identificazione di appositi indicatori atti al confronto e individuazione di una metodologia quantitativa per procedere ad un confronto il più possibile oggettivo e facilmente ripercorribile;
- valutazione dei risultati ottenuti dall'analisi delle alternative e considerazioni conclusive.

Di seguito si riporta una sintesi dello Studio con le relative conclusioni.

---

<sup>1</sup> REHR11006BASA00225, "Sito SA.PE.I. Progettazione opere di barrieramento fisico-idraulico, impianti tecnologici, impianto trattamento acque - Studio delle alternative progettuali", CESI B3001227.

## 1.4.1 Descrizione delle alternative

### 1.4.1.1 Opzione A – barrieramento fisico-idraulico

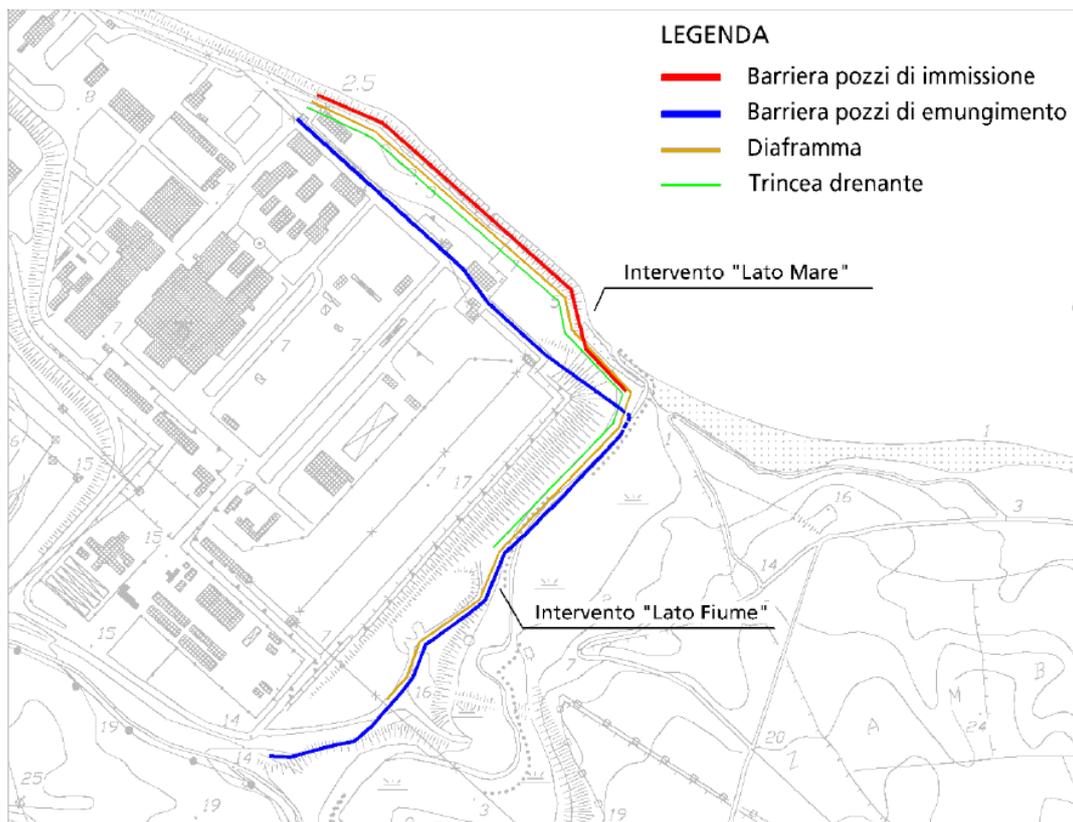
L'intervento riguarda la realizzazione di:

- opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti;
- opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione.

Per pervenire all'obiettivo di protezione dei recettori le opere sono localizzate:

- in sponda sinistra del Fiume Santo (opere Lato Fiume);
- in corrispondenza del tratto litorale antistante la centrale E.On. (opere Lato Mare).

La figura successiva riporta lo schema di progetto per questa opzione.



**Figura 1.4.1 - Opzione A: Schema degli interventi in progetto**

Nel seguito si fornisce una sintetica descrizione del progetto suddividendo le opere in Lato fiume e Lato mare.

#### 1.4.1.1.1 Lato fiume

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barrieramento fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso la valle del Fiume Santo, provenienti in parte da sito E.On. e in parte dal sito TERNA-SA.PE.I.. Il barrieramento

fisico sarà costituito da un diaframma composito (bentonite con interposizione di una geomembrana in HDPE), che si svilupperà verticalmente fino alla sommità della formazione calcarea (sede della falda profonda), a profondità variabile tra 12 m e 20 m. Nel tratto terminale dell'intervento, laddove la formazione calcarea si approfondisce, la barriera fisica sarà limitata alla profondità massima di 20 m da piano campagna.

La barriera avrà sviluppo planimetrico di circa 500 m, e si estenderà dalla zona di foce del Fiume Santo fino all'area del carbondotto E.On. A sud del carbondotto non è prevista la realizzazione del barrieramento in quanto in tale area non è stata riscontrata la presenza della pseudo-falda.

Alle spalle del barrieramento fisico sarà realizzata una trincea drenante della lunghezza di 300 m e profondità variabile tra 12 e 15 m, finalizzata a intercettare le acque della pseudo-falda ed evitare innalzamenti piezometrici con effetti sui terreni a monte e drenanza verso la falda carbonatica profonda. La raccolta delle acque dalla trincea sarà effettuata mediante 6 pozzi posizionati a intervalli regolari all'interno della trincea stessa.

Nella falda carbonatica profonda è prevista una barriera idraulica costituita da 25 pozzi di emungimento della profondità di 150 m, finalizzata a intercettare i flussi idraulici contaminati diretti verso l'asse di drenaggio preferenziale che si sviluppa lungo la valle del Fiume Santo. L'interasse tra i pozzi è stato assunto pari a 30 metri.

La realizzazione delle opere di barrieramento richiede la disponibilità di adeguati spazi operativi (larghezza di circa 20 m). Poiché nel tratto terminale del Lato Fiume lo spazio disponibile è limitato a una pista di servizio della larghezza di 2-3 m, si rende necessario prevedere l'ampliamento della pista attraverso il riporto di materiale in alveo e il conseguente rimodellamento dell'alveo.

#### 1.4.1.1.2 Lato mare

Tutte le opere Lato Mare sono localizzate su aree di pertinenza E.On. Le opere sono state sviluppate facendo riferimento alle medesime caratteristiche idrogeologiche riscontrate nel tratto di valle del Lato Fiume. Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barrieramento fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare provenienti quasi esclusivamente dall'area E.On. e, in misura ridotta, dall'area TERNA-SA.PE.I..

Il barrieramento avrà profondità di 20 m e lunghezza di circa 700 m e sarà basato sul medesimo schema adottato per il Lato Fiume, ma con tecniche adattate alle condizioni logistiche e alle interferenze presenti (opere di presa e restituzione della centrale E.On., ecc.). In particolare, il barrieramento sarà costituito da tratti di diaframma bentonitico composito e da tratti realizzati mediante jet grouting. Alle spalle del diaframma è

prevista una trincea drenante della lunghezza di profondità variabile tra 12 e 17 m, in funzione della quota di piano campagna, corredata da 19 pozzi di aggotamento.

Nella falda carbonatica profonda è previsto un doppio barrieramento idraulico, di immissione e di emungimento. La barriera di emungimento, costituita da 20 pozzi, è finalizzata a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare. La barriera intercetterà inoltre una quota parte della portata immessa nella barriera di immissione. La barriera di immissione, costituita da 22 pozzi localizzati in prossimità della linea di costa, è finalizzata sia all'intercettazione di eventuali flussi idrici non intercettati dalla barriera di emungimento sia a impedire locali fenomeni di ingressione marina. La distanza tra le due barriere è di circa 80 m per ridurre le reciproche interferenze. Come per il Lato Fiume è stato assunto un interasse tra i pozzi pari a 30 metri, che dovrà essere verificato in corso d'opera.

#### 1.4.1.1.3 Impianto di trattamento delle acque

Le tubazioni di mandata delle pompe di emungimento saranno collegate a linee di collettamento interrate per il recapito a un impianto di trattamento dedicato, da realizzare in un'area prossima al carbondotto E.On. Tutti i tracciati delle tubazioni saranno realizzati in trincea.

L'impianto di trattamento è dimensionato sulla base dei risultati di uno studio idrogeologico ed ha una potenzialità complessiva di 160 m<sup>3</sup>/h. L'impianto è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi). L'acqua derivante dalla sezione di osmosi, con concentrazioni inferiori a D.Lgs 152/2006 Tabella 2 Allegato 5, è destinata alla reimmissione in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

#### 1.4.1.1.4 Produzione rifiuti

Durante la fase realizzativa del progetto, per la realizzazione del diaframma e dei pozzi, è stata stimata la produzione di circa 165.000 t di rifiuti solidi (principalmente terre e rocce da scavo) e di circa 26.000 t di rifiuti liquidi (ad es.: spurgo dei pozzi e dewatering dei fanghi), che saranno caratterizzate in appositi siti di stoccaggio temporaneo e successivamente inviati a recupero/smaltimento.

#### 1.4.1.1.5 Tempi di realizzazione

In considerazione dell'ampiezza delle aree di intervento e delle difficoltà logistiche e operative, si prevede la realizzazione degli interventi di barrieramento Lato Fiume e Lato

Mare in due fasi distinte e successive, al fine di limitare le interferenze, mentre l'impianto di trattamento sarà realizzato contestualmente alle opere Lato Fiume.

La durata complessiva dell'intervento Lato Fiume è di 59 mesi, mentre quella Lato Mare è prevista in 66 mesi.

La durata complessiva delle attività, comprensiva delle fasi di realizzazione collaudo, messa in esercizio dell'impianto di trattamento è stimata in 6 mesi.

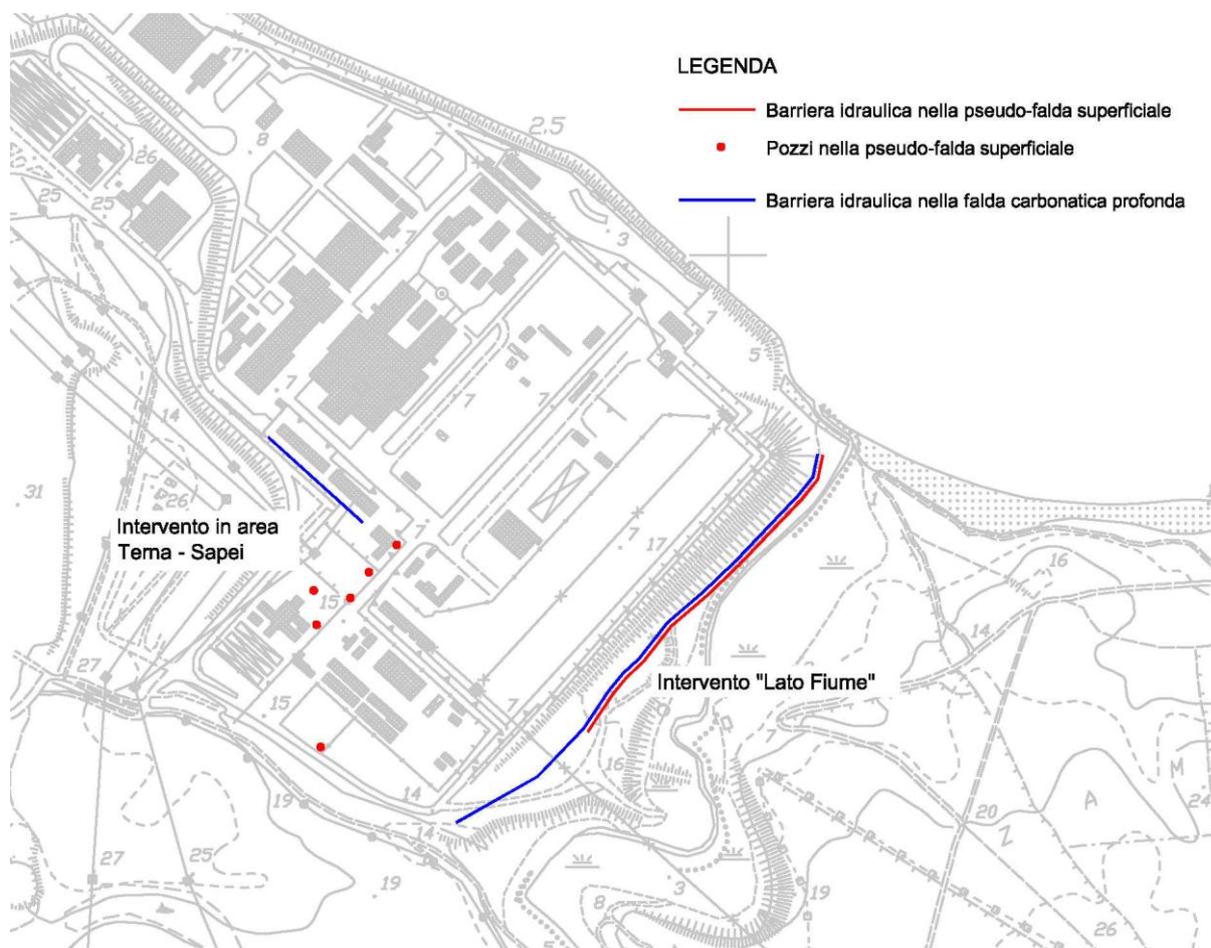
#### *1.4.1.2 Opzione B – barrieramento idraulico*

L'intervento di bonifica si focalizza sulle aree di pertinenza Terna e comprende due gruppi di opere di barrieramento idraulico:

- opere localizzate sulla sponda sinistra del Fiume Santo, tra la zona di foce e il pianoro presente lungo a Est della Stazione di conversione Terna (Lato Fiume);
- opere localizzate all'interno delle aree della Stazione di conversione SA.PE.I. e della stazione elettrica (Area TERNA-SA.PE.I.).

Le opere interessano i due corpi idrici presenti nel sito, rappresentati dalla pseudo-falda ospitata dall'*aquitard* superficiale e dalla falda carbonatica profonda.

La Figura 1.4.2 riporta lo schema di progetto per questa opzione.



**Figura 1.4.2 - Opzione B: Schema degli interventi in progetto**

Nel seguito si fornisce una sintetica descrizione del progetto suddividendo le opere in Lato fiume e Area TERNA-SA.PE.I..

#### 1.4.1.2.1 Lato Fiume

Nella pseudo-falda superficiale è prevista una barriera idraulica costituita da 17 pozzi della profondità massima di 20 m finalizzata a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso la valle del Fiume Santo, provenienti in parte da sito E.On. e in parte dal sito TERNA-SA.PE.I..

Nella falda carbonatica è prevista una barriera idraulica costituita da 24 pozzi della profondità massima di 150 m finalizzata a intercettare i flussi idrici naturali diretti verso l'asse di drenaggio preferenziale che si sviluppa lungo la valle del Fiume Santo, provenienti dal sito E.On. e dal sito TERNA-SA.PE.I.. L'elevata profondità dei pozzi si giustifica con la necessità di garantire l'intercettazione della contaminazione profonda.

L'interasse tra i pozzi è stato assunto pari a 30 metri; in corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio, si dovrà procedere alla verifica dell'effettivo raggio di influenza dei pozzi e conseguentemente dell'eventuale necessità di realizzare pozzi integrativi.

In fase di esercizio, con l'ausilio dei dati del monitoraggio piezometrico e della conducibilità elettrica delle acque, dovrà essere effettuata la taratura dei pompaggi e del livello dinamico dei pozzi per prevenire l'eventuale richiamo di acque inquinate dalla falda posta in destra orografica del fiume stesso.

#### 1.4.1.2.2 Area TERNA-SA.PE.I.

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di 6 pozzi della profondità massima di 20 m localizzati nei settori della Stazione Elettrica (Terna) e della Stazione di Conversione (SA.PE.I.). Attraverso questi pozzi vengono intercettati i modesti deflussi idrici sotterranei circolanti nell'aquitard e diretti verso il mare o verso il Fiume Santo.

Come per il Lato fiume, tenuto conto delle esigue portate della pseudo-falda superficiale e dell'eterogeneità e anisotropia dell'aquitard, in fase di esecuzione delle opere saranno condotte prove di pompaggio per valutare la portata di esercizio ottimale e avere conferma dell'interesse tra i pozzi.

Nella falda carbonatica è prevista una barriera idraulica costituita da 7 pozzi della profondità massima di 150 m (con le stesse caratteristiche dei pozzi Lato Fiume), localizzata all'interno della Stazione elettrica, finalizzata a intercettare i flussi idrici sotterranei contaminati circolanti nel substrato carbonatico e diretti verso il mare. Come per il Lato Fiume è stato assunto un interesse tra i pozzi pari a 30 metri, che dovrà essere verificato in corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio.

Tenuto conto della non eccessiva distanza dal mare, le operazioni di pompaggio dovranno essere opportunamente tarate (in termini di portata, livelli e tempi di pompaggio) su base sperimentale, con l'ausilio dei dati del monitoraggio piezometrico e della conducibilità elettrica delle acque.

#### 1.4.1.2.3 Impianto di trattamento delle acque

Le tubazioni di mandata delle pompe di emungimento saranno collegate a linee di collettamento interrate per il recapito a un impianto di trattamento dedicato, da realizzare in un'area prossima al carbondotto E.On. I tracciati delle tubazioni saranno posati in parte a vista e in parte interrati in trincea.

L'impianto di trattamento è dimensionato sulla base dei risultati di uno studio idrogeologico ed ha una potenzialità complessiva di 120 m<sup>3</sup>/h. L'impianto è costituito da una sezione di filtrazione/adsorbimento. L'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

#### 1.4.1.2.4 Produzione rifiuti

Durante la fase realizzativa del progetto, per la realizzazione delle opere di cantierizzazione, è stata stimata la produzione di circa 6.500 t di rifiuti solidi (principalmente terre e rocce da scavo) e di circa 4.500 t di rifiuti liquidi (ad es.: spurgo dei pozzi e acque di dilavamento), che saranno caratterizzate in appositi siti di stoccaggio temporaneo e successivamente inviati al recupero/smaltimento.

#### 1.4.1.2.5 Tempi di realizzazione

La durata complessiva dell'intervento è stimata in 34 mesi. Tutte le attività saranno eseguite operando con singolo turno di lavoro.

La realizzazione di collettori, vie cavo e relative opere civili associati alle barriere idrauliche saranno eseguite dopo il completamento delle opere precedenti allo scopo di evitare interferenze operative.

Gli impianti tecnologici saranno installati a completamento delle opere di barrieramento e delle opere civili.

### ***1.4.2 Confronto tra le alternative***

Il confronto tra le due alternative progettuali è stato effettuato applicando una metodologia di valutazione basata sull'utilizzo di indicatori (Analisi Multicriteria), considerando, tra gli elementi delle schede descrittive trattate ampiamente nello Studio, quelli ritenuti più significativi.

Il set di indicatori è stato suddiviso in tre parti: nella prima sono stati riportati gli elementi considerati di carattere territoriale e ambientale, nella seconda sono raccolti quelli a carattere gestionale/ambientale e nella terza quelli più di carattere tecnico/economico.

Nella tabella di seguito riportata, sono indicate le classi di giudizio attribuite ad ogni indicatore considerato. La scelta di tali classi segue criteri di presenza/assenza o limiti dettati da normative esistenti, ma anche talvolta dall'effettivo contesto in cui si sta lavorando, così da rendere significativa la discriminazione tra le alternative analizzate per quell'indicatore.

<i>Indicatore</i>	<i>Favorevole</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Sfavorevole</i>
<b>Elementi di carattere territoriale ambientale</b>			
<i>Suolo e sottosuolo</i>			
Utilizzo di suolo	Nessun ingombro in fase di esercizio e molto limitato in fase di cantiere	Ingombri limitati in fase di esercizio e di cantiere	Ingombri di significativo che implicino utilizzo permanente di suolo anche in fase di esercizio
Movimento terre	Nessun scavo rilevante	-	Necessari scavi e sbancamenti di rilievo
Interferenza con aree a rischio idrogeologico	Nessuna interferenza	Potenziati interferenze di limitata entità e/o interferenze con aree a medio e basso rischio idrogeologico	Potenziati interferenze dirette con aree a elevato rischio idrogeologico
<i>Acque sotterranee</i>			
Rischio di contaminazione delle acque sotterranee	Nessun rischio	Rischio di contaminazione per solo dilavamento delle acque	Rischio di contaminazione anche per l'utilizzo di miscele chimiche
Rischio di ingressione d'acqua marina	Nessun rischio	-	Potenziato rischio
Rischio di erosione da sifonamento	Nessun rischio	-	Potenziato rischio
<i>Acque superficiali</i>			
Interferenza con aree a rischio idraulico	Potenziati interferenze trascurabili/nulle	Potenziati interferenze indirette (apporto delle acque del Fiume Santo)	Potenziati interferenze dirette
Potenziato interferenza con la qualità delle acque del Fiume Santo	Nessun rischio	Basso e Medio rischio (inducibile dalla sola presenza dello scarico delle acque trattate)	Alto rischio (inducibile, oltre che dalla presenza dello scarico delle acque trattate, anche dalle attività di cantiere)
Interferenza fisica con il sistema fluviale del Fiume Santo	Nessuna	Modesta	Elevata
<i>Sistema delle aree protette e tutelate</i>			
Potenziato interferenza con aree protette e con la Rete Natura 2000	Nessuna interferenza	Potenziati interferenze con garanzie di minimizzazione delle stesse	Potenziati interferenze dirette
Interferenza con aree a rischio archeologico	Nessuna interferenza rischio	Medio rischio di interferenza	Alto rischio di interferenza
<b>Elementi di carattere gestionale ambientale</b>			
<i>Caratteri gestionali</i>			
Interferenza con le matrici ambientali in caso di malfunzionamento del sistema di bonifica	Nessuna interferenza	Interferenza indiretta	Interferenza diretta
Interferenza con le attività produttive in caso di malfunzionamento del sistema di bonifica	Nessuna interferenza	Interferenza indiretta	Interferenza diretta
Gestione del trattamento dei reflui	Maggiore affinamento del trattamento	-	Minore affinamento del trattamento
Produzione rifiuti	Nulla e/o trascurabile	Modesta	Elevata

<i>Indicatore</i>	<i>Favorevole</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Sfavorevole</i>
<b>Elementi di carattere tecnico economici</b>			
<i>Cantierizzazione</i>			
Spazi occupati dalle aree di cantiere	Molto limitati	Limitati	Ampi
Disponibilità delle aree occupate dal cantiere	Prevalentemente di proprietà Terna	Di proprietà Terna ed E.On.	Di proprietà Terna ed E.On. e sono interessate anche aree demaniali
Interferenza con le attività produttive esistenti	Nessuna interferenza	Interferenza indiretta	Interferenza diretta
Durata del cantiere	Minore	-	Maggiore
<i>Presenza di opere d'arte</i>			
Realizzazione di opere temporanee	Nessuna	Non invasive	Invasive
Realizzazione di opere permanenti	Nessuna	Non invasive	Invasive
<i>Caratteri economico-gestionali</i>			
Sostenibilità economica del progetto	Minori costi	-	Maggiori costi
Onerosità della fase di dismissione	Minore	-	Maggiore

Le due alternative di progetto sono state quindi poste a confronto secondo gli indicatori e le classi sopra riportate. Per ogni classe è stato attribuito un valore:

- rosso (sfavorevole) = 3
- giallo (intermedio) = 2
- verde (favorevole) = 1

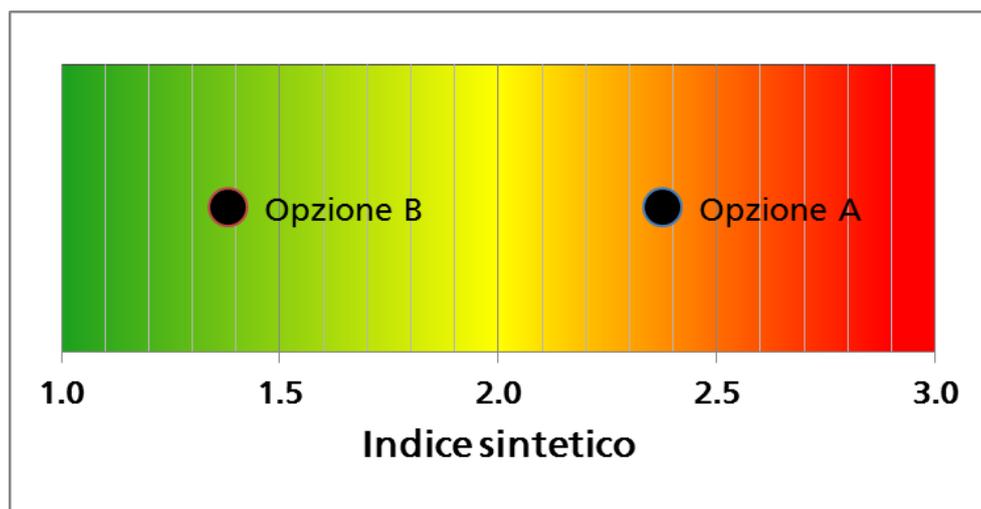
Si è, poi, utilizzato un vettore dei pesi strutturato in modo da tenere conto del peso relativo di ciascun indicatore all'interno di ciascun sottoraggruppamento, quindi del peso relativo di ciascun sottogruppo all'interno del proprio raggruppamento, infine del peso relativo dei due gruppi l'uno rispetto all'altro. Per ogni passaggio il valore è stato normalizzato.

Applicando il vettore dei pesi si è ottenuto il seguente risultato:

	<b>Barrieramento fisico-idraulico (Opzione A)</b>	<b>Barrieramento idraulico (Opzione B)</b>
Elementi di carattere territoriale e ambientale	0,307	0,194
Elementi di carattere ambientale/gestionale	0,267	0,147
Elementi di carattere tecnico ed economico	0,219	0,121
<b>INDICE SINTETICO</b>	<b>0,793</b>	<b>0,462</b>
<b>INDICE SINTETICO IN SCALA 1-3</b>	<b>2,379</b>	<b>1,385</b>

### 1.4.3 Conclusioni

I valori dell'indice sintetico sono stati riportati nel grafico a colori di seguito riportato, nel quale i colori corrispondono alle classi di valori da 1 a 3 (3=rosso, 2=giallo, 1=verde), utilizzati nella tabella di valutazione delle prestazioni degli indicatori ambientali e tecnico-gestionali.



Visto che i punteggi assegnati sono stati di tipo discreto (valori = 1,2,3) e normalizzando al maggior punteggio (=3), il valore che suddivide le ipotesi "più opportune" da quelle "meno opportune" è equivalente a 2.

Con questa premessa i risultati raggiunti mostrano, innanzitutto, che l'opzione A-Barrieramento fisico-idraulico risulta la soluzione comunque sempre penalizzata soprattutto dal punto di vista ambientale. In effetti soprattutto la fase di cantiere dell'opera prevede realizzazioni tali da determinare potenziali impatti significativi nell'area, soprattutto se rapportati con una soluzione che di fatto non presenta un'onerosa fase di cantiere sia in termini di occupazione di spazi, che di produzione e gestione dei rifiuti, che di durata del cantiere stesso.

Risulta, poi, che anche in fase di esercizio l'operazione del barrieramento fisico-idraulico presenti qualche elemento di penalizzazione legato soprattutto alle opere di modellamento morfologico lungo il lato fiume che comportano lo spostamento dell'alveo del Fiume Santo.

Si può infine ritenere la soluzione solo idraulica preferibile a quella fisico-idraulica anche nella fase di fine esercizio per la considerevolmente ridotta entità, durata ed onerosità delle attività di smantellamento. Si consideri che la dismissione del barrieramento fisico-idraulico, anche successivamente al raggiungimento degli obiettivi di bonifica, costituisce attività imprescindibile per evitare il perpetuo emungimento dell'acqua e che l'accumulo

di questa nell'area antistante il barrieramento pregiudichi le caratteristiche geotecniche del suolo, con potenziali danni alle strutture soprastanti, e crei l'allagamento dell'area stessa.

Una più approfondita analisi del confronto tra l'**opzione A-Barrieramento fisico- idraulico** e l'opzione B- Barrieramento idraulico è riportata nel documento REHR11006BASA00225<sup>2</sup>.

## 1.5 Scopo dello studio

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto in conformità a quanto stabilito dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale in materia di valutazione di impatto ambientale e si propone di fornire ogni informazione utile in merito alle possibili interferenze delle attività di cantiere e di esercizio con le componenti ambientali.

I criteri seguiti nella redazione del presente documento, l'articolazione dei contenuti e la documentazione fornita sono quelli indicati dalla vigente normativa nazionale in materia di valutazione dell'impatto ambientale, rappresentata dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 dicembre 1988, tuttora vigente.

Il Quadro di Riferimento Programmatico descrive le relazioni e verifica la coerenza dell'opera e degli interventi connessi con la programmazione e con gli strumenti di pianificazione territoriali di carattere nazionale, regionale e locale.

Il Quadro di Riferimento Progettuale descrive il progetto e le alternative tecnologiche impiantistiche adottate, esplicitando le motivazioni assunte dal proponente nella definizione del progetto, le motivazioni tecniche delle scelte progettuali, nonché i provvedimenti ed interventi che si ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento delle opere nell'ambiente. Vengono inoltre descritte le caratteristiche tecniche e fisiche del progetto e le aree occupate durante la fase di costruzione e di esercizio, le tempistiche e le modalità di esecuzione delle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere in progetto, con individuazione degli insediamenti di cantiere e della viabilità di accesso agli stessi.

Il Quadro di Riferimento Ambientale è sviluppato analizzando, nell'area interessata, i sistemi ambientali coinvolti dalle attività in progetto, dettagliando lo stato attuale rilevato e sviluppando l'analisi di impatto previsionale per ogni singola componente ambientale e per il complesso del sistema ambientale interferito, evidenziando le ricadute delle opere sull'ecosistema naturale ed antropico in esame.

Le misure di mitigazione che si prevede adottare ed i sistemi di monitoraggio ambientale dell'area circostante la centrale sono descritti nei due capitoli finali.

---

<sup>2</sup> REHR11006BASA00225 "Sito SA.PE.I. - Progettazione opere di barrieramento fisico-idraulico, impianti tecnologici, impianto trattamento acque - Studio delle alternative progettuali", CESI B3001227.

Sono infine allegati la cartografia tematica, gli allegati tematici ed infine la Sintesi Non Tecnica dello studio.

Lo studio di impatto ambientale è stato redatto, in conformità alle modalità e disposizioni del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., dal Gruppo di Lavoro composto dai seguenti professionisti:

<b>Quadro di riferimento / Componente Ambientale</b>	<b>Professionisti</b>
<i>Coordinamento</i>	Cesare Pertot – Marina Ghilardi
<i>Quadro di riferimento progettuale</i>	Caterina De Bellis
<i>Quadro di riferimento programmatico</i>	Silvia Malinverno
<i>Atmosfera e qualità dell'aria</i>	Cesare Pertot – Marco D'Aleo
<i>Ambiente idrico</i>	Silvia Malinverno
<i>Suolo e sottosuolo</i>	Silvia Malinverno
<i>Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi</i>	Maurizio Perotti – Marina Ghilardi
<i>Rumore</i>	Roberto Ziliani – Marco Lamberti
<i>Paesaggio</i>	Laura Boi – Aurelia Barone
<i>Redazione tavole</i>	Antonella Baglivi

## 2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

### 2.1 Premessa

Nel presente capitolo viene delineato il contesto vincolistico e pianificatorio del territorio del comune di Sassari, nell'omonima provincia, evidenziando le indicazioni o prescrizioni esistenti che possono interessare gli interventi previsti dalle attività in progetto.

Il sistema di bonifica in progetto prevede il trattamento in loco delle acque estratte; l'impianto di trattamento stato progettato con una potenzialità complessiva pari a 160 m<sup>3</sup>/h ed è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi).

L'acqua derivante dalla sezione di osmosi (40-70 m<sup>3</sup>/h), con concentrazioni inferiori a D.Lgs. 152/2006 Tabella 2 Allegato 5, è destinata alla reimmissione in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

Si premette che quanto previsto dal progetto è coerente con le normative nazionali in materia ambientale D.Lgs. 152/06 e s.m.i. che all'art. 243 comma 1 dispone che: «*Le acque di falda emunte dalle falde sotterranee, nell'ambito degli interventi di bonifica di un sito possono essere scaricate, direttamente o dopo essere state utilizzate in cicli produttivi in esercizio nel sito stesso, nel rispetto dei limiti di emissione di acque reflue industriali in acque superficiali di cui al presente decreto*».

Il secondo comma dell'art. 243 prosegue prevedendo che «in deroga a quanto previsto dal comma 1 dell'art. 104, ai soli fini della bonifica dell'acquifero, è ammessa la reimmissione, previo trattamento, delle acque sotterranee nella stessa unità geologica da cui le stesse sono state estratte, indicando la tipologia di trattamento, le caratteristiche quali-quantitative delle acque reimmesse, le modalità di reimmissione e le misure di messa in sicurezza della porzione dell'acquifero interessato dal sistema di estrazione/reimmissione. Le acque reimmesse devono essere state sottoposte ad un trattamento finalizzato alla bonifica dell'acquifero e non devono contenere altre acque di scarico o altre sostanze pericolose e diverse, per qualità e quantità, da quelle presenti nelle acque prelevate».

Fatta la suddetta premessa si specifica che nel seguito, relativamente al regime vincolistico, si considerano le tutele di carattere europeo e nazionale, esplicitati nel:

- Regime di tutela delle aree naturali protette, che si articola nelle Aree protette a livello nazionale (L. 394/1991) e nelle aree tutelate a livello europeo (Rete Natura 2000);
- Regime vincolistico nazionale di natura paesaggistica-ambientale (D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.), idrogeologica (R.D. 3267/23) e sismica (OPCM 3274/2003, OPCM 3519/2006).

Il complesso quadro della pianificazione vigente può essere agevolmente analizzato attraverso l'individuazione dei tre livelli principali in cui esso si articola:

- un primo livello di carattere regionale/interregionale, in cui il "Piano di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS)", "Piano Regionale delle Bonifiche (PRB)", il "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)", il "Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche, il "Piano di Tutela delle Acque (PTUA)" e il "Piano Paesaggistico Regionale" (P.P.R.) rappresentano i documenti di riferimento;
- un secondo livello di carattere provinciale, con riferimento al "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale" (PUP-PTC.) della Provincia di Sassari;
- un terzo livello di carattere locale, che si esplicita nel Piano Regolatore (P.R.G.) dei Comuni di Sassari e Porto Torres e nel Piano Regolatore dell'area di sviluppo industriale di Sassari-Porto Torres-Alghero.

L'operazione di analisi del territorio, sviluppata nei paragrafi successivi e condotta attraverso lo studio degli strumenti di pianificazione che ne regolano e indirizzano lo sviluppo, è stata compiuta considerando le aree interessate dagli interventi del progetto.

L'analisi è stata effettuata, oltre che per livelli (interregionale, regionale, locale), per settori di pianificazione (acqua, ambiente, energia e territorio), al fine di inquadrare il regime vincolistico che vige nell'area interessata dal progetto.

## 2.2 Pianificazione rifiuti e bonifiche

### 2.2.1 Normativa di riferimento

I capisaldi su cui si fonda la normativa del settore rifiuti sono costituiti dalle seguenti norme:

- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2008/98/CE del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche e integrazioni.

A livello nazionale, il D.Lgs. del 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. riordina la normativa in materia ambientale e, in particolare, in tema di rifiuti e bonifiche, a cui è dedicata la Parte Quarta, sostituendo sia il D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 che il connesso D.M. 25 ottobre 1999, n. 471, in attuazione dell'art. 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 2. In tema di bonifica dei siti inquinati il riferimento è alla Parte IV, Titolo V.

A queste norme di carattere generale se ne aggiungono altre, sia a livello europeo che nazionale, che disciplinano nel dettaglio specifiche categorie di impianti o di rifiuti: discariche, impianti di autodemolizione, fanghi depurazione, rifiuti sanitari, rifiuti contenenti amianto, rifiuti contenenti PCB, ecc.

Con ulteriori atti di indirizzo e circolari l'Assessorato della difesa dell'ambiente ha negli ultimi anni affrontato la tematica della gestione dei rifiuti.

La Regione ha emanato alcune leggi di delega di funzioni agli enti intermedi, che coinvolgono, tra l'altro, la tematica dei rifiuti. In particolare:

- la L.R. 11/5/2006, n. 4, che ha recepito i contenuti del D.Lgs. n. 59/05 (IPPC) stabilendo che alla Regione spettano i compiti di indirizzo, regolamentazione e coordinamento, e attribuendo alle province la competenza al rilascio delle Autorizzazioni Integrate Ambientali, avvalendosi delle istruttorie dell'ARPAS;
- la L.R. 12/6/2006, n. 9 (Conferimento di funzioni e compiti agli Enti Locali), che ha attribuito alle province le funzioni e i compiti amministrativi indicati nell'art. 197 del D.lgs. 152/06; si prevede inoltre che la Provincia concorra alla predisposizione dei piani regionali di gestione rifiuti, assicuri la gestione unitaria dei rifiuti urbani e predisponga i relativi piani di gestione, qualora gli ambiti territoriali ottimali coincidano con il territorio provinciale.

Le norme a carattere regionale introdotte specificamente in materia di bonifiche sono inerenti all'attribuzione delle competenze istituzionali. In particolare, ai sensi del D.Lgs. n.152/06 la procedura prevista all'art. 242 risulta in capo alla Regione. Tuttavia, la Regione Sardegna con L.R. 12 giugno 2006, n. 9 art. 59, co. 6 conferisce parte delle funzioni assegnate ai Comuni territorialmente competenti.

Nelle vie ordinarie, gli interventi di bonifica risultano sottoposti alle procedure del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio. Tuttavia l'applicazione della definizione di inquinamento diffuso in regime di ordinanza rimanda la disciplina degli interventi ad un apposito Piano predisposto dalla regione.

La L.R. n. 9/06 " *Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali*" all'art. 58 stabilisce che spettano alla regione, in materia di gestione dei rifiuti, le seguenti funzioni:

[...]

*e) predisposizione dell'anagrafe dei siti inquinati da bonificare e approvazione dei progetti di bonifica dei siti se l'intervento di bonifica e di messa in sicurezza riguarda un'area compresa nel territorio di più comuni, con le procedure di cui all'articolo 242 del decreto legislativo n. 152 del 2006, e successive modifiche ed integrazioni;*

*f) erogazione dei finanziamenti per la realizzazione delle opere di bonifica e degli impianti di smaltimento e recupero.*

[...]

All'art. 59, co. 4, così come modificato dalla L.R. 12/11, si definisce che spettano inoltre alle province i seguenti compiti e funzioni:

[...]

*e) redazione degli elenchi dei siti inquinati che si estendono sul territorio di più comuni;*

Al comma 6 dell'art 59, invece si specifica che:

*sono attribuiti ai comuni le funzioni e i compiti amministrativi indicati nell'articolo 198 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modifiche ed integrazioni, nonché l'approvazione dei progetti di bonifica ricadenti nel territorio di competenza, sentita la conferenza dei servizi convocata ai sensi della Legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modifiche ed integrazioni. "Competono alle amministrazioni provinciali tutte le procedure di approvazione delle attività di caratterizzazione e bonifica nelle aree ricadenti fra più comuni della medesima provincia, nonché gli interventi sostitutivi di bonifica dei siti contaminati di cui all'articolo 250. Al fine di anticipare le somme per i predetti interventi le province possono istituire un apposito fondo di rotazione e rivalersi in danno nei confronti del responsabile dell'inquinamento.*

La Regione Autonoma della Sardegna ha provveduto nel corso dell'ultimo decennio alla predisposizione di documenti di pianificazione in materia di gestione dei rifiuti e delle bonifiche, quali in particolare:

- Piano regionale di gestione rifiuti – Sezione rifiuti urbani (D.G.R. n. 73/7 del 20/12/08);
- Piano di bonifica dei siti inquinati (D.G.R. n. 45/34 del 5/12/2003);
- Piano regionale di gestione rifiuti – Sezione rifiuti speciali (D.G.R. n. 13/34 del 30/4/02); attualmente è stato adottato con D.G.R. n. 16/22 del 18.04.2012 il nuovo Piano di Gestione dei Rifiuti Speciali il quale è in fase di prossima approvazione.

Vista la natura di opera in esame si ritiene possano essere di interesse i Piani di cui ai punti 2 e 3, dato che, con l'espletamento delle attività di bonifica in progetto, non si entra nel campo dei rifiuti urbani

### ***2.2.2 Piano regionale di gestione rifiuti – Sezione rifiuti speciali (PRGRS)***

Con Delibera della Giunta Regionale n. 50/17 del 21/12/2012 è stato approvato il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS).

Il nuovo Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali è stato predisposto a partire da una preliminare caratterizzazione del quadro normativo e pianificatorio di riferimento (come definito a livello comunitario, nazionale e regionale) e da un'analisi del quadro socio-economico regionale, nell'ambito dei quali è stata contestualizzata l'analisi dell'attuale sistema regionale di gestione dei rifiuti speciali.

In considerazione dei principi e indirizzi definiti nella normativa di riferimento comunitaria e nazionale, delle specifiche caratteristiche del contesto regionale e della convinzione che ambiente e sviluppo economico debbano necessariamente procedere in sintonia, puntando a valorizzare le opportunità di innovazione, modernizzazione e sviluppo che l'ambiente offre all'economia, nel Piano regionale di gestione rifiuti – sezione rifiuti speciali si possono individuare i seguenti obiettivi:

- Ridurre la produzione e la pericolosità dei rifiuti speciali

- Massimizzare l'invio a recupero e la reimmissione della maggior parte dei rifiuti nel ciclo economico favorendo in particolare il recupero di energia dal riutilizzo dei rifiuti (oli esausti, biogas ecc.) e minimizzando lo smaltimento in discarica
- Promuovere il riutilizzo dei rifiuti per la produzione di materiali commerciali debitamente certificati e la loro commercializzazione anche a livello locale
- Ottimizzare le fasi di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento
- Favorire la realizzazione di un sistema impiantistico territoriale che consenta di ottemperare al principio di prossimità (cioè che i rifiuti vengano trattati in punti il più possibile vicini al luogo di produzione); ovvero garantire il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti speciali, per quanto tecnicamente ed economicamente possibile, in prossimità dei luoghi di produzione
- Assicurare che i rifiuti destinati allo smaltimento finale siano ridotti e smaltiti in maniera sicura.
- Perseguire l'integrazione con le politiche per lo sviluppo sostenibile, al fine di contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici, favorendo la riduzione delle emissioni climalteranti.
- Promuovere, per quanto di competenza, lo sviluppo di una "green economy" regionale, fornendo impulso al sistema economico produttivo per il superamento dell'attuale situazione di crisi, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, all'insegna dell'innovazione e della modernizzazione.
- Assicurare le massime garanzie di tutela dell'ambiente e della salute, nonché di salvaguardia dei valori naturali e paesaggistici e delle risorse presenti nel territorio regionale.

All'interno del Piano stesso sono individuate e sviluppate azioni finalizzate al conseguimento di tali obiettivi e al fine di supportarne l'effettivo conseguimento il Piano prevede la definizione di specifici traguardi.

Nell'ambito del PRGRS adottato, si suddivide il territorio regionale in area nord, centro e sud. Nell'area nord la maggior concentrazione di produttori di rifiuti speciali è concentrata nell'area industriale di Porto Torres, dove si identificano i "grandi produttori" di rifiuti tra i quali si annovera anche la centrale di Fiume Santo.

La maggior parte dei rifiuti speciali prodotti in questa zona, come nella zona a sud della Sardegna, derivano da attività di bonifica. In particolare, sono stati analizzati i dati relativi alla produzione dei rifiuti da attività di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda nel 2008. In tal caso si ha che nell'area Nord della Sardegna sono stati prodotti ingenti quantitativi di tali flussi; infatti la produzione di questo flusso omogeneo ammonta a 1.686.780 t che, rispetto alle 2.745.006 t di rifiuti speciali totali prodotte nell'area, contribuiscono per ben il 61,4%, e rispetto alla produzione totale regionale di tale flusso di rifiuti incidono per il 50,3%.

Si sottolinea poi che dei 1.658.595 t di rifiuti da bonifica prodotti la totalità sono codificati con CER 191308 "rifiuti liquidi acquosi e concentrati acquosi prodotti da operazione di

*risanamento delle acque di falda, diversi dalla voce 191307"* e queste sono prodotte in provincia di Sassari (nel territorio del Comune di Porto Torres) da un unico soggetto (Syndial s.p.a.). Questa quantità di rifiuti è autogestita, essendo effettuate attività di trattamento chimico-fisico (D9) per un successivo riutilizzo.

Le attività previste dal progetto si inquadrano quindi in un contesto di contaminazione della falda diffuso riconosciuto per il quale sono già in esse attività di bonifica.

### **2.2.3 Piano delle bonifiche dei siti inquinati (PRB)**

Il Piano di Bonifica dei siti inquinati della Regione Sardegna è stato approvato con D.G.R. n. 45/34 del 5/12/2003. Il Piano di bonifica è un documento di pianificazione che vuole essere una guida organica per la pianificazione degli interventi di risanamento ambientale e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati. Nello stesso vengono raccolte ed organizzate tutte le informazioni presenti sul territorio, delineate le azioni da adottare per gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente, definite le priorità di intervento, effettuata una ricognizione dei finanziamenti concessi e condotta una prima stima degli oneri necessari per la bonifica delle aree pubbliche.

Il Piano di bonifica dei siti inquinati si pone come obiettivi:

- la realizzazione di bonifiche o messa in sicurezza secondo le priorità di intervento individuate nel piano medesimo;
- il risanamento delle zone contaminate sia di proprietà pubblica che privata;
- lo sviluppo dell'attività di prevenzione;
- la realizzazione di un sistema informativo sui siti contaminati attraverso la predisposizione dell'Anagrafe dei siti inquinati;
- il miglioramento delle conoscenze territoriali e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati con adeguamento in progress del piano regionale, anche in funzione dell'attività dell'Agenzia Regionale per l'Ambiente.

In particolare sono state valutate le aree sede di attività industriali che per la natura intrinseca dei cicli produttivi presenti e dei rifiuti che vengono prodotti, sono potenzialmente in grado di innescare fenomeni di inquinamento delle componenti ambientali coinvolte. Per omogeneizzare gli interventi su queste aree, specialmente su quelle interessate dalla petrolchimica, sono state elaborate, di concerto con i Comuni e le Province interessate, le *"Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione Decreto Ministeriale 471/99"* di cui al *"Protocollo d'intesa per gli interventi di risanamento dei siti di EniChem S.p.A. e POLIMERI EUROPA S.r.l. in Regione Sardegna"* da estendere in tutto il comparto petrolifero e di chimica di base dell'Isola.

Stando ai dati dell'anagrafe dei siti inquinati, risultano censiti complessivamente n. 364 siti, di cui: 157 attività minerarie pregresse o in atto, 45 attività industriali, 59 attività di

smaltimento controllato o incontrollato di rifiuti solidi urbani o assimilabili di cui è prioritaria la bonifica, 98 stoccaggi o perdite accidentali di idrocarburi, 3 stoccaggi abusivi di rifiuti contenenti amianto e, infine, 2 sversamenti accidentali non riconducibili ad alcuna attività industriale.

Sono inoltre presenti due siti contaminati di interesse nazionale: il Sulcis-Iglesiente-Guspinese, che comprende 40 Comuni ubicati nella parte sud-occidentale della Sardegna, e l'Area Industriale di Porto Torres. Le aree da bonificare risultano concentrate essenzialmente nelle Province di Cagliari, Sassari e Carbonia-Iglesias. Tale fatto è imputabile alla presenza in queste aree dei poli industriali di Macchiareddu, Sarroch, Portovesme e Porto Torres e delle vecchie aree minerarie del Sulcis-Iglesiente. I siti minerari dismessi rappresentano, infatti, un'importante criticità per la Regione in conseguenza soprattutto dell'estensione delle aree interessate da inquinamento.

Nel Piano, inoltre, è prevista la bonifica di discariche non autorizzate, classificate in due sottocategorie: discariche contaminate da rifiuti tossico/nocivi e/o speciali e discariche contaminate da rifiuti assimilabili a RSU.

Nell'ambito del PRB 2003 viene descritta l'area industriale di Porto Torres nella quale ricade anche il progetto in esame.

Il Piano nel suo allegato 4 censisce 43 siti in ambito industriale dei quali ha redatto un'apposita scheda (allegato 4) dove si descrive il tipo di contaminazione in atto, l'attività di bonifica da intraprendere e l'ordine di priorità di intervento.

Nell'area di Porto Torres sono stati censiti 10 interventi e tra questi è censito anche quello effettuato nella centrale di Fiume Santo (ai tempi centrale Endesa, ora E.On.) che ha comportato "*Interventi sul terreno contaminato a seguito del versamento di orimulsion dal serbatoio BM001A*". Si tratta di un intervento già effettuato e a seguito del quale è stato implementato un sistema di monitoraggio della falda sottostante.

L'area di Porto Torres, quindi, è riconosciuta come una delle zone più importanti dal punto di vista dell'immissione di potenziali inquinanti nell'ambiente. Questo fattore è dovuto alla presenza di numerosi focolai di contaminazione legati alla storica realtà industriale a cui è soggetta l'area. In particolare la zona di intervento si colloca appunto all'interno della centrale E.On. di Fiume-Santo, riconosciuto come uno dei potenziali vettori di contaminazione.

È nota pertanto la situazione di contaminazione diffusa del suolo e della falda e sono previsti nel PRB stesso interventi di risanamento più o meno puntuali.

Nell'ambito del PRB 2003 non è previsto l'intervento in oggetto tuttavia l'intervento di bonifica delle acque di falda della Stazione Elettrica Terna e dell'Area Stazione di

Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo, è compreso nell'anagrafica dei siti contaminati in continuo aggiornamento a cura degli uffici regionali.

#### ***2.2.4 Accordo di programma per la definizione degli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale di "Porto Torres"***

L'Accordo di Programma per la definizione degli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale di "Porto Torres", approvato con Delibera della Giunta regionale n. 43/11 del 2009, è stato stipulato tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Sassari, Comune di Porto Torres e Comune di Sassari.

Il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Porto Torres è stato istituito con l'articolo 14 della Legge 31 luglio 2002 n. 179 e la sua perimetrazione è stata individuata con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 7 febbraio 2003 ed ampliata con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 3 agosto 2005.

Il SIN di Porto Torres è situato nel comprensorio nord occidentale della Sardegna, si sviluppa a ridosso del Golfo dell'Asinara (area protetta), a ponente della città di Porto Torres e si estende sul territorio dei Comuni di Porto Torres e Sassari, per una superficie complessiva di oltre 4.500 ha.

L'area perimetrata "a terra", con una estensione di oltre 1.800 ha, comprende il Polo Petrochimico (stabilimenti Syndial - all'interno dei quali sono presenti discariche controllate e non interne quali l'area Minciaredda, la discarica "Cava Gessi", discariche industriali ed aree interessate dallo smaltimento di rifiuti -, stabilimenti Ineos Vinyls-ex EVC, Sasol ed altri) il **Polo Elettrico (centrale E.On.-ex Endesa e impianti Terna)**, le aree del Consorzio ASI di Porto Torres (industrie chimiche, meccaniche, stabilimenti Laterizi Torres, area ex Ferromin ed altre, depositi Eni ed Esso e stabilimento Distoms-ec Olchima, discarica e depuratore consortile), aree agricole e la Discarica di Calancoi.

L'area marina antistante il nucleo industriale, già definita dalla perimetrazione di cui al citato D.M. 7 febbraio 2003, comprende il Porto industriale di Porto Torres e si estende tra la foce del Rio Mannu (confine orientale) e lo Stagno di Pilo (confine occidentale) per una superficie complessiva di circa 2.700 ha. Nell'area sono presenti pontili per l'approvvigionamento di materie prime solide e liquide.

L'area di intervento quindi si colloca nell'ambito del suddetto SIN.

Tra gli interventi di messa in sicurezza attuati, l'allegato tecnico dell'Accordo di Programma segnala: *"[...] Ulteriori interventi di messa in sicurezza di emergenza dei suoli sono consistiti nella rimozione e smaltimento di rifiuti contenenti amianto da diversi siti,*

*e nella decorticazione superficiale, rimozione e smaltimento degli orizzonti insaturi contaminati all'interno delle aree di proprietà Terna S.p.A."*

Inoltre si segnala che: *"Risultano, in particolare, concluse le attività di caratterizzazione di tutti i settori dello Stabilimento Syndial e delle principali aziende operanti nell'area, tra cui E.On.- ex Endesa, Esso Italiana, ENI, Sasol S.p.A., INEOS e Terna S.p.A."*

Tra i progetti di bonifica approvati si cita anche quanto segue: *"E' stato approvato il Progetto di bonifica delle acque di falda dell'area Terna di Fiume Santo."*

## 2.3 Pianificazione delle acque

### 2.3.1 Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.7.2006; ultimo aggiornamento del Piano è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 35 del 21 marzo 2008. Il PAI ha valore di piano territoriale di settore con finalità di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici.

Con lo scopo di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare le informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita due tipologie di aree a rischio idrogeologico, ossia le aree a rischio di frana e quelle a rischio idraulico; in tali aree il PAI persegue le seguenti finalità:

- garantire nel territorio della Regione Sardegna adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni;
- inibire attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico di tutti i sottobacini oggetto del piano;
- costituire condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
- stabilire disposizioni generali per il controllo della pericolosità idrogeologica diffusa in aree non perimetrate direttamente dal piano;
- impedire l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti alla data di approvazione del piano;
- evitare la creazione di nuove situazioni di rischio attraverso prescrizioni finalizzate a prevenire effetti negativi di attività antropiche sull'equilibrio idrogeologico dato, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate dal piano;
- rendere armonico l'inserimento del PAI nel quadro della legislazione, della programmazione e della pianificazione della Regione Sardegna attraverso opportune previsioni di coordinamento;

- offrire alla pianificazione regionale di protezione civile le informazioni necessarie sulle condizioni di rischio esistenti;
- individuare e sviluppare il sistema degli interventi per ridurre o eliminare le situazioni di pericolo e le condizioni di rischio, anche allo scopo di costituire il riferimento per i programmi triennali di attuazione del PAI;
- creare la base informativa indispensabile per le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche tecniche da condurre sul rischio specifico esistente a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

Nell'ambito del PAI sono state realizzate le carte della pericolosità da frana (scala 1:10.000) dove si identificano delle Classi di pericolosità e delle classi di rischio idrogeologico. Il rischio di frana è definito come prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E e la loro vulnerabilità V.

$$R_g = H_g \cdot E \cdot V$$

Per il rischio di frana totale  $R_g$  si è operata una quantificazione secondo 4 livelli. La classificazione del rischio tiene conto della pericolosità (Hg) in rapporto alla presenza di potenziali elementi "a rischio" quali centri abitati, case sparse e così via. Si hanno quindi diverse classi di rischio (da basso a elevato) in relazione al potenziale danno economico e sociale associato.

La definizione del parametro Hg (pericolosità geologica) non è agevole in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo nell'ambito del PAI si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi:

- **Hg0 – NULLA.** Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze <20%.
- **Hg1 – MODERATA.** Aree con pericolosità assente o moderata con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%.
- **Hg2 – MEDIA.** Aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente, e con pendenze comprese tra 35% e 50%, falesie lungo le coste.
- **Hg3 – ELEVATA.** aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza.

- **Hg4 – MOLTO ELEVATA.** aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro.

Per quanto concerne la pericolosità idraulica, invece, nel PAI le carte delle Aree inondabili del PAI (scala 1:10.000) dove si identificano delle Classi di pericolosità e delle classi di rischio idraulico

L'individuazione delle aree pericolose, ossia quelle eventualmente allagabili, è stata operata con la ricostruzione del possibile profilo di corrente in moto permanente, per i quattro livelli di pericolosità assegnati. Le aree inondabili sono state suddivise in:

- area a molto alta probabilità di inondazione, se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- area ad alta probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;
- area a moderata probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;
- aree a bassa probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

L'area di interesse si colloca nell'ambito del bacino del Coghinas Mannu Temo e nel contesto di indagine non si identificano, nell'ambito, del PAI aree a pericolosità o rischio idrogeologico e/o idraulico per il sottobacino del Fiume Santo.

Tuttavia, Il PAI, all'art. 8 delle proprie norme tecniche definisce che:

*“Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrare dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni –[...]– assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione. [...]”.*

Al comma 2 inoltre si precisa che:

*In applicazione dell'articolo 26, comma 3, delle presenti norme negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al PAI sono delimitate puntualmente alla scala 1: 2.000 le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrare dal PAI.*

Nello specifico l'art. 26 (Aree pericolose non perimetrare nella cartografia di piano) dispone che:

*comma 1 Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:*

- [a] reticolo minore gravante sui centri edificati;
- [b] foci fluviali;
- [c] aree lagunari e stagni.

comma 2. Possiedono significativa pericolosità geomorfologica le seguenti tipologie di aree di versante appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna :

- a) a. aree a franosità diffusa, in cui ogni singolo evento risulta difficilmente cartografabile alla scala del PAI;
- b) b. aree costiere a falesia;
- c) c. aree interessate da fenomeni di subsidenza.

comma 3. Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI, ai sensi dell'articolo 8, comma 5. [...]

comma 4. Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al PAI, si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al PAI tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.

In sintesi, quindi, per le aree e/o i corsi d'acqua non specificatamente oggetto di pianificazione del PAI, lo stesso rimanda al livello comunale per la definizione delle aree a pericolosità idraulica e di frana.

Dato che il bacino del Fiume Santo è un bacino non oggetto della pianificazione PAI, per la definizione delle aree a pericolosità idraulica e di frana si deve far riferimento alla pianificazione comunale e, pertanto, si rimanda al § 2.4.4 per indicazioni in merito.

### ***2.3.2 Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche***

Il Piano Stralcio di Bacino Regionale per le Risorse Idriche, PSURI, (ultima adozione con Deliberazione N. 17/15 del 26.4.2006) costituisce il complesso di attività di pianificazione della Regione Sardegna nel settore idrico, redatto ai sensi della L. 183/89, L. 36/94 e D.Lgs 152/99 e s.m.i. ed in recepimento della Direttiva 2000/60/CE.

Il Piano disciplina le attività da porre in essere per assicurare l'equilibrio del bilancio idrico risorse – fabbisogni e definire una configurazione infrastrutturale e gestionale riferita all'orizzonte temporale a breve e medio termine, necessaria ad ottenere un elevato grado di affidabilità anche negli anni idrologicamente carenti, in coerenza con gli obiettivi nazionali e comunitari, nel rispetto dei vincoli di sostenibilità economica ed ambientale.

Al fine dell'attuazione del piano in oggetto, la Regione Sardegna, avvalendosi dell'Ufficio del Piano per l'Utilizzazione delle Risorse Idriche (U.P.R.I.) provvede al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- programmazione e progettazione del sistema idrico multisetoriale regionale, con relativa classificazione delle infrastrutture da inserire nei programmi di investimento;
- gestione razionale del sistema idrico regionale;
- risparmio idrico;
- miglioramento del livello di conoscenza del sistema idrico regionale.

L'area del progetto non interessa direttamente un acquifero principale, e non vi sono fonti di approvvigionamento strategiche. La tipologia di fabbisogni prevalente per quest'area è quella industriale.

Nell'ambito del PSURI si enfatizza l'opportunità del riutilizzo delle risorse idriche soprattutto per i fabbisogni irrigui ed industriali, precisando peraltro che l'acqua emunta per scopi industriali ammonterebbe annualmente a circa 2039,91 l/s di acque sotterranee, corrispondenti ad un'erogazione complessiva annua di circa 64,33 Mmc (ritenendo comunque il dato sovrastimato).

Il Piano ricorda poi l'importanza dell'emanazione del Decreto Ministeriale n. 185 del 12 giugno 2003, "*Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue*", predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con i Ministeri delle Politiche Agricole e Forestali, della Salute e delle Attività Produttive. Questo rappresenta uno strumento importante nella direzione di una gestione sostenibile del patrimonio idrico, che tuttavia è specifico per la gestione delle acque reflue derivanti dagli impianti di depurazione, con particolare riguardo a quelli civili.

Rispetto quindi alla necessità di ottimizzare l'uso e il riuso della risorsa idrica, il progetto in esame si inserisce coerentemente con la filosofia del PSURI, nonostante di fatto quest'ultimo non preveda specifiche azioni in merito allo specifico oggetto dell'iniziativa proposta da Terna S.p.A..

### ***2.3.3 Piano di Tutela delle Acque***

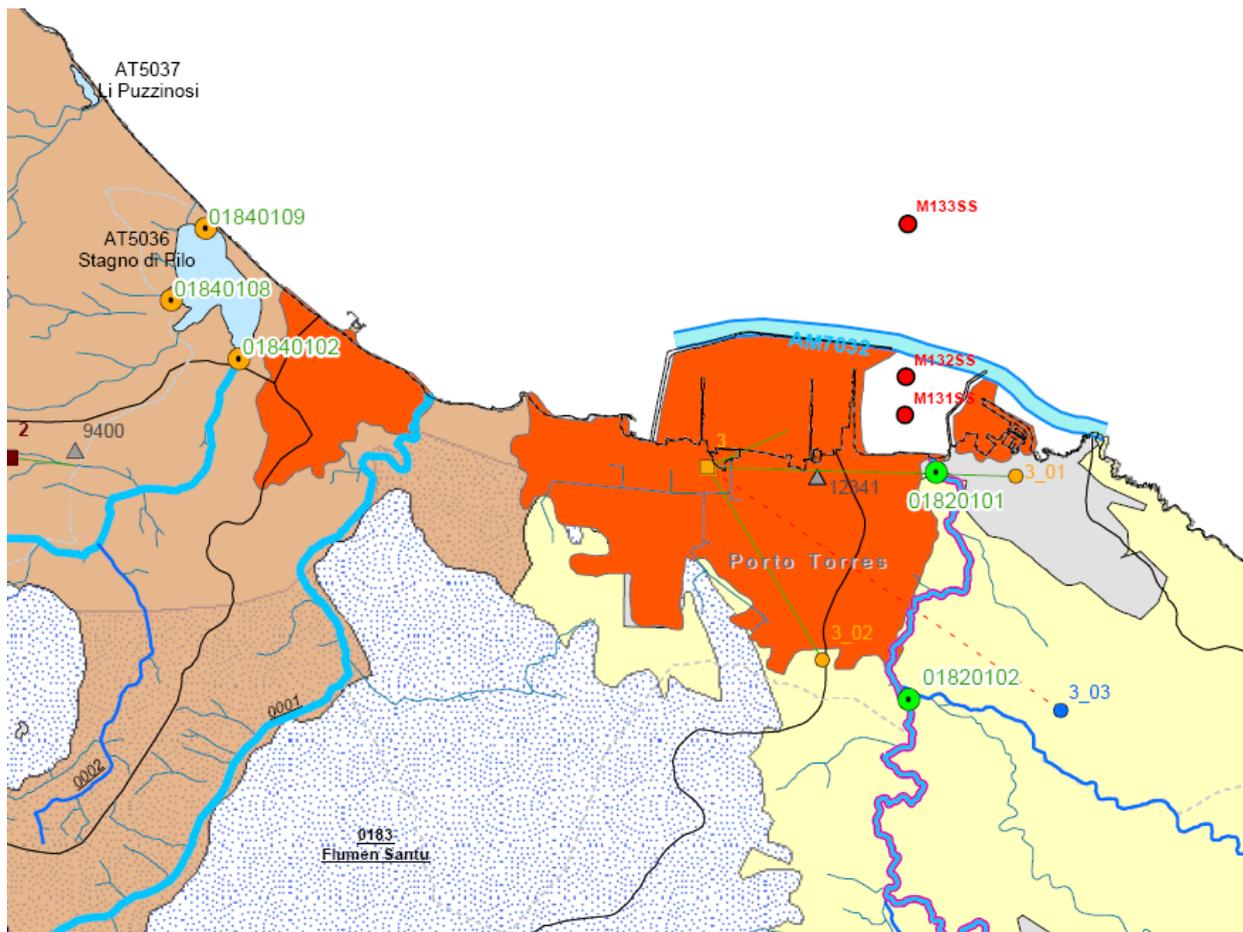
Il Piano di tutela delle acque della Regione Sardegna, approvato con D.G.R. n.14/16 del 04.04.2006, costituisce lo strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, di programmazione, individuazione di interventi, misure e vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscano anche sugli aspetti quantitativi, non limitandosi ai soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, Il Piano persegue i seguenti obiettivi:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;

- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive e in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo vuol essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- lotta alla desertificazione.

L'area di interesse è compresa nel bacino idrografico del Rio Mannu, nel sottobacino del Fiume Santu (n. 183). L'acquifero profondo di interesse è quello carbonatico mesozoico; è presente anche un acquifero più superficiale plio-quadernario.

Il Fiume Santo, di diretto interesse per il progetto, non è assoggettato a specifica tutela dal PTA, dato che non è annoverato tra i corsi d'acqua rilevanti.



## Legenda

	Bacini Idrografici
	Comuni
	Aree Urbane
	Aree Industriali

Specifica Destinazione	Monitoraggio Ambientale	Tratti Costa
Canale	Canale	Monitoraggio Marino Costiere
Corso acqua	Corso acqua	
Invaso, lago	Invaso, lago	

### Codifica Stazioni

*Pxxx: Uso Potabile*  
*Mxxx: Balneazione*  
*xxx: Stato ambientale acque superficiali interne*  
*AMxxx: Stato ambientale acque Marino Costiere*

	Corsi acqua Significativi
	Corsi acqua Rilevanti
	Corsi d'Acqua del 1 ordine
	Corsi d'Acqua del 2 ordine
	Corsi d'Acqua di ordini minori

### Codifica Corpi Idrici

*0xxx: Corsi d'acqua e canali*      *5xxx: Stagni e Paludi*  
*4xxx: Laghi e Invasi*                      *7xxx: Acque Marino Costiere*

	Laghi
	Acque transizione

### Comparto Depurativo - Piano D'Ambito

Scarichi	Impianti singoli esistenti
Insediamenti Collettati a altri impianti	Impianti singoli futuri
Insediamenti non ancora collettati a impianti consortili esistenti	Collettamenti esistenti
Insediamenti collettati a Impianti consortili esistenti	Collettamenti previsti
Impianti consortili esistenti	
Impianti consortili futuri	

### Acquiferi

	Acquiferi Plio Quaternari
	Acquiferi Vulcanici Plio Quaternari
	Acquiferi Sedimentari Terziari
	Acquiferi Vulcanici Terziari
	Acquiferi Carbonatici Mesozoici Paleozoici

**Figura 2.3.1 - Unità Idrografica Omogenea (UIO) - Mannu di Porto Torres**

Considerando gli obiettivi che il PTA si pone, il progetto in esame risulta essere coerente con lo stesso, soprattutto in merito all'uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Nel PTA non sono presenti specifiche disposizioni per la tipologia di attività prevista da progetto, tuttavia il Piano contiene le norme da prevedersi in termini di scarico delle acque in corpi idrici superficiali, alle quali il progetto si attiene, dato che sono comunque quelli previsti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

#### ***2.3.4 Piano di Gestione del Distretto Idrografico***

Il Piano di Gestione del distretto idrografico della Sardegna, previsto dalla Direttiva quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE) rappresenta lo strumento operativo attraverso il quale si devono pianificare, attuare e monitorare le misure per la protezione, il risanamento e il miglioramento dei corpi idrici superficiali e sotterranei e agevolare un utilizzo sostenibile delle risorse idriche. Il Piano è stato adottato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n.1 del 25 febbraio 2010.

Le misure previste nel piano di gestione del distretto idrografico sono destinate a:

- prevenire il deterioramento, migliorare e ripristinare le condizioni delle acque superficiali, ottenere un buono stato chimico ed ecologico delle stesse e ridurre l'inquinamento dovuto agli scarichi e alle emissioni di sostanze pericolose;
- proteggere, migliorare e ripristinare le condizioni delle acque sotterranee, prevenirne l'inquinamento e il deterioramento e garantire l'equilibrio fra estrazione e rinnovo;
- preservare le zone protette.

Il quadro delle misure si compone di misure di competenza del Piano di Gestione (PdG), e di misure complementari già previste da altri piani o programmi d'interventi e valutate dal PdG per le loro specifiche ricadute in tema di tutela della risorsa idrica. In particolare, vista la sostanziale coincidenza nelle finalità tra i piani e grazie al fatto che l'ambito territoriale di riferimento è il medesimo, il Piano di Tutela delle Acque (PTA) rappresenta il riferimento principale per la predisposizione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna.

Inoltre il PdG fa riferimento ad altri strumenti di pianificazione quali il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), il Piano Stralcio per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (PSURI), il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), il Nuovo Piano Regolatore Generale Acquedotti (NPRGA), il Piano d'Ambito, il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) e altri.

Nel PdG fra i cosiddetti Centri Di Pericolo (CDP), reali e/o potenziali più importanti a livello regionale, che possono cioè incidere in qualche modo sul livello qualitativo della risorsa idrica, si ritrovano: le attività industriali, i centri per il trattamento dei rifiuti e le attività di recupero e riciclaggio, le discariche ecc..

In merito alle strategie di protezione delle risorse idriche, il PdG rimanda al PTA, già preso in considerazione in precedenza.

Il progetto si sviluppa nel bacino 0183 - Flumen Santu- Riu d'Astimi; il corso d'acqua è classificato come corso d'acqua effimero/confinato.

In ragione degli elementi di pressione puntuale e diffusa presenti, legati soprattutto all'attività industriale, si ritiene che il Flumen Santu- Riu d'Astimi sia uno dei corsi d'acqua a "rischio" in termini di potenziale raggiungimento degli obiettivi di qualità di cui all'articolo 76 del D.lgs. 152/06.

Nel PDG, per i corpi idrici superficiali della Sardegna, individuati in applicazione del DM 131/2008, sulla base dei dati di monitoraggio pregressi e attraverso l'analisi delle pressioni e degli impatti, sono state effettuate valutazioni volte a definire gli obiettivi ambientali. In particolare nel PDG si è proceduto a distinguere i corpi idrici per i quali è probabile il raggiungimento dell'obiettivo al 2015 dai corpi idrici per i quali è probabile il ricorso all'esenzione (obiettivo stabilito per carenza di dati, totale incertezza nella determinazione dello stato). Il Flumen Santu- Riu d'Astimi ricade in quest'ultima categoria.

Per quanto concerne le acque marino costiere, il progetto si sviluppa nel tratto denominato "Foce del Fiume Santo" (cod. 0182); anche in tal caso gli obiettivi definiti dal piano sono di probabile esenzione per totale incertezza nella determinazione dello stato. Nei casi di esenzione, quindi, l'obiettivo specifico primario definito nel PDG è quello di effettuare un monitoraggio efficiente ed efficace che, oltre a garantire una serie storica sufficientemente lunga in maniera tale da pervenire a una classificazione secondo quanto previsto dall'ex D.lgs. 152/99 (oggi sostituito dal D.Lgs. 152/06 e smi), sia effettivamente "rappresentativo" dello stato ambientale delle acque marino costiere dell'intero territorio regionale, garantendo, tramite la rete delle stazioni, una sua copertura adeguata.

## **2.4 Pianificazione territoriale**

### **2.4.1 Premessa**

Per le valutazioni di tipo territoriale risulta importante, oltre alla tipologia del progetto da attuare, definire quali sono le aree direttamente interessate dallo stesso.

Per facilitare, quindi, le successive valutazioni si riporta in Figura 2.4.1 lo schema dell'intervento grazie al quale è possibile verificare quale sia il territorio direttamente coinvolto nel progetto.

Le successive valutazioni, quindi, potranno far riferimento a tale figura per la verifica delle interferenze con la pianificazione di tipo urbanistico e territoriale.

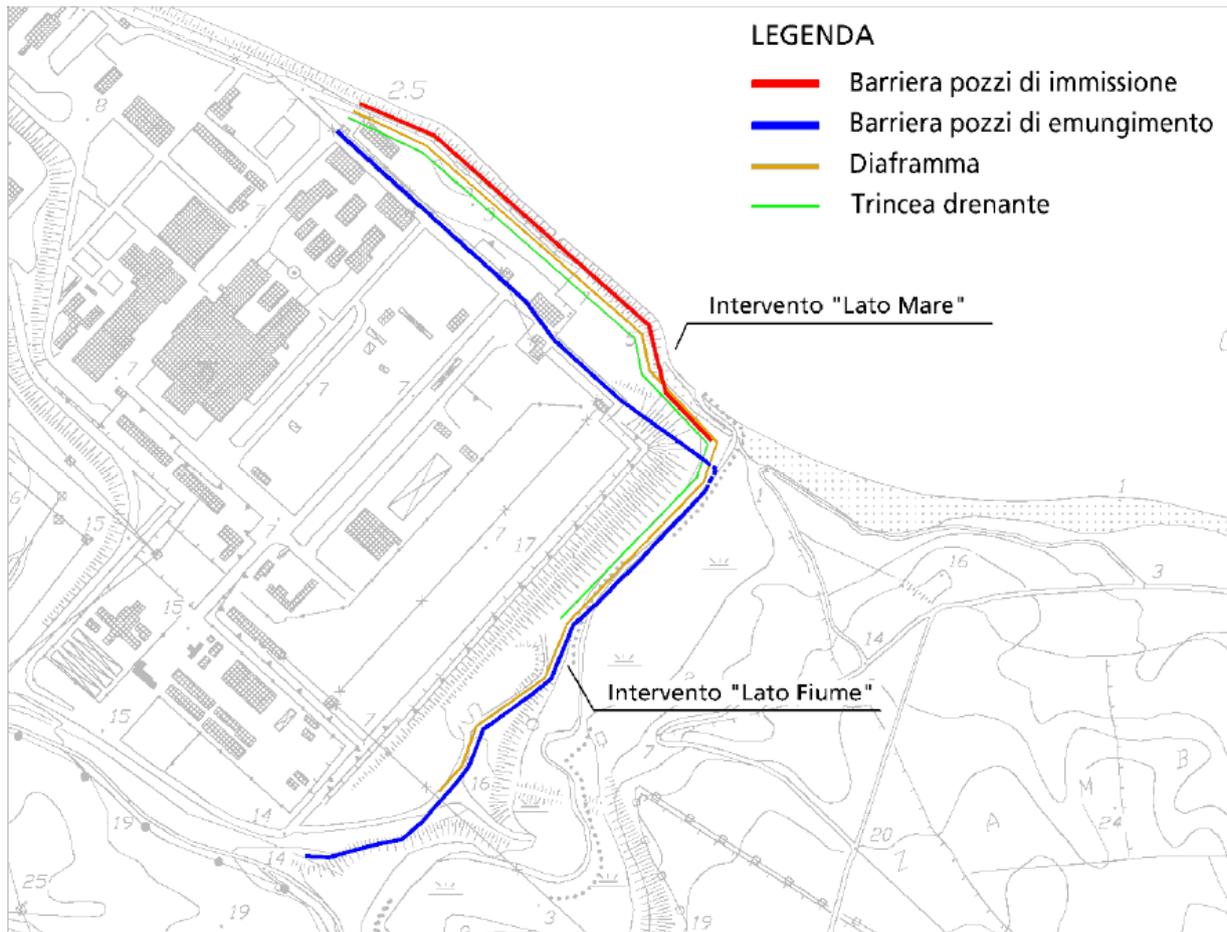


Figura 2.4.1 - Schema degli interventi in progetto

## 2.4.2 Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna (PPR)

Il Piano Paesaggistico Regionale costituisce lo strumento attraverso cui la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intesi come elementi fondamentali per lo sviluppo, disciplinandone la tutela e promuovendone la valorizzazione.

Il PPR persegue le seguenti finalità:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

A tal fine si sono seguite le diverse fasi di:

- analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale nelle loro reciproche interrelazioni;

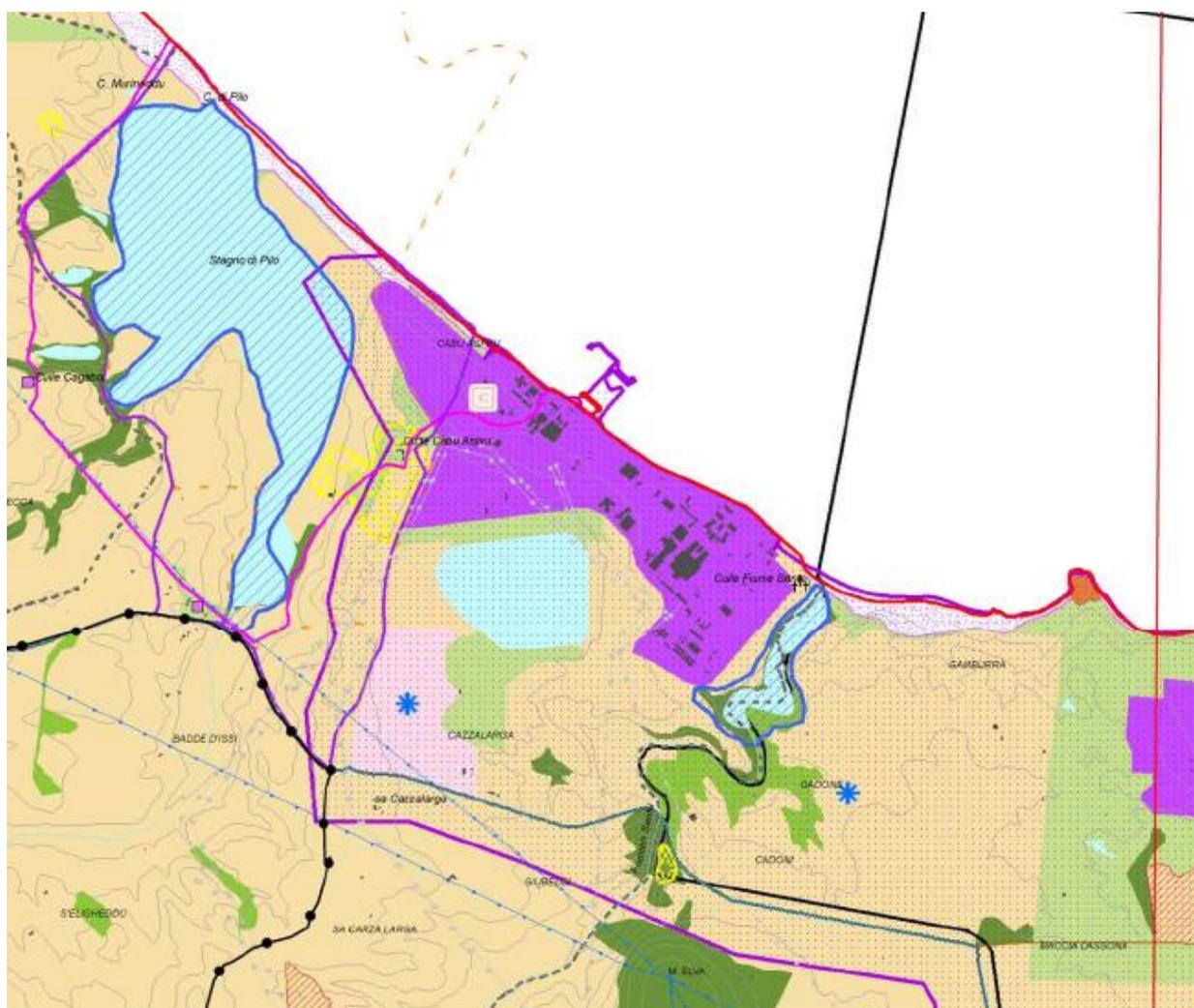
- analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio attraverso l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale;
- determinazione delle misure per la conservazione dei caratteri connotativi e dei criteri di gestione degli interventi di valorizzazione paesaggistica degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico e delle aree tutelate per legge.

Il territorio costiero è stato diviso dal piano (al quale ha lavorato il comitato scientifico nominato dalla Giunta) in 27 ambiti omogenei catalogati tra aree di interesse paesaggistico, compromesse o degradate.

Con questi livelli sono assegnati a ogni parte del territorio precisi obiettivi di qualità, e attribuite le regole per il mantenimento delle caratteristiche principali, per lo sviluppo urbanistico ed edilizio, ma anche per il recupero e la riqualificazione. I Comuni e le Province sono tenuti ad adeguare tutti gli atti di programmazione e pianificazione seguendo questi principi. In questo modo saranno gli enti locali a gestire l'uso dell'ambiente.

Le disposizioni del P.P.R. sono immediatamente efficaci per i territori comunali ricompresi in tutto o in parte negli ambiti di paesaggio costiero individuati.

Per quanto concerne l'area di interesse, questa ricade nel l'ambito n. 14 "*Golfo dell'Asinara*"; la figura successiva riporta la cartografia di piano relativa al suddetto ambito.



**BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 143 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.**

- Fascia costiera
- Campi dunari e sistemi di spiaggia
- Zone umide costiere
- Laghi naturali, invasi artificiali
- Fiumi, torrenti e altri corsi d'

**AREE CARATTERIZZATE DA EDIFICI E MANUFATTI DI VALENZA STORICO - CULTURALE**

- Necropoli

**BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 142 D.Lgs. N°42/**

- Parchi e aree protette nazionali l.q.n. 394/91

**COMPONENTI DI PAESAGGIO CON VALENZA AMBIENTALE**

**AREE NATURALI E SUBNATURALI**

- Vegetazione a macchia e in aree umide**  
Aree con vegetazione rada > 5% e < 40%; formazioni di ripa non arboree; macchia mediterranea; letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m; paludi interne; paludi salmastre; pareti rocciose.

- Boschi**  
Boschi misti di conifere e latifoglie; boschi di latifoglie.

**AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TUTELE**

- Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali l.r. 31/89

## AREE DI RECUPERO AMBIENTALE

ANAGRAFE SITI INQUINATI D.Lgs. 22/97 E D.M. 471/99

 Aree di rispetto dei siti inquinati

## INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

INSEDIAMENTI PRODUTTIVI A CARATTERE INDUSTRIALE,  
ARTIGIANALE E COMMERCIALE

 Grandi aree industriali

 Insedimenti produttivi

## SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE

 AREE DELLE INFRASTRUTTURE

 Impianti eolici realizzati

**Figura 2.4.2 – Stralcio dell’Ambito Paesaggistico n.14 “Golfo dell’Asinara”**

Con riferimento alla normativa tecnica e alla Figura 2.4.1, le norme che interessano l’area del progetto sono:

- Fascia costiera - artt. 8, 17, 18, 19 e 20 - direttamente interessato dalle opere in progetto;
- Campi dunari e sistemi di spiaggia – artt. 8, 17 e 18 –indirettamente interessato dalle opere in progetto;
- Laghi naturali, invasi artificiali, stagni lagune e zone umide costiere - artt. 8, 17 e 18 - direttamente interessato dalle opere in progetto;
- Aree naturali e sub-naturali (boschi e vegetazione a macchia e in aree umide) – artt. 22, 23 e 24 - indirettamente interessato dalle opere in progetto;
- Siti inquinati e aree di rispetto dei siti inquinati – artt. 41, 42 e 43 - direttamente interessato dalle opere in progetto;
- Aree, edifici e manufatti di valenza storico culturale – artt. 48, 49 e 50 - indirettamente interessato dalle opere in progetto
- Grandi aree industriali e insediamenti produttivi – artt. 91, 92 e 93 - direttamente interessato dalle opere in progetto.

### Fascia costiera

Le opere in progetto interferiscono direttamente con il vincolo della “Fascia costiera”.

L’art. 20 disciplina le aree che ricadono nel vincolo della fascia costiera e specifica che in tali aree è precluso qualunque intervento di trasformazione, ad eccezione di quelli previsti dall’art. 12; tra gli interventi ammissibili previsti dall’art. 12 sono comprese anche:

[...]

*le opere di risanamento e consolidamento degli abitati e delle aree interessate da fenomeni franosi, nonché opere di sistemazione idrogeologica e di bonifica dei siti inquinati (comma 1, lettera e).*

## Campi dunari e sistemi di spiaggia

Sulla base delle definizioni contenute nell'art. 17 delle NTA del PPR, i campi dunari e i sistemi di spiaggia rientrano tra le categorie di beni paesaggistici dell'assetto territoriale ambientale regionale.

Tali aree, ai sensi dell'art. 18 delle NTA del PPR, sono oggetto di conservazione e tutela finalizzati al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche; qualunque trasformazione in tali aree è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.

Le opere in progetto non interferiscono direttamente né indirettamente con tale vincolo.

## Laghi naturali, invasi artificiali, stagni lagune e zone umide costiere

Sulla base delle definizioni contenute nell'art. 17 delle NTA del PPR, le zone umide costiere rientrano tra le categorie di beni paesaggistici dell'assetto territoriale ambientale regionale.

Tali aree, ai sensi dell'art. 18 delle NTA del PPR, sono oggetto di conservazione e tutela finalizzati al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche; qualunque trasformazione in tali aree è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.

Le opere in progetto interferiscono direttamente con tale vincolo e pertanto dovranno essere assoggettate ad autorizzazione paesistica.

## Aree naturali e sub-naturali

Nelle aree naturali e sub naturali, ai sensi dell'art. 23 nelle NTA del PPR (prescrizioni), sono vietati:

- a) *qualsunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica;*
- b) *nei complessi dunali con formazioni erbacee e nei ginepreti le installazioni temporanee e l'accesso motorizzato, nonché i flussi veicolari e pedonali incompatibili con la conservazione delle risorse naturali;*
- c) *nelle zone umide temporanee tutti gli interventi che, direttamente o indirettamente, possono comportare rischi di interrimento e di inquinamento;*
- d) *negli habitat prioritari ai sensi della Direttiva "Habitat" e nelle formazioni climatiche, gli interventi forestali, se non a scopo conservativo.*

Le interferenze con tali aree sono di natura indiretta dato che la realizzazione del rilevato non interferisce direttamente con le stesse ma, modificando il tracciato dell'alveo del Fiume Santo, potrà generare modifiche non significative alle condizioni ottimali degli habitat presenti.

### **Aree, edifici e manufatti di valenza storico culturale**

Nell'area di interesse è segnalata un'area archeologica, in particolare dalla carta di Figura 2.4.2 una "necropoli" denominata "Cuile Fiume Santo". Questa rientra tra i beni definiti dall'art. 143, comma 1, lettera i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, come modificato dal decreto legislativo 24 marzo 2006, n. 157 e le categorie di beni identitari.

L'art. 48 delle NTA del PPR, prevede le seguenti prescrizioni per tali beni:

- a) nelle aree è vietata qualunque edificazione o altra azione che possa comprometterne la tutela;*
- b) sui manufatti e sugli edifici esistenti all'interno dell'area, sono ammessi, gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e risanamento conservativo e le attività di studio, ricerca, scavo, restauro, inerenti i beni archeologici, nonché le trasformazioni connesse a tali attività, previa autorizzazione del competente organo del MIBAC;*

Si specifica che il progetto ha tenuto conto della presenza del suddetto bene e il suo sviluppo rimane comunque esterno all'area archeologica, così come evidenziato dal dettaglio della planimetria di progetto riportata nel seguito.



LEGENDA			
	TRATTO LINEA POZZI IMMISSIONE		AREA CONFEZIONAMENTO MISCELE
	TRATTO LINEA POZZI EMUNGIMENTO		AREA SALDATURA TELI HDPE
	TRACCIATO DIAFRAMMA		CAMPI PROVA (DIAFRAMMA E JET-GROUTING)
	TRACCIATO TRINCEA DRENANTE		PISTA DI CANTIERE
	TRATTAMENTI COLONNARI JET GROUTING		AREA DI SALVAGUARDIA SONDAGGI ESISTENTI
	INQUADRAMENTO LATO FIUME		INQUADRAMENTO LATO MARE
PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO			
	Piezometro nella falda carbonatica profonda (SFp)		Piezometro nella pseudo-falda superficiale (SFs)

**Figura 2.4.3 - Dettaglio della planimetria di progetto relativa agli interventi previsti sul lato mare Siti inquinati e aree di rispetto dei siti inquinati**

In tali aree, ai sensi dell'art. 42 delle NAT del PPR, "Non sono consentiti interventi, usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado".

Vista la natura del progetto, questi è volto a garantire la bonifica della falda dell'area e quindi concorre al recupero e alla bonifica complessiva dell'area stessa.

### **Grandi aree industriali e insediamenti produttivi**

Secondo gli indirizzi contenuti nell'art. 93 del PPR negli Insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale, si deve:

[...]

*d) favorire la redazione di piani di riqualificazione ambientale, urbanistica, edilizia, e architettonica, dei complessi esistenti al fine di mitigare l'impatto territoriale e migliorare l'accessibilità delle aree e migliorare la qualità della vita negli ambienti di lavoro*

*e) favorire la redazione di piani bonifica, recupero, riuso, trasformazione e valorizzazione dei complessi dismessi e delle relative infrastrutture, oltre che per riconversione produttiva, anche a scopo culturale, museale, ricreativo e turistico*

Vista la natura del progetto, questi risulta essere compatibile con gli indirizzi del PPR per le aree in oggetto.

In generale, quindi, data la natura delle opere in progetto previste non si hanno sostanziali modifiche del contesto paesaggistico nel quale si inseriscono. Il progetto, quindi, non è incompatibile con le previsioni del PPR; si sottolinea che le opere dovranno comunque essere assoggettate agli obblighi previsti dal D.Lgs. 42/04, così come recepiti dal PPR, dato che interferiscono con il sistema dei vincoli paesaggistici.

### **2.4.3 Piano urbanistico provinciale - Piano territoriale di coordinamento (PUP-PTC)**

Il Piano urbanistico provinciale - Piano territoriale di coordinamento (PUP-PTC) della Provincia di Sassari, redatto ai sensi della L.R. 45/89 e del D.Lgs. 267/00, è stato approvato con delibera del Consiglio provinciale n. 18 del 04.05.2006.

Il Piano delinea il progetto territoriale della Provincia proponendo una nuova organizzazione volta a dotare ogni parte del territorio provinciale di una specifica qualità urbana, ad individuare per ogni area una collocazione soddisfacente nel modello di sviluppo assunto e a fornire un quadro di riferimento all'interno del quale le risorse e le potenzialità di ogni area vengono esaltate e coordinate. Il PUP-PTC della Provincia di Sassari ha assunto tra le opzioni di base la sostenibilità ambientale attraverso l'individuazione dei requisiti dell'azione progettuale: equità territoriale, perequazione ambientale, economia di prossimità, assunzione dell'ambiente, inteso come natura e storia, quale nucleo centrale dell'intero progetto di territorio. Sulla base di tali opzioni il PUP-PTC, propone la costruzione di un progetto di territorio (progetto ambientale) attraverso una metodologia improntata al coinvolgimento degli attori, alla adeguata

rappresentazione dei problemi, alla individuazione e condivisione delle scelte, alla flessibilità del metodo operativo.

Il Piano Urbanistico Provinciale, si articola in Ecologie (elementari e complesse), in Sistemi di organizzazione spaziale e in Campi del Progetto ambientale. Le Ecologie costituiscono la rappresentazione sistematica del complesso dei valori storico ambientali ai quali il Piano riconosce rilevanza.

I Sistemi di organizzazione dello spazio rappresentano il quadro delle condizioni di infrastrutturazione e delle linee guida della gestione dei servizi nel territorio.

I Campi del progetto ambientale costituiscono l'ambito dei processi di interazione e di cooperazione per la gestione del territorio tra i diversi soggetti interessati.

Il PUP-PTC delle Provincia di Sassari e Olbia Tempio si propone di promuovere una nuova organizzazione urbana del territorio provinciale al fine di dotare ogni parte del territorio di una specifica qualità urbana, individuare per ogni area del territorio una collocazione soddisfacente nel modello di sviluppo del territorio e fornire un quadro di riferimento generale all'interno del quale le risorse e le potenzialità di ogni centro vengono esaltate e coordinate.

Il Piano è organizzato in

- relazione di sintesi;
- normativa di coordinamento degli usi e delle procedure;
- geografie:
  - Geografia giuridico istituzionale,
  - Geografia delle immagini spaziali del territorio provinciale,
  - Geografia fondativa,
  - Geografia dell'organizzazione dello spazio, ecologie;
- sistemi di gestione del territorio;
- campi del progetto ambientale;
- sistema informativo;
- contenuti evolutivi del metodo operativo.

Il Piano definisce delle linee guida per i campi e per i sistemi di organizzazione dello spazio nel territorio provinciale che costituiscono un primo elenco di comportamenti normativi che il Piano propone e che saranno il riferimento dei procedimenti comunicativi di campo e degli accordi di campo. Le norme tecniche di attuazione forniscono per ciascuno dei Campi individuati sul territorio specifiche norme atte a risolvere eventuali criticità di ciascun ambito territoriale così definito.

Nello specifico l'area di intervento ricade nel Campo degli insediamenti storici- Campo A della Nurra, geografia insediativa n.2 di Fiume Santo- Rio S. Osanna (Sassari-Porto Torres) (Figura 2.4.4).

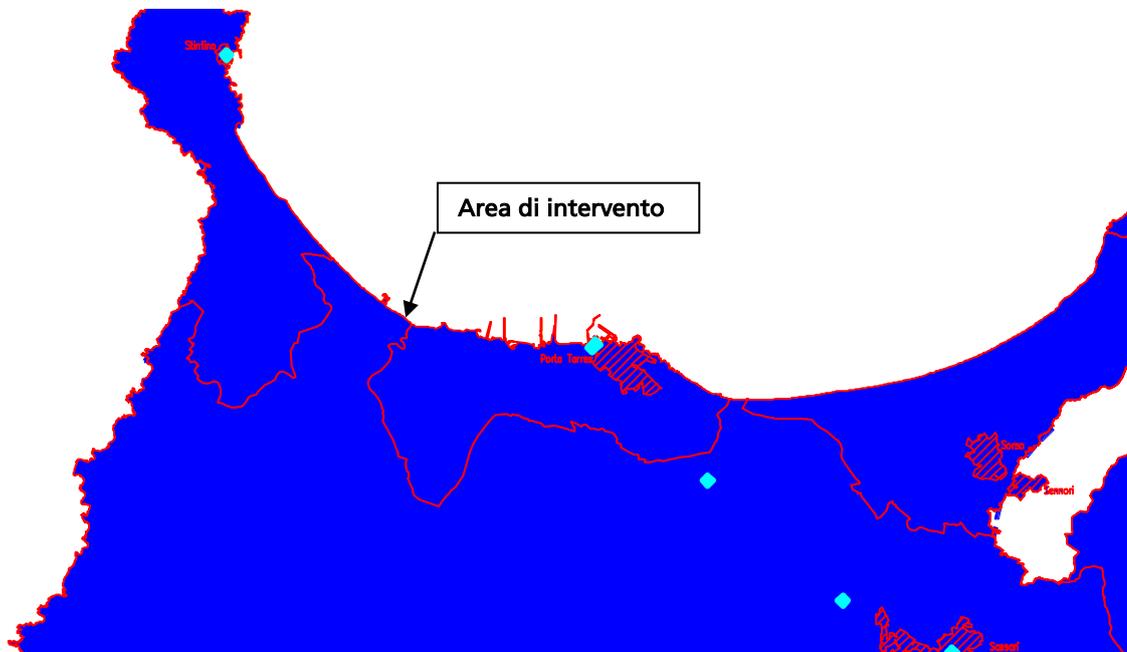


Figura 2.4.4 - PUP-PTC, Campi dell'insediamento storico

Elementi costitutivi dell'insediamento storico sono:

- Siti archeologici
- Ritrovamenti subacquei
- Monumenti architettonici
- Insediamento diffuso (cuili)
- Archeologia industriale (insediamenti minerari)
- Centri storici

In particolare per tale campo:

*Devono essere rese compatibili le necessarie attrezzature di supporto alla fruizione culturale e ambientale con le caratteristiche dei luoghi e delle presenze monumentali.*

*Si dovrà tenere conto della sorveglianza e del controllo sul carico antropico nelle aree archeologiche maggiormente frequentate, soprattutto nel periodo di maggiore affluenza turistica.*

[...]

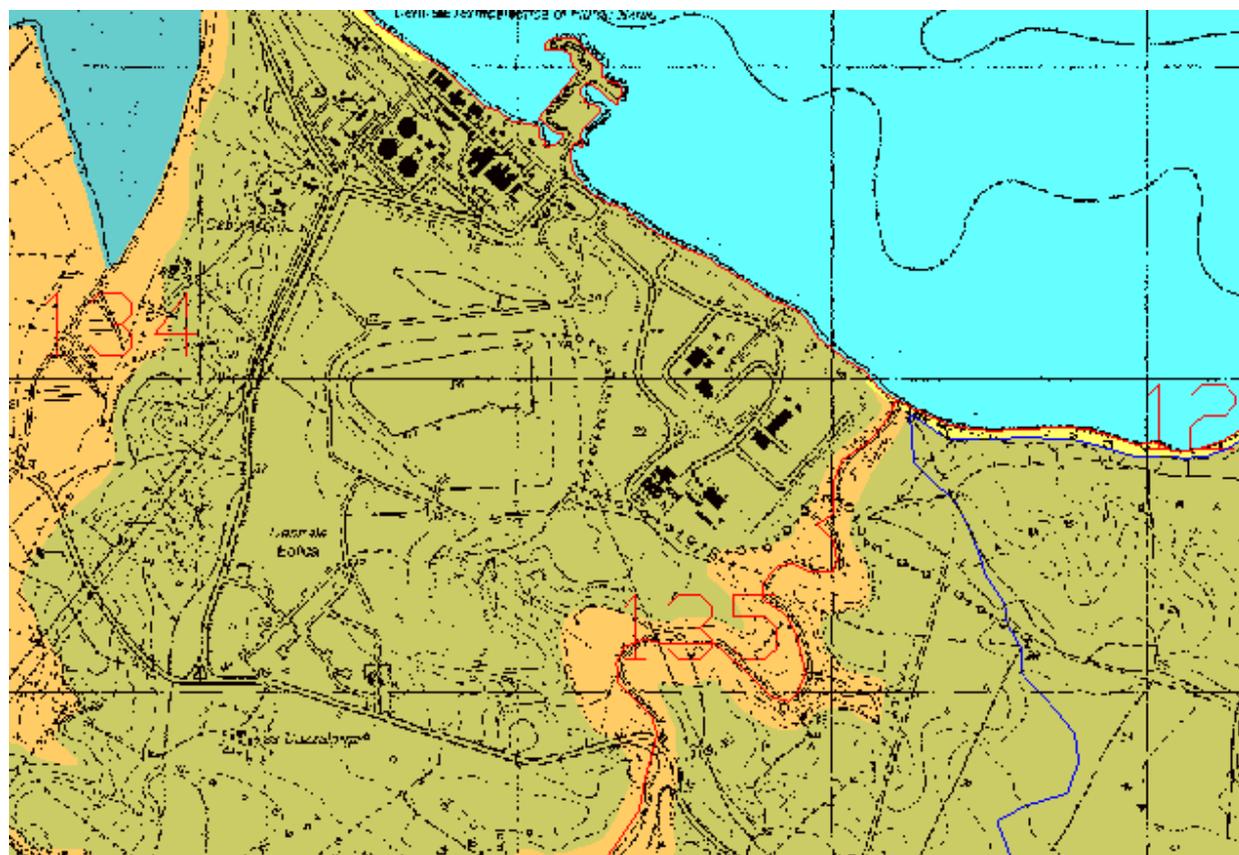
*Devono essere programmati gli interventi di scavo archeologico di conservazione e restauro, nonché di fruizione, nelle aree in cui è maggiormente rappresentato l'assetto*

*insediativo storico (riscontrabile nei siti pluristratificati, nei cuili, negli insediamenti minerari...).*

*Deve essere attivata una efficace azione di tutela e salvaguardia del patrimonio costituito dai ritrovamenti subacquei e dalle fortificazioni costiere. Non vi sono in merito specifiche indicazioni per l'area industriale di Fiume Santo. Questa è individuata nel Campo degli insediamenti Urbanistici.*

[...]

Nella seguente figura, poi, è riportato un estratto per l'area di interesse della Tavola "Ecologie Elementari e Complesse – Compatibilità d'Uso del Territorio".



**Figura 2.4.5 - PUP-PTC, Ecologie Elementari e Complesse**

Dalla precedente figura è possibile osservare che l'area di impianto ricade all'interno dell'Ecologia Complessa No.7 "Stagni di Stintino" e dell'Ecologia Elementare No. 135 "Fondovalle alluvionale di Fiume Santo" e n. 138 "Terreni Alluvionali Antichi della Nurra Settentrionale".

La normativa di Piano (Art. 6.7) per l'Ecologia Complessa No.7 riporta che tale componente *"è interessata da un insieme di processi, tra i quali si riconosce una particolare rilevanza (in quanto essenziale alla natura e alla storia del territorio) al processo di formazione del litorale sabbioso.[...]. La sensibilità del cordone litoraneo sabbioso è legata al rapporto tra spiaggia sommersa e spiaggia emersa e ai processi eolici. I processi di alimentazione interni sono influenzati in modo significativo sotto il profilo qualitativo dagli esiti dei processi produttivi agricoli e dai reflui degli insediamenti urbani. La qualità e la sensibilità della componente complessa degli Stagni di Stintino è tale da richiamare una gestione del territorio che protegga sotto il profilo qualitativo e quantitativo i processi di alimentazione idrologica ed eolica"*.

Per quanto riguarda l'Ecologia Elementare No. 135, l'art. 7.135 della normativa di piano evidenzia che tale area comprende le valli dei corsi d'acqua che confluiscono nel Fiume Santo, ed i terreni alluvionali con la colmata alluvionale recente ai "limi e sabbia". Tali territori sono in stretta connessione con l'attività dei processi fluviali di alveo ed interalveo e la vegetazione riparia a saliceti e tamericeti.

Per tali aree l'art. 7.135 individua i seguenti "Tipi d'Uso di Suolo": A: naturalistico e culturale e i "Processi d'uso compatibili" Aa: attività scientifiche comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali e Ab1: interventi di ripristino dei sentieri esistenti.

L'ecologia elementare n. 138 è normata dall'art. 7.138 della normativa di piano che evidenzia che tale area è caratterizzata da una morfologia da pianeggiante a ondulata, con rischi di erosione da moderati a severi con potenza del suolo varia.

Le caratteristiche pedologiche presenti nell'area determinano che queste superfici siano moderatamente adatte ad un'utilizzazione agricola intensiva sono destinabili al rimboschimento, al pascolo migliorato, alle colture cerealicole, foraggere e arboree, l'irrigazione è possibile in funzione della disponibilità idriche locali, sia delle necessità di drenaggio.

Per tali aree l'art. 7.138 individua i seguenti "Tipi d'Uso di Suolo": A: naturalistico e culturale; B: uso turistico e ricreativo; D: uso zootecnico; E: uso agricolo; F: estrattivo.

Per i "Tipi d'Uso" succitati il PUP-PTC identifica quinti i seguenti "Processi d'Uso Compatibili":

- Aa: attività scientifiche attività scientifiche comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali;
- Ab: fruizione naturalistica e culturale;
- Ba: opere di supporto alle attività ricreative, di fruizione naturalistica e alle attività sportive, posti di pronto soccorso e servizi igienici;
- Bm: interventi di agriturismo e turismo rurale;
- Da3, Db e Dc: possibilità di effettuare il pascolo, di realizzare interventi per la razionalizzazione dell'uso di superfici foraggere e interventi di rinnovamento e di costruzione di fabbricati per gli allevamenti zootecnici;
- Dd e De: interventi di infrastrutturazione del territorio e interventi atti a migliorare e potenziare l'attività produttiva;
- Eb: tutti gli interventi, nelle attività di trasformazione agraria, concernenti la gestione del suolo e le lavorazioni del suolo per l'impianto e le cure colturali previste per le diverse colture agricole;
- Ee: interventi per la realizzazione di nuovi impianti (serre, magazzini, concimaie, depositi per macchinari e attrezzi), attinenti l'esercizio dell'attività agricola;
- Fc: prosecuzione della coltivazione dell'escavazione e della lavorazione dei materiali di cava;
- Ff: Prosecuzione della coltivazione, escavazione e lavorazione dei minerali industriali.

L'area di intervento interessa la zona produttiva di Fiume Santo e interferisce con il sistema delle ecologie elementari n. 135 e 138; le norme di riferimento per tali aree, così come sopra riportate non evidenziano elementi di incompatibilità con le opere in progetto, volte al miglioramento delle condizioni ambientali dell'area. Nello sviluppo del progetto, inoltre, si tiene conto delle eventuali aree a rischio archeologico e/o rinvenimenti archeologici effettivi presenti, così da rispettare le norme individuate nell'ambito del PUP-PTC per gli insediamenti storici.

#### ***2.4.4 Strumenti urbanistici comunali***

##### ***2.4.4.1 Comune di Sassari***

Il Piano Urbanistico del Comune di Sassari (PUC) è stato adottato con Delibera del Consiglio Comunale del 26 luglio 2012 n. 43.

Il Piano urbanistico comunale è stato elaborato in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

I principali obiettivi del PUC sono:

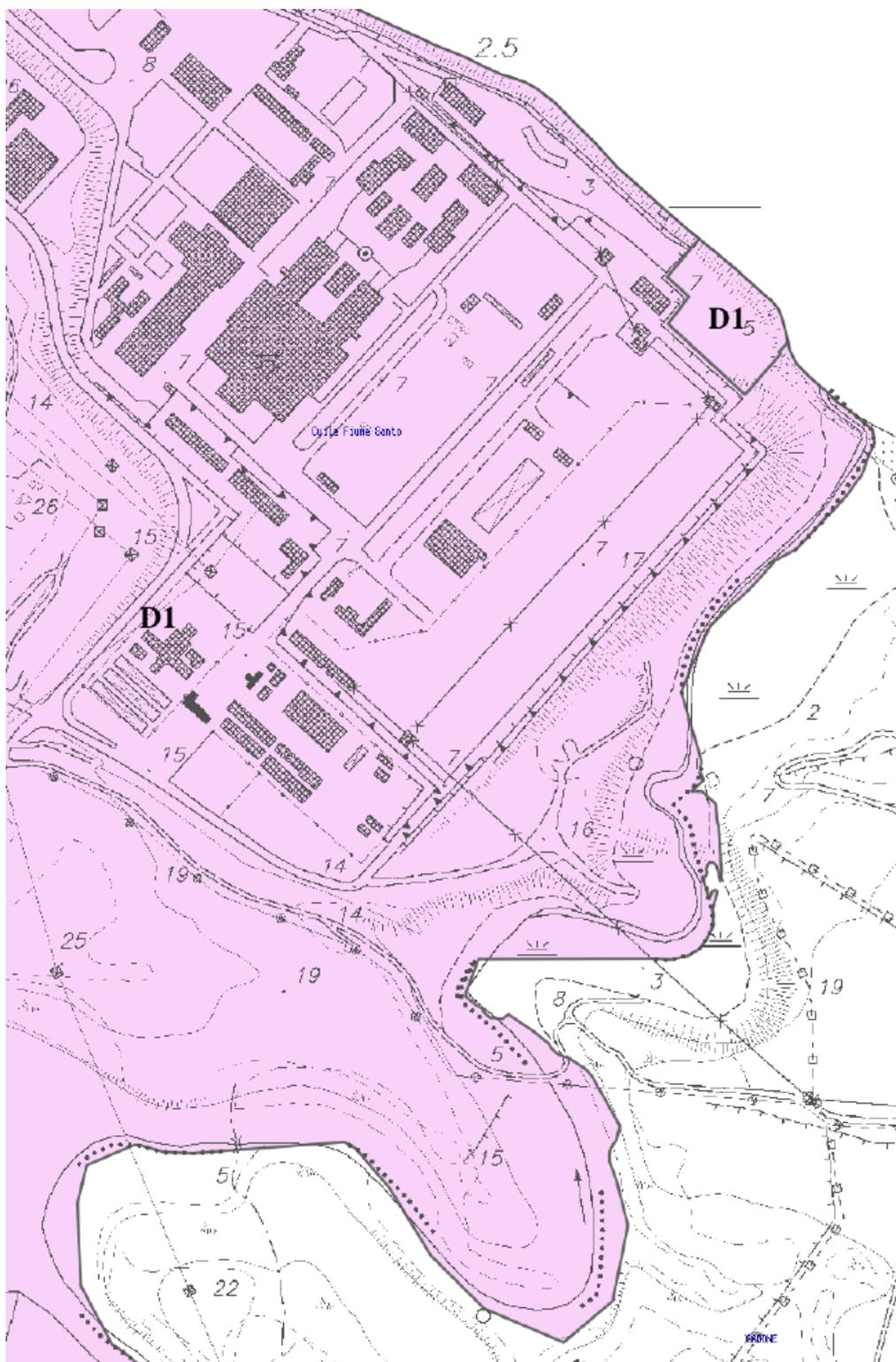
- l'attenzione e la riqualificazione della città esistente attraverso politiche di conservazione e valorizzazione della città storica, di completamento della città compatta del '900 e di trasformazione nelle aree semicentrali e periferiche;
- le strategie di sviluppo sostenibile tra identità urbana e innovazione;

- la promozione di politiche di tutela, la conservazione e la riqualificazione del territorio della Nurra e delle aree costiere;

Il Piano è costituito dalle seguenti sezioni:

- 1 - Analisi del sistema ambientale
  - 2 - Analisi del sistema ambientale
  - 3 - Analisi del sistema storico culturale
  - 4 - Analisi della pianificazione sovraordinata e del sistema insediativo ed infrastrutturale
  - 5 - Carte di riferimento della disciplina urbanistica
  - 6 - Vincoli di tutela ambientale e paesaggistica
  - 7 - Indagine fotografica
- A - Relazioni e norme.

Per quanto concerne la disciplina urbanistica, l'area di interesse si colloca in zona D1 "*Grandi aree industriali artigianali*" (Figura 2.4.6), normate dall'art. 37 delle NTA del PUC che fornisce gli indirizzi e gli usi consentiti in tali aree. Le opere in progetto, data la natura dell'area, sono compatibili con le suddette destinazioni d'uso.



Fonte dati: PUC del Comune di Sassari

**Figura 2.4.6 - Destinazione urbanistica dell'area di intervento**

Per quanto concerne l'analisi del sistema ambientale, nello specifico, il comune ha ottemperato a quanto previsto dagli artt. 8 e 26 del PAI (vedi quanto detto al § 2.3.1) e

ha redatto lo studio di compatibilità idraulica e l'analisi geologico-tecnica atta ad appurare la presenza di aree a pericolosità idraulica e di frana nel territorio non vincolato a scala del PAI.

Dalle risultanze dei suddetti studi, nel PUC si individuano alcune aree a pericolosità idrogeologica che interferiscono con le opere in progetto. Queste, in particolare, sono riportate nella Figura 2.4.7. Nello specifico:

- un'area a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) interessa l'asse del Flumen Santu – con riferimento alla Figura 2.4.1, lo sviluppo della barriera pozzi di emungimento del diaframma e della trincea drenante del lato fiume del progetto, interessa parzialmente l'area perimetrata come ad elevata pericolosità idraulica;
- due piccole aree soggette a media pericolosità da frana (Hg2) - con riferimento alla Figura 2.4.1, lo sviluppo della barriera pozzi di emungimento del lato fiume del progetto, interessa parzialmente queste aree.

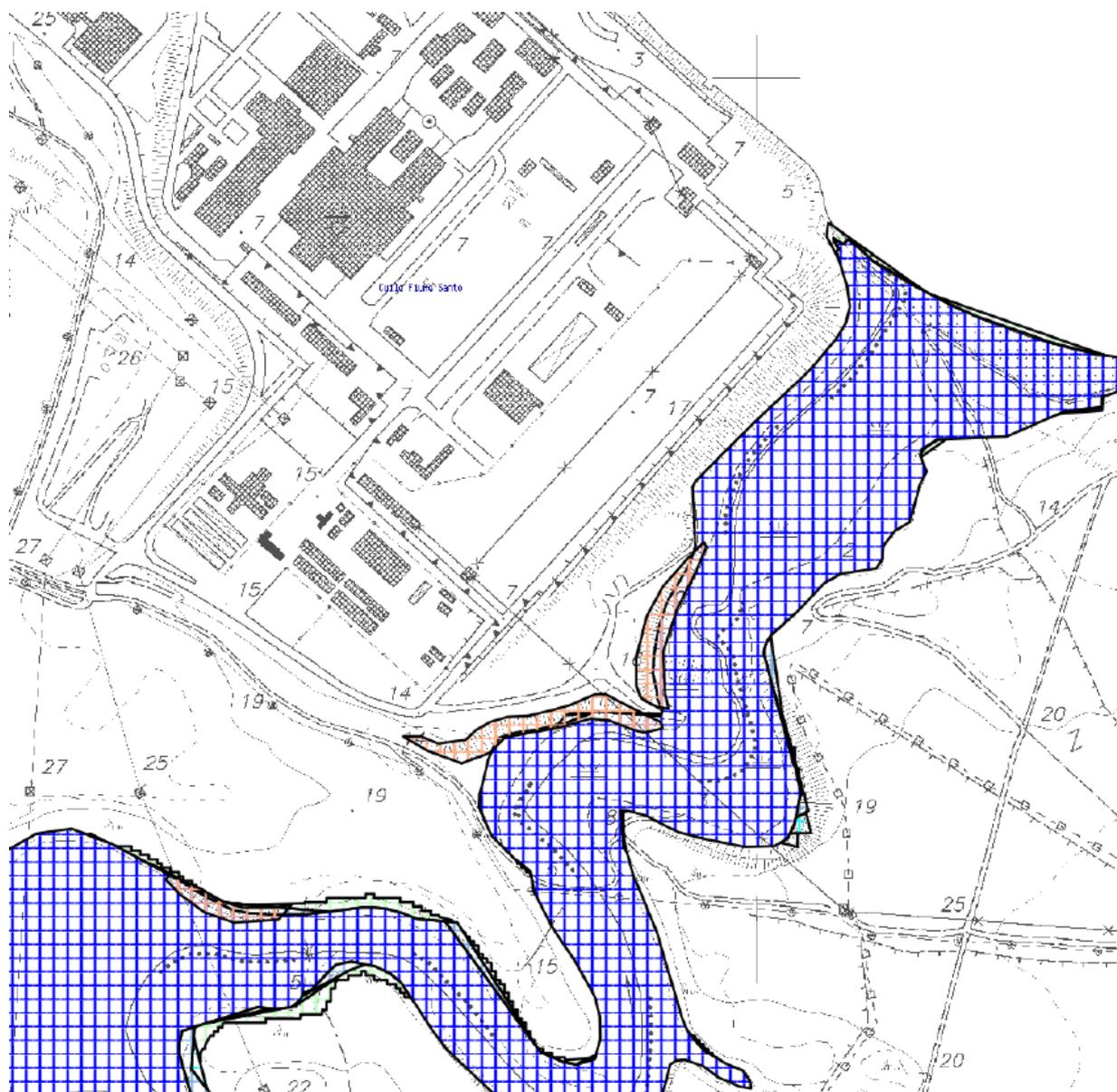
Rispetto alle norme di riferimento per queste aree il PUC rimanda alle norme PAI. Le aree pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) sono normate dall'art. 27 del PAI. Secondo tale articolo, in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

*[...] gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali.*

Inoltre, al comma 5 bis si specifica che: *"Sono inoltre consentiti le ricerche e i prelievi idrici purchè in tutte le aree pericolose le relative opere siano realizzate, attrezzate e mantenute in modo da non produrre erosione dei suoli, fenomeni di subsidenza o alterazioni permanenti della circolazione idrica naturale e comunque tali da non pregiudicare o aggravare la situazione esistente. Per tali attività, dovranno essere acquisiti tutti i nullaosta o autorizzazioni previste dalla normativa di settore."*

Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 24 delle NAT del PAI.

Rispetto, invece, alle aree a media pericolosità da frana (Hg2, normate dall'art. 33 delle NTA del PAI), vista la natura delle opere interferenti (barriera pozzi), non vi sono specifiche limitazioni alla realizzazione delle stesse in tali aree. Deve comunque essere sempre garantito il fatto che in nuovi interventi non determino il peggioramento dell'assetto geomorfologico dell'area e che quindi aggravi lo stato di pericolosità del sito.



### Pericolo Idraulico

Hi 4

Hi 2

Hi 3

Hi 1

### Pericolo da frana

Area di pericolosità da frana Hg 4

Area di pericolosità da frana Hg 2

Area di pericolosità da frana Hg 3

Area di pericolosità da frana Hg 1

Fonte dati: PUC del Comune di Sassari

**Figura 2.4.7 - Aree a pericolosità idraulica e di frana**

Per quanto concerne, invece, i beni paesaggistici, il PUC identifica nell'area di interesse, il bene archeologico n. 23 – Sito di Fiume Santo; per quest'area si applica la tutela prevista dal PPR.

#### *2.4.4.2 Comune di Porto Torres*

Il PRGC del Comune di Porto Torres è stato approvato con Decreto Assessoriale Regionale No. 862/U del 9 Maggio 1983 (Pubblicazione su BURAS No. 30 del 1 Giugno 1983). Il PRGC è stato oggetto di successive modifiche l'ultima delle quali è stata adottata definitivamente con DCC No. 34 dell'8 Aprile 2010.

Il Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) definisce il contenuto e la forma dell'assetto territoriale ed insediativo del Comune di Porto Torres ed in particolare:

- fissa l'uso del suolo edificato, edificabile e non, per l'intero territorio comunale;
- tutela e valorizza i beni culturali, storici, ambientali e paesaggistici;
- utilizza e trasforma gli immobili pubblici e privati esistenti;
- fissa la caratterizzazione quantitativa, funzionale e speciale delle aree destinate alla residenza, alla industria, al commercio, alle attività direzionali, culturali e ricreative;
- qualifica e localizza le attrezzature pubbliche a livello urbano e di quartiere;
- stabilisce il tracciato e le caratteristiche tecniche della rete infrastrutturale per le comunicazioni di trasporti pubblici e privati;
- fissa i principali impianti e servizi tecnologici urbani;
- determina le norme generali e particolari per la propria attuazione.

La zonizzazione del comune di Porto Torres ha interessato le aree del centro abitato e le sue aree limitrofe. Le aree non zonizzate sono considerate Zone "E" (a carattere agricolo) o Zone "D" (a carattere industriale) qualora ricadenti nell'agglomerato industriale di Porto Torres (aree relative al Consorzio di Sviluppo Industriale di Sassari, Porto Torres, Alghero).

Si specifica che l'intero progetto si sviluppa in comune di Sassari e il comune di Porto Torres è coinvolto solo in quanto il Flumen Santu, che rappresenta il confine con il comune di Sassari, ed è sede dello scarico delle acque eccedenti nella fase di reimmissione. Il fiume è al confine con l'area industriale di Porto Torres assoggettata a quanto disposto dalle NTA del Consorzio Industriale Provinciale (CIP) di Sassari.

#### ***2.4.5 Pianificazione intercomunale: Piano Regolatore Territoriale dell'area industriale di Sassari, Porto Torres ed Alghero***

Il Piano Regolatore Territoriale (PRT) dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) di Sassari – Porto Torres – Alghero è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 5 Novembre 1971. Tale documento è stato oggetto di due varianti l'ultima delle quali è relativa all'anno 1990.

Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) sono state oggetto di variante approvata dall'Assemblea Generale del Consorzio Industriale Provinciale "CIP" (già Consorzio ASI) con Deliberazione No. 17 in data 29 Dicembre 2009 e successivamente approvata da parte

dei Comuni di Sassari (con DCC No. 11 del 1 Marzo 2011) e Porto Torres (con DCC No. 15 del 21 Marzo 2011).

Il Consorzio ASI nasce con lo scopo di favorire il sorgere di nuove iniziative industriali nel proprio comprensorio e il suo PRT disciplina il completamento delle zone di propria competenza.

L'ultima variante del PRT (Anno 1990), è intervenuta al fine di considerare:

- le nuove caratteristiche della domanda di localizzazione del sistema industriale;
- le nuove problematiche ambientali.

La variante è stata così strutturata:

- nota introduttiva: motivazione, criteri e contenuti del progetto di variante;
- parte prima: il piano vigente, lo stato attuale delle aree attrezzate e i programmi in corso;
- parte seconda: il quadro di riferimento per la variante;
- parte terza: i contenuti della variante;
- parte quarta: la normativa tecnica.

Nella seguente figura è riportata la zonizzazione prevista dal PRT per l'area industriale di Porto Torres, con particolare riguardo all'area di intervento.





Fonte dati: Prt Cip Sassari

**Figura 2.4.8 - Destinazioni urbanistiche area CIP Sassari**

Dalla Figura 2.4.8 si osserva come gli interventi previsti sono compresi in "aree per impianti termoelettrici" e, in parte, in "aree a verde consortile".

Si riconosce, inoltre, l'"area di interesse ambientale" dove vige il vincolo archeologico recepito anche dal PRT che all'art. 25 dispone che *"in queste aree sono consentiti, di concerto con la Soprintendenza ai beni archeologici, solo interventi connessi alla valorizzazione delle risorse archeologiche esistenti"*.

Le aree per impianti termoelettrici sono normate dall'art. 10 delle NTA vigenti del PRT che non fornisce indicazioni ostative alla realizzazione del progetto; infatti tali aree *"possono essere coperte da fabbricati, torri, silos, ciminiere, senza limiti di altezza; ogni costruzione deve distare almeno metri 8 dalle recinzioni; la somma delle superfici coperte da costruzioni di qualsiasi tipo non deve superare i 2/3 della superficie di ciascun lotto calcolata all'interno delle recinzioni."*

*Sono ammessi fabbricati o parti di fabbricati per uffici nella misura indispensabile alla direzione e all'amministrazione delle attività di fabbrica.*

*All'interno dei lotti destinati ad impianti chimici e petrolchimici è ammessa la costruzione di depositi e magazzini nella misura necessaria al ciclo produttivo dell'impianto.*

*Quando un lotto viene suddiviso per accogliere impianti diversi, per ciascuna parte valgono interamente le norme stabilite nel presente articolo; altrettanto vale se più lotti contigui sono accorpati per contenere un unico impianto".*

Le aree "a verde consortile" invece sono normate dall'art. 21 delle NAT del PRT vigente; In dette aree, fino a quando il Consorzio non procederà all'esproprio, valgono le norme delle zone a verde agricolo (normate dall'art. 26 per le quali valgono le norme edificatorie previste per le zone suddette negli strumenti urbanistici dei Comuni nei quali ricadono); dopo l'acquisizione da parte del Consorzio sono consentite soltanto opere di sistemazione a verde.

Sulla base delle destinazioni d'uso del PRT previste, non sussistono elementi ostativi alla realizzazione delle opere, fermo restando che si garantisca la tutela dell'area archeologica e il mantenimento delle aree a verde consortile.

#### **2.4.6 Piani di Zonizzazione Acustica**

Il controllo dell'inquinamento acustico in Italia è regolamentato dalla legge quadro n° 447 del 26.10.1995 e dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Secondo quanto stabilito dal D.P.C.M. 14/11/1997 vengono individuate le seguenti classi in cui è suddivisibile il territorio comunale:

**Classe I – Aree particolarmente protette.** Rientrano in questa classe le aree particolarmente protette nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione. In particolare rientrano nella classe I le aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, ecc.

**Classe II – Aree prevalentemente residenziali.** Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali

**Classe III – Aree di tipo misto.** Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

**Classe IV – Aree di intensa attività umana.** Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

**Classe V – Aree prevalentemente industriali.** Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni

**Classe VI – Aree esclusivamente industriali.** Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di abitazioni

Il decreto fissa poi, in relazione alla suddivisione nelle sei classi di destinazione d'uso del territorio, sopra elencato, ed al tempo di riferimento diurno e notturno, i limiti massimi di rumorosità nell'ambiente esterno, espressi in livello equivalente, riportati nelle seguenti tabelle e definiti come:

- **Valori limite di EMISSIONE:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- **Valori limite di IMMISSIONE:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

**Tabella 2.4.1: Valori limite di emissione Leq in dB(A) (art. 2 del DPCM 14/11/97)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 – 22.00)	Notturmo (22.00 – 06.00)
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella 2.4.2: Valori limite di immissione Leq in dB(A) (art. 3 del DPCM 14/11/97)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 – 22.00)	Notturmo (22.00 – 06.00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

L'applicabilità di tale normativa nel suo complesso è però subordinata all'adozione, da parte del Comune interessato, della zonizzazione acustica del proprio territorio, ai sensi del D.P.C.M. 1 marzo 1991.

L'area di intervento ricade nel comune di Sassari, al confine con il Comune di Porto Torres; nessuno dei due comuni attualmente ha un Piano di Classificazione acustica cogente. Il Comune di Sassari ha adottato, però, una prima bozza di piano con Delibera del Consiglio n. 30 del 01/03/2007 il cui iter di approvazione definitiva attualmente è sospeso in attesa di armonizzare il piano con il nuovo Piano Urbanistico Comunale.

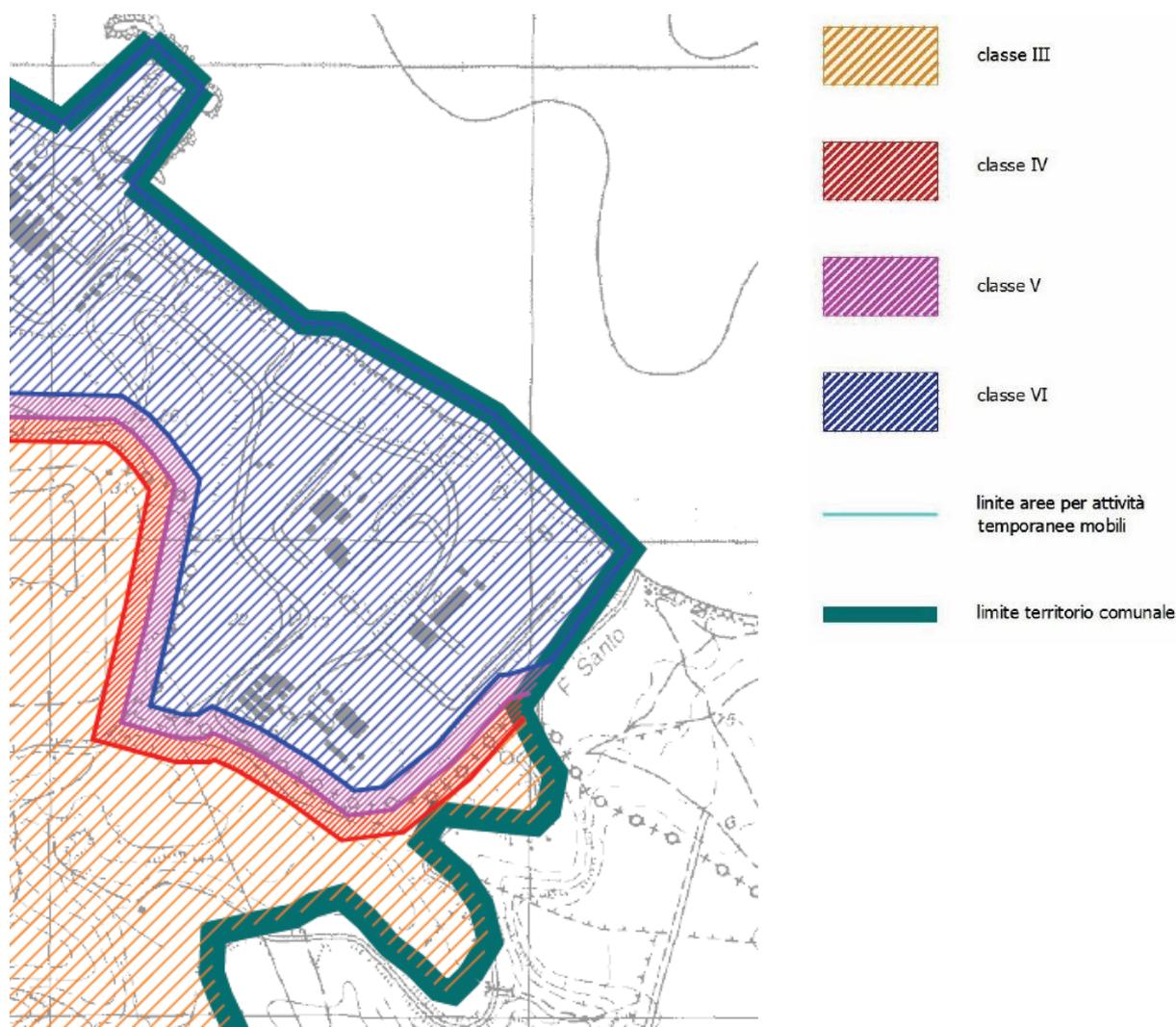
Per completezza si riporta nella Figura 2.4.9 la carta relativa alle classi assegnate dalla proposta del 2007. Dal tale carta si evince che il progetto si sviluppa tra le classi IV, V e VI.

Le classi V e VI sono aree prevalentemente industriali e aree esclusivamente industriali.

Nel Piano di Sassari sono state inserite in classe VI le aree esclusivamente industriali quali: l'area A.S.I. del Rosario al confine con la zona industriale in Comune di Porto Torres, la zona industriale di Truncu Reale e la zona industriale di Fiume Santo.

Sono, invece, state inserite nella classe IV:

- le aree urbane interessate prevalentemente da:
  - alta densità di popolazione;
  - elevata presenza di attività commerciali e uffici;
  - presenza di attività artigianali;
  - limitata presenza di piccole industrie;
  - le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie a intenso traffico.



Fonte dati: Comune di Sassari

**Figura 2.4.9 - Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Sassari per l'area di interesse**

## 2.5 Aree protette e tutelate

### 2.5.1 Sistema delle aree protette

La Legge n. 394/91 "Legge quadro sulle aree protette" (suppl. n.83 - G.U. n.292 del 13.12.1991) ha definito la classificazione delle aree naturali protette, ne ha istituito l'Elenco ufficiale e ne ha disciplinato la gestione. Attualmente il sistema nazionale delle aree naturali protette è classificabile come:

- **Parchi nazionali.** Sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici; una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.
- **Parchi naturali regionali e interregionali.** Sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.
- **Riserve naturali.** Sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati.
- **Zone umide di interesse internazionale.** Sono costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri e che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar.
- **Altre aree naturali protette.** Sono aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi. Si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.

Per quanto concerne il sistema delle aree protette terrestri, l'intervento in progetto si colloca esternamente ad esse. Le aree protette più vicine al sito del progetto sono rappresentate da aree appartenenti al sistema regionale, rappresentate dalla *Riserva Naturale Stagno di Pilo* e dall'*Oasi di Protezione della Fauna Stagno di Pilo* che, per lo più si sovrappongono e che si collocano a ca. 2,2 km a ovest dell'area di intervento.

Il Parco Nazionale dell'Asinara, si colloca, invece a circa 15 km di distanza a nord-ovest dell'area di intervento.

Per quanto concerne, poi, le aree marine protette si segnala che il tratto di costa prospiciente l'area di intervento fa parte del "Santuario dei mammiferi marini" (Figura 2.5.1) istituito in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; si tratta di un'area marina protetta compresa nel territorio francese, monegasco e italiano, classificata come Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo (Elenco delle aree ASPIM -novembre 2009).



Figura 2.5.1 - Delimitazione del Santuario dei Mammiferi Marini

### 2.5.2 Rete Natura 2000

La Direttiva Europea n. 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, Comunemente denominata Direttiva "Habitat", prevede la creazione della Rete Natura 2000.

"Natura 2000" è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva "Habitat". Tali aree sono denominate Siti d'Importanza Comunitaria (SIC).

La Direttiva Habitat ha creato per la prima volta un quadro di riferimento per la conservazione della natura in tutti gli Stati dell'Unione. In realtà, però, non è la prima

direttiva comunitaria che si occupa di questa materia. È del 1979 infatti un'altra importante direttiva, che si integra all'interno delle previsioni della direttiva Habitat, la cosiddetta Direttiva "Uccelli" (79/409/CEE, sostituita integralmente dalla versione codificata della Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009). Anche questa prevede da una parte una serie di azioni per la conservazione di numerose specie di uccelli, indicate negli allegati della direttiva stessa, e dall'altra, l'individuazione da parte degli Stati membri dell'Unione di aree da destinarsi alla loro conservazione, le cosiddette Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Qualunque progetto interferisca con un'area Natura 2000 deve essere sottoposto a "Valutazione di Incidenza" secondo l'Allegato G della Direttiva stessa. Lo Stato italiano, nella sua normativa nazionale di recepimento della direttiva Habitat<sup>3</sup> ha previsto alcuni contenuti obbligatori della relazione per la valutazione di incidenza di piani e progetti ed ha specificato quali piani e progetti devono essere soggetti a valutazione di incidenza e quali ad una vera e propria Valutazione di Impatto Ambientale, da redigere secondo la normativa comunitaria e nazionale.

L'individuazione dei siti da proporre è stata realizzata in Italia dalle singole Regioni e Province autonome, le attività sono finalizzate al miglioramento delle conoscenze naturalistiche sul territorio nazionale e vanno dalla realizzazione delle check-list delle specie alla descrizione della trama vegetazionale del territorio, dalla realizzazione di banche dati sulla distribuzione delle specie all'avvio di progetti di monitoraggio sul patrimonio naturalistico, alla realizzazione di pubblicazioni e contributi scientifici e divulgativi.

L'area di interesse non interferisce direttamente con siti appartenenti alla rete Natura 2000 della Sardegna, si segnala che i siti più prossimi si collocano a ca. 1,7 km di distanza.

Si tratta dei seguenti siti (Figura 2.5.2):

- SIC ITB010002 – Stagno di pilo e di Casaraccio;
- ZPS ITB013012 – Stagno di Pilo, Casarccio e Saline di Stintino.

---

<sup>3</sup> Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003, n.120 Regolamento recante modifiche ed integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (GU n. 124 del 30-5-2003).

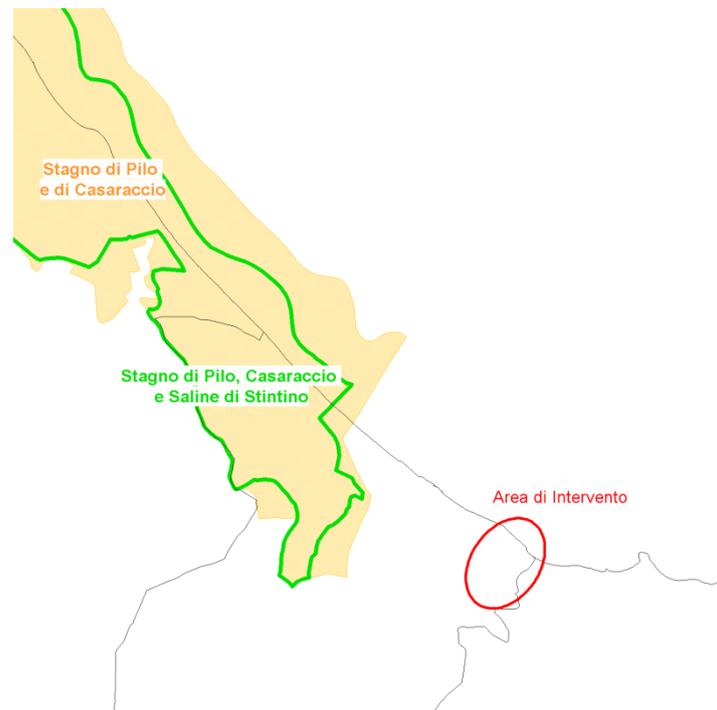


Figura 2.5.2 - Siti Natura 2000

## 2.6 Regime vincolistico

### 2.6.1 Vincoli paesaggistici ed ambientali (D.Lgs 42/2004)

Nel presente paragrafo sono esaminati gli aspetti inerenti la protezione dei beni culturali e ambientali ai sensi del D.Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", pubblicato nel Supplemento Ordinario n. 28 della Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004 e successivamente modificato ed integrato dai Decreti Legislativi n.156 e n.157 del 24 marzo 2006 e dai Decreti Legislativi n.62 e n.63 del 26 marzo 2008, entrati in vigore il 24 aprile 2008. Il Codice è una rilettura della normativa di tutela alla luce delle leggi successive al D.Lgs. 490/1999 abrogato dal Codice, con preciso riferimento alla modifica del Titolo V della Costituzione.

Tale documento normativo si propone come un'unica legge organica, che mira ad assicurare una tutela complessiva ed omogenea al patrimonio culturale, artistico e paesaggistico italiano. La necessità della promulgazione di un testo organico è scaturita da varie esigenze, legate in particolare alle ripercussioni negative (degrado, abbandono, scarsa tutela e valorizzazione) che sul patrimonio nazionale ha avuto finora la mancanza di una norma unica, al processo di "decentramento" amministrativo degli organismi statali e ad alcune questioni irrisolte (come, ad esempio, le dismissioni di beni demaniali o il contrasto tra le esigenze di sviluppo urbanistico e la salvaguardia paesaggistica).

La Parte terza del Codice raccoglie le disposizioni sulla tutela e la valorizzazione dei beni paesaggistici. La nuova disciplina stabilisce che i beni paesaggistici sono parte del patrimonio culturale. Per la prima volta, quindi, si riconoscono formalmente il paesaggio

ed i beni che ne fanno parte come beni culturali, dando concreta attuazione dell'art. 9 della Costituzione.

Il Codice definisce che il Ministero dei Beni Ambientali e Culturali ha il compito di individuare le linee fondamentali dell'assetto del territorio nazionale per quanto riguarda la tutela del paesaggio, con finalità di indirizzo della pianificazione (art.145).

Le regioni devono assicurare l'adeguata protezione e valorizzazione del paesaggio, tramite l'approvazione di piani paesaggistici (o piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici) estesi a tutto il territorio regionale e non solo sulle aree tutelate *ope legis*, in attesa dell'approvazione del piano (articolo 142) e sulle località dichiarate di notevole interesse pubblico, come prescriveva il Testo Unico (D.Lgs. n. 490 del 29 ottobre 1999). Le previsioni dei piani paesaggistici diventano, in questo modo, cogenti per gli strumenti urbanistici di comuni, città metropolitane e province e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti urbanistici, che devono essere adeguati entro due anni dall'entrata in vigore del Decreto. Il Codice attribuisce al piano paesaggistico un triplice contenuto: conoscitivo, prescrittivo e propositivo.

Una novità rilevante è costituita dalla previsione che Regioni e Ministero dei Beni Ambientali e Culturali stipulino accordi per l'elaborazione d'intesa dei piani paesaggistici o per la verifica e l'adeguamento dei piani paesaggistici già approvati ai sensi dell'articolo 149 del Testo Unico.

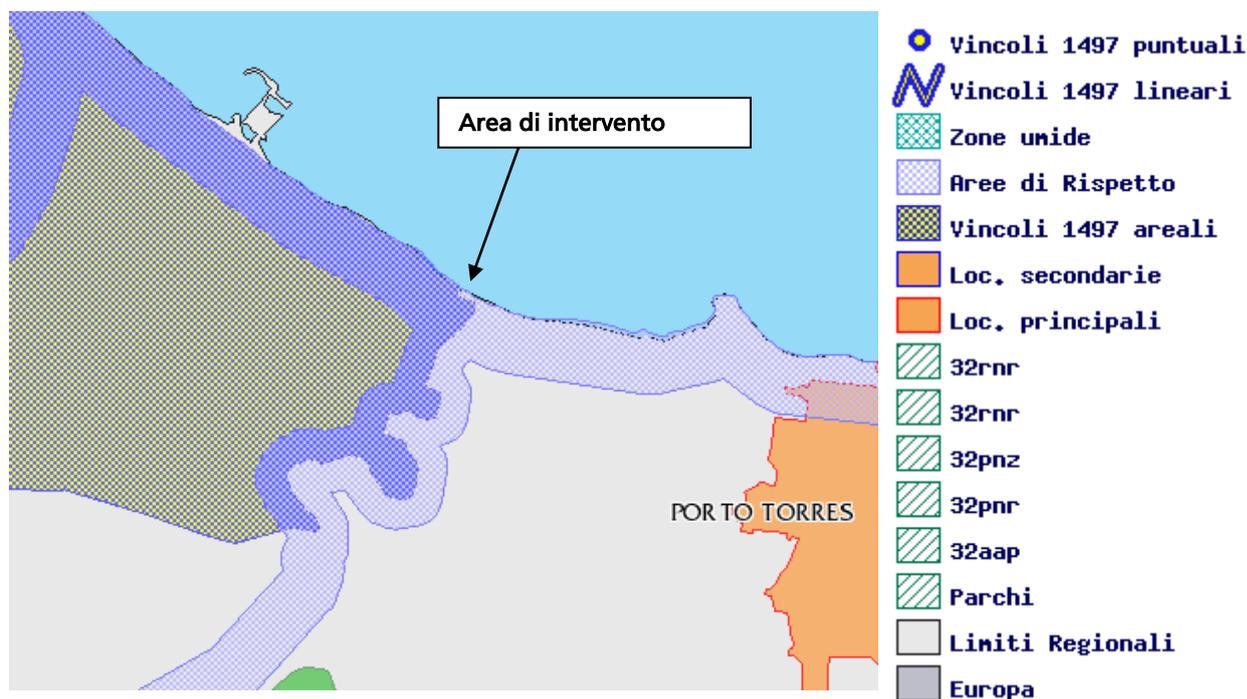
Con il fine di individuare l'eventuale presenza nell'area vasta di analisi di beni si è fatto riferimento alle banche dati della Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Ministero per i Beni e le Attività Culturali<sup>4</sup>, in particolare il S.I.T.A.P., Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico, banca dati a riferimento geografico su scala nazionale per la tutela dei beni paesaggistici, nella quale sono catalogate le aree sottoposte a vincolo paesaggistico dichiarate di notevole interesse pubblico dalle Leggi 1497/1939 e 431/1985, oggi ricomprese nel D.Lgs. 42/2004 (Parte Terza, Titolo I, articolo 142).

### *2.6.1.1 Vincoli paesaggistici*

Il quadro generale del contesto vincolistico in cui va ad inserirsi il progetto in esame è rappresentato nella seguente Figura 2.6.1.

---

<sup>4</sup> <http://www.bap.beniculturali.it>



**Figura 2.6.1 – Vincoli paesaggistici ed ambientali - S.I.T.A.P.**

Come si evince dalle immagini riportate in Figura 2.6.1, l'area interessata dagli interventi in esame ricade nei seguenti vincoli paesaggistici:

- Vincolo delle bellezze d'insieme – art. 136 comma 1 lettere c) d) del D.Lgs. 42/04 e smi; in particolare si tratta dell'area denominata " *Territori di porto Ferro Argentiera e Stintino per il caratteristico valore estetico dei quadri naturali*";
- Vincolo di tutela dei corsi d'acqua (fascia di rispetto di 150 m) art. 142 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 42/04 e smi; si tratta del vincolo al quale è sottoposto il Flumen Santu;
- Vincolo di tutela della fascia costiera (fascia di rispetto di 300 m) art. 142 comma 1 lettera a) del D.Lgs. 42/04 e smi.

Data l'interferenza con tali vincoli (D. Lgs. 42/2004) deve essere presentata un'istanza di autorizzazione paesaggistica, ai sensi dell'art.146, comma 2, del Codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. L'istanza dovrà essere accompagnata da apposita relazione, volta alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi, condotta ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs 42/2004 e sulla base del D.P.C.M. 12 dicembre 2005 pubblicato sulla G.U. del 31 gennaio 2006, n. 25 Serie Generale.

### *2.6.1.2 Vincoli architettonici, archeologici e storico-culturali*

Ai sensi dell'art. 82, comma 5, lettera m), del D.P.R. 616/1977 sono sottoposti a vincolo paesistico le zone di interesse archeologico; il vincolo di cui al presente comma non si applica alle zone A, B e – limitatamente alle parti ricomprese nei piani pluriennali di

attuazione – alle altre zone, come delimitate negli strumenti urbanistici ai sensi del D.M. 2/4/1968, n. 1444, e, nei Comuni sprovvisti di tali strumenti, ai centri edificati perimetrati ai sensi dell'art. 18 della legge 22/10/1971, n. 865. Ai fini delle suddette verifiche urbanistiche si fa riferimento agli strumenti urbanistici e/o alle perimetrazioni vigenti anteriormente al 7 settembre 1985, data di entrata in vigore della Legge n. 431 dell'8 agosto 1985.

Sono qualificate zone di interesse archeologico quelle aree in cui siano presenti resti archeologici o paleontologici anche non emergenti che comunque costituiscano parte integrante del territorio e lo connotino come meritevole di tutela per la propria attitudine alla conservazione del contesto di giacenza del patrimonio archeologico.

L'area oggetto di intervento interferisce, anche se minimamente dato che il progetto è stato sviluppato in modo da non attraversare il territorio vincolato, con aree sottoposte a vincolo archeologico – necropoli "Cuile Fiume Santo" (Art. 142, comma 1, lettera m) del D.Lgs. 42/2004) come segnalato nel PPR (vedi Figura 2.4.2 e Figura 2.4.3) e nel PUC del Comune di Sassari (Area n. 23 – Sito di Fiume Santo).

### *2.6.1.3 Usi civici*

Il territorio interessato dalla realizzazione dell'intervento in progetto non è gravato da usi civici.

### **2.6.2 Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23)**

Il vincolo idrogeologico (Regio Decreto Legge n. 3267 del 30/12/1923, "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani") si rivolge ad aree delicate dal punto di vista della morfologia e della natura del terreno ed è finalizzato, essenzialmente, ad assicurare che le trasformazioni operate su tali aree non producano dissesti, o distruggano gli equilibri raggiunti e consolidati, a seguito di modifica delle pendenze legate all'uso ed alla non oculata regimazione delle acque meteoriche o di falda. La presenza del vincolo comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra. La necessità di tale autorizzazione riguarda anche gli interventi di trasformazione colturale agraria che comportano modifiche nell'assetto morfologico dell'area, o intervengono in profondità su quei terreni.

La Legge Regionale No. 7 del 22 Aprile 2002, "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (Legge Finanziaria 2002)", nelle more del trasferimento agli enti locali delle funzioni attualmente esercitate dalle Camere di Commercio e concernenti le determinazioni sul vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto 30 Dicembre 1923, No. 3267, ha attribuito alla direzione generale del Corpo Forestale le funzioni di vigilanza ambientale nelle aree sottoposte a tale vincolo.

Nelle zone soggette a vincolo lo svolgimento di interventi che comportino modificazione e/o trasformazione dell'uso del suolo sono subordinati all'ottenimento di un provvedimento autorizzativo da parte del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale; tale provvedimento è atto a verificare esclusivamente la compatibilità tra l'equilibrio idrogeologico del territorio e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'intervento in progetto.

L'area interessata dagli interventi in progetto non è soggetta a vincolo idrogeologico, tuttavia si segnala inoltre che, l'Art. 9 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) inerente la "Gestione delle Aree a Vincolo Idrogeologico", evidenzia che *"l'organo competente della Regione Sardegna estende il vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto n. 3267/1923, ove non esistente, alle aree delimitate dal PAI come aree di pericolosità da frana"*.

### **2.6.3 Rischio sismico (OPCM 3274/2003 e OPCM 3519/2006)**

Il vincolo sismico è riferito alle aree soggette a rischio sismico e a quelle soggette a movimenti franosi. La sua finalità è quella di sottoporre a controllo tutti gli interventi edilizi sulle aree vincolate con la creazione di un archivio-deposito dei progetti e la loro attestazione su uno standard tecnico predefinito.

L'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 8 maggio 2003, ha introdotto nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, nuove normative tecniche per costruzioni in zona sismica e ha avviato un programma ricognitivo del patrimonio edilizio esistente, di edifici e opere infrastrutturali di particolare importanza. Nell'art. 2, inoltre, si specifica che le Regioni dovranno provvedere all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche sulla base delle indicazioni presenti nell'Allegato 1 alla suddetta Ordinanza. Tale allegato, infatti, contiene i criteri generali per la classificazione sismica cui le Regioni hanno fatto riferimento fino alla realizzazione della mappa di pericolosità sismica su scala nazionale, la cui finalità è stata quella di evitare che ci fosse troppa disomogeneità fra i Comuni ubicati ai confini di Regioni diverse.

La mappa di pericolosità di riferimento è stata predisposta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 ed è stata adottata con l'O.P.C.M. n.3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi della medesime zone". La pericolosità sismica è determinata sulla base del picco di massima accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (ag) e in base al suo valore le Regioni individuano la zona sismica cui appartiene un determinato Comune.

Attualmente, in seguito agli eventi avvenuti in pianura padana nella primavera del 2012, è stato prodotto un aggiornamento della mappa 2006. Anche in tale elaborato l'intera Sardegna risulta essere classificata in zona 4 e presenta i livelli di pericolosità sismica tra i più bassi di Italia (vedi Figura 2.6.2).

Le "Norme tecniche per le costruzioni", emanate con Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti il 14 settembre 2005, sono state recentemente abrogate dal Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 recante "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", emanato dal Ministero delle Infrastrutture e pubblicato su: G. U. Suppl. Ordin. n. 29 del 04 febbraio 2008. Tale decreto è stato successivamente integrato dal Decreto Ministeriale del 06 maggio 2008, pubblicato su: G.U. n. 153 del 02 luglio 2008. L'allegato A "Pericolosità sismica" prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione sia definita sulla base dei valori di pericolosità sismica dall'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006.

Con la Deliberazione della Giunta del 30 marzo 2004, n. 15/31 "Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", la Regione Sardegna recepisce la classificazione sismica dell'OPCM del 2003.

In particolare nella DGR 15/31, l'Assessore della Difesa dell'Ambiente, giuste le disposizioni di cui all'art. 94, comma 2, lettera a), del D.Lgs. n. 112/1998, che conferisce alle regioni l'individuazione delle zone sismiche, la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone e dell'art. 2, punto 1, dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 che, come detto, lascia facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica, propone alla Giunta regionale:

- di recepire in via transitoria, fino a nuova determinazione conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, in corso di redazione da parte degli Organi tecnici competenti, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna così come riportato nell'allegato A dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 in cui tutti i comuni dell'isola sono classificati in Zona 4;
- di non introdurre per detti Comuni l'obbligo della progettazione antisismica.

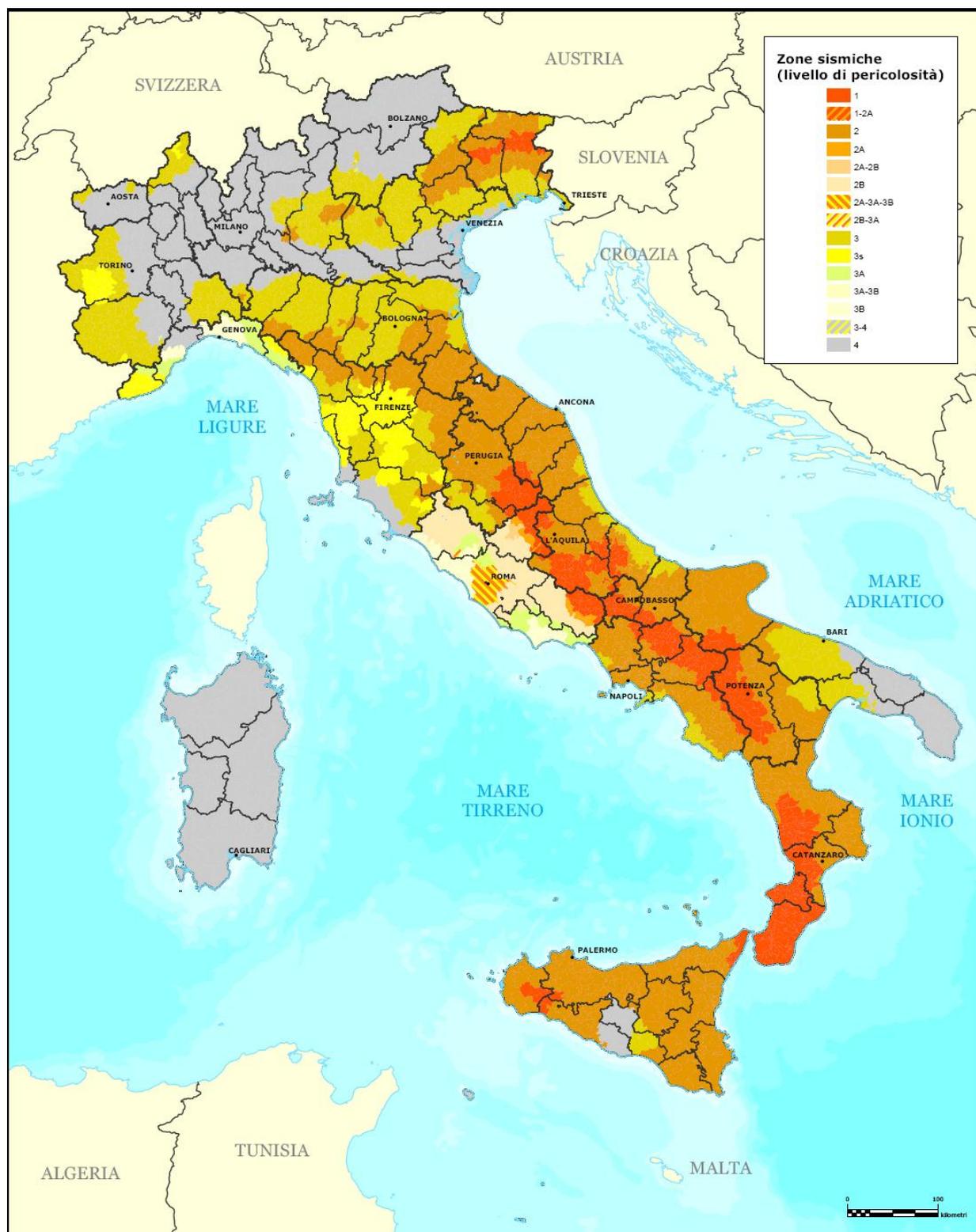


Figura 2.6.2 – Classificazione sismica al 2012.

## 2.7 Eventuali disarmonie tra pianificazione e progetto

In questo capitolo è stato descritto il quadro generale delle norme e degli strumenti di pianificazione territoriale, che vanno a definire i vincoli e le prospettive di sviluppo delle zone interessate dalla realizzazione degli interventi in progetto, con particolare riferimento a tutte le disposizioni definite allo scopo di preservare gli aspetti territoriali di carattere paesistico- ambientale.

Nella seguente tabella è riportata una sintesi dei principali strumenti pianificatori e dei vincoli per il territorio interessato dal progetto in esame. Sono inoltre brevemente elencate le principali disposizioni che il piano prevede per il territorio interessato dalle opere in progetto.

Tipologia di pianificazione	Piani/Norme	Coerenza con il progetto
Pianificazione dei rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS)</li> <li>• Piano Regionale delle Bonifiche (PRB)</li> </ul>	<p>È nota la situazione di contaminazione diffusa del suolo e della falda nell'area di intervento e sono previsti nel PRB interventi di risanamento più o meno puntuali. Nell'ambito del PRB 2003 non è previsto l'intervento in oggetto tuttavia l'intervento di bonifica delle acque di falda della Stazione Elettrica Terna e dell'Area Stazione di Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo, è compreso nell'anagrafica dei siti contaminati in continuo aggiornamento a cura degli uffici regionali.</p>
Pianificazione delle acque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);</li> <li>• Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche;</li> <li>• Piano di Tutela delle Acque (PTA)</li> <li>• Piano di Gestione del Distretto Idrografico</li> </ul>	<p>Non si rilevano elementi di contrasto con la pianificazione delle acque e, in generale il progetto risulta essere coerente con gli obiettivi in merito all'uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.</p> <p>Non si rilevano specifici elementi ostativi al progetto anche in relazione alle disposizioni del PAI.</p>
Pianificazione territoriale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PUT);</li> <li>• Piano Urbanistico della Provincia di Sassari (PUP-PTC)</li> </ul>	<p>In generale, data la natura delle opere in progetto previste non si hanno sostanziali modifiche del contesto paesaggistico nel quale si inseriscono. Il progetto, quindi, non è incompatibile con le previsioni del PPR; si sottolinea che le opere dovranno comunque essere assoggettate agli obblighi previsti dal D.Lgs. 42/04, così come recepiti dal PPR, dato che interferiscono con il sistema dei vincoli paesaggistici.</p> <p>Rispetto alle indicazioni del PUP-PTC di Sassari, l'area di intervento interessa la zona produttiva di Fiume Santo e interferisce con il sistema delle ecologie elementari n. 135 e</p>

Tipologia di pianificazione	Piani/Norme	Coerenza con il progetto
		138; le norme di riferimento per tali aree non evidenziano elementi di diretta incompatibilità con le opere in progetto, volte al miglioramento delle condizioni ambientali dell'area. Nello sviluppo del progetto, inoltre, si tiene conto delle eventuali aree a rischio archeologico e/o rinvenimenti archeologici effettivi presenti, così da rispettare le norme individuate nell'ambito del PUP-PTC per gli insediamenti storici.
Pianificazione urbanistica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano Urbanistico Comunale del Comune di Sassari (PUC)</li> <li>• Piano regolatore del Comune di Porto Torres;</li> <li>• Piano Regolatore Territoriale dell'area industriale di Sassari, Porto Torres ed Alghero</li> </ul>	Il progetto si colloca in zona D1 "Grandi aree industriali artigianali", normate dall'art. 37 delle NTA del PUC di Sassari che fornisce gli indirizzi e gli usi consentiti in tali aree. Le opere in progetto, data la natura dell'area, sono compatibili con le suddette destinazioni d'uso. Il progetto si sviluppa in parte in aree a pericolosità idraulica e da frana individuate dal PUC ai sensi dell'artt. 8 e 26 del PAI. Il progetto deve dimostrare la propria compatibilità in relazione alle criticità delle aree in cui si colloca ma non è incompatibile con le stesse.
Pianificazione acustica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piano di zonizzazione Acustica del Comune di Sassari – bozza 2007</li> </ul>	L'intervento ricade in aree classificate come IV, V e V. Gli interventi quindi dovranno tener conto dei limiti previsti per queste aree che sono, comunque, a natura prevalentemente industriale.
Sistema delle aree protette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree naturali protette</li> <li>• Rete Natura 2000</li> </ul>	Il progetto si colloca esternamente al sistema delle aree protette e dei siti Natura 2000. Si segnala solo la presenza del " <i>Santuario dei mammiferi marini</i> " nel settore di mare prospiciente l'area di intervento.

Tipologia di pianificazione	Piani/Norme	Coerenza con il progetto
Regime vincolistico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vincoli paesaggistici ed ambientali (D.Lgs 42/2004)</li> </ul>	<p>L'area interessata dagli interventi in esame ricade nei seguenti vincoli paesaggistici:            Vincolo delle bellezze d'insieme – art. 136 comma 1 lettere c) d) del D.Lgs 42/04 e smi; in particolare si tratta dell'area denominata "Territori di porto Ferro Argentiera e Stintino per il caratteristico valore estetico dei quadri naturali";            Vincolo di tutela dei corsi d'acqua (fascia di rispetto di 150 m) art. 142 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 42/04 e smi; si tratta del vincolo al quale è sottoposto il Flumen Santu;            Vincolo di tutela della fascia costiera (fascia di rispetto di 300 m) art. 142 comma 1 lettera a) del D.Lgs. 42/04 e smi.            Inoltre, l'area oggetto di intervento interferisce, anche se minimamente dato che il progetto è stato sviluppato in modo da non attraversare il territorio vincolato, con aree sottoposte a vincolo archeologico – necropoli "Cuile Fiume Santo" (Art. 142, comma 1, lettera m) del D. Lgs. 42/2004).            Data l'interferenza con tali vincoli (D. Lgs. 42/2004) deve essere presentata un'istanza di autorizzazione paesaggistica, ai sensi dell'art.146, comma 2, del Codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vincolo idrogeologico</li> </ul>	<p>L'area interessata dagli interventi in progetto non è soggetta a vincolo idrogeologico, tuttavia si segnala inoltre che, l'Art. 9 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) inerente la "Gestione delle Aree a Vincolo Idrogeologico", evidenzia che <i>"l'organo competente della Regione Sardegna estende il vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto n.</i></p>

Tipologia di pianificazione	Piani/Norme	Coerenza con il progetto
		<p><i>3267/1923, ove non esistente, alle aree delimitate dal PAI come aree di pericolosità da frana".. La presenza del vincolo comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra</i></p>

### 3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

#### 3.1 Premessa

L'intervento di bonifica dell'area TERNA-SA.PE.I. è finalizzato all'intercettazione dei flussi idrici sotterranei contaminati diretti verso recettori naturali della circolazione idrica sotterranea, rappresentati dalla valle del Fiume Santo e dal mare.

Secondo gli studi condotti per la caratterizzazione del sito, le principali sorgenti contaminanti non sono collocate all'interno dell'area TERNA-SA.PE.I., essendo quest'area soltanto una piccola parte di un più vasto territorio in cui sono emerse le medesime problematiche di inquinamento.

Le opere di bonifica riguardano i due corpi idrici sotterranei nei quali è stata riscontrata la presenza di contaminazione da solventi clorurati (sostanze non previste nel ciclo produttivo di Terna):

- il corpo idrico superficiale di modesta produttività (denominato pseudo-falda superficiale) ospitato dai terreni dell'*aquitard* superficiale;
- il corpo idrico di importanza regionale ed elevata produttività rappresentato dalla falda carbonatica profonda.

Il progetto prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

Le alternative progettuali sono state sviluppate tenendo conto dei contenuti di una serie di studi specialistici eseguiti a cura del Prof. Pietro Bruno Celico<sup>5</sup> nell'ambito dei quali, a partire dai risultati delle campagne di indagine eseguite nel sito da CESI o da altri soggetti, è stato delineato il modello idrogeologico del sito e sono stati individuati i lineamenti delle soluzioni di intervento.

L'intervento riguarda la realizzazione di:

- opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti;
- opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione.

Per pervenire all'obiettivo di protezione dei recettori le opere sono localizzate:

- in sponda sinistra del Fiume Santo (opere Lato Fiume);
- in corrispondenza del tratto litorale antistante la centrale E.On. (opere Lato Mare).

---

<sup>5</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

Lo schema generale degli interventi è riportato nella Figura 3.1.1, cui segue una sintesi degli interventi, che saranno descritti in dettaglio nei successivi §§ 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3.

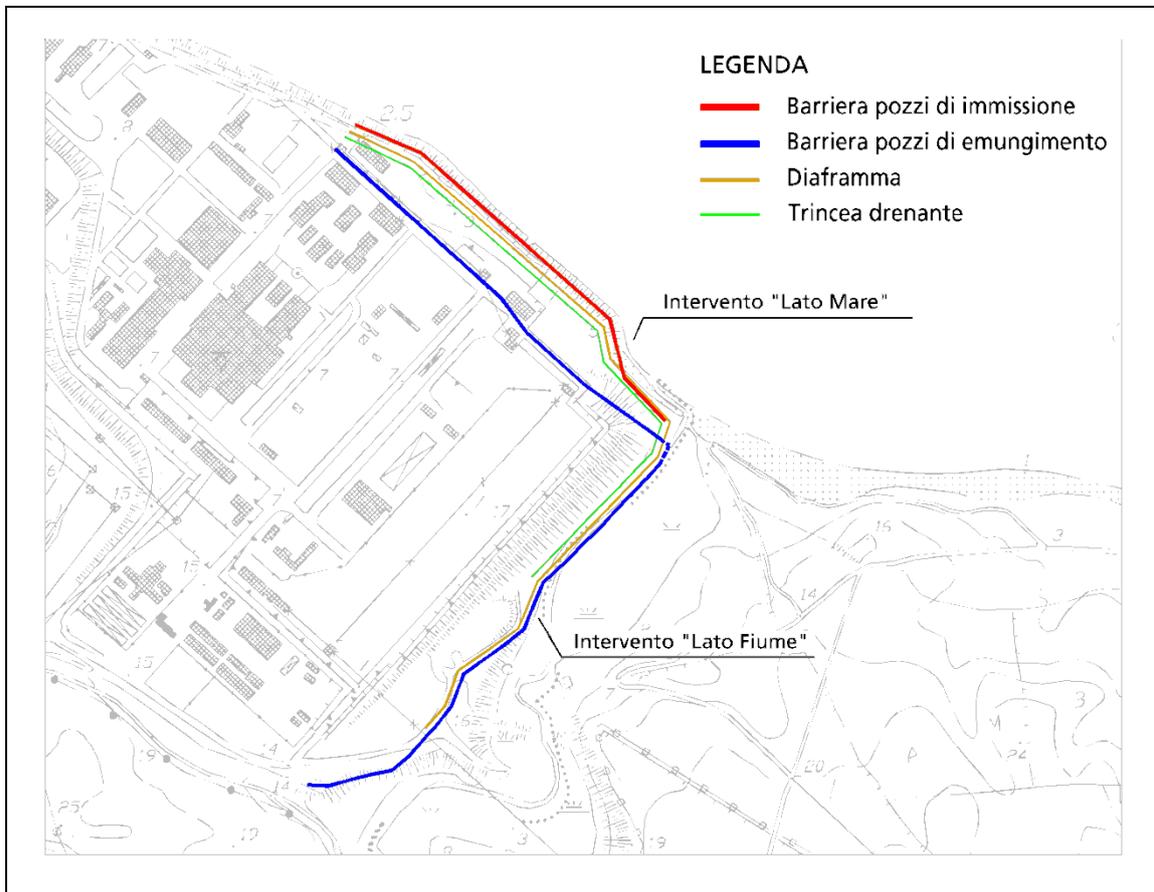


Figura 3.1.1 – Schema degli interventi

## 3.2 Descrizione sintetica dell'intervento

### 3.2.1 Opere Lato Fiume

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barriera fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso la valle del Fiume Santo, provenienti in parte da sito E.On. e in parte dal sito TERNA-SA.PE.I., la cui portata è stimata in 0,2 l/s<sup>6</sup>.

Il barriera fisico sarà costituito da un diaframma composto (bentonite con interposizione di una geomembrana in HDPE), che si svilupperà verticalmente fino alla sommità della formazione calcarea (sede della falda profonda), a profondità variabile tra

<sup>6</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barriera della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barriera fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

12 m e 20 m. Nel tratto terminale dell'intervento, laddove la formazione calcarea si approfondisce, la barriera fisica sarà limitata alla profondità massima di 20 m da piano campagna.

La barriera avrà sviluppo planimetrico di circa 500 m, e si estenderà dalla zona di foce del Fiume Santo fino all'area del carbondotto E.On. A sud del carbondotto non è prevista la realizzazione del barrieramento in quanto in tale area non è stata riscontrata la presenza della pseudo-falda.

Alle spalle del barrieramento fisico sarà realizzata una trincea drenante della lunghezza di 300 m e profondità variabile tra 12 e 15 m, finalizzata a intercettare le acque della pseudo-falda, evitare innalzamenti piezometrici con effetti sui terreni a monte e drenanza verso la falda carbonatica profonda. La trincea drenante non è prevista nel tratto di monte in quanto in tale tratto l'*aquitard* è risultato asciutto. La raccolta delle acque dalla trincea sarà effettuata mediante 6 pozzi posizionati a intervalli regolari all'interno della trincea stessa.

Nella falda carbonatica profonda è prevista una barriera idraulica costituita da 25 pozzi di emungimento della profondità di 150 m<sup>7</sup>, finalizzata a intercettare i flussi idraulici contaminati diretti verso l'asse di drenaggio preferenziale che si sviluppa lungo la valle del Fiume Santo., la cui portata complessiva è stimata in 25 l/s<sup>8</sup>.

L'elevata profondità dei pozzi si giustifica con la necessità di garantire l'intercettazione della contaminazione profonda riscontrata nel corso delle indagini del 2008-2009<sup>9</sup>.

L'interasse tra i pozzi è stato assunto pari a 30 metri sulla base dei risultati delle indagini condotte nel 2008-2009. In corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio, si dovrà procedere alla verifica dell'effettivo raggio di influenza dei pozzi e conseguentemente dell'eventuale necessità di realizzare pozzi integrativi.

La realizzazione delle opere di barrieramento richiede la disponibilità di adeguati spazi operativi (larghezza di circa 20 m). Poiché nel tratto terminale del Lato Fiume lo spazio disponibile è limitato a una pista di servizio della larghezza di 2-3 m posizionata tra il

---

<sup>7</sup> Il sistema è completato da 6 piezometri profondi 150 m in asse alla barriera (SFp24÷SFp27, SFp29, SFp31).

<sup>8</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

<sup>9</sup> CESI. Sito Fiume Santo (Area SA.PE.I.). Progetto delle opere di bonifica della falda e relative indagini integrative. Voce 2.1.3 - Indagini integrative nell'area interessata dalle opere di bonifica - Relazione Finale. Prot. A9033075 del 10/12/2009;

CESI. Rapporto di prova "Acque di falda provenienti dal sito di Fiume Santo" Prot. A9028223 del 17-18/08/2009;

Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

terrapieno di contenimento del carbonile della centrale E.On. e l'alveo del Fiume Santo, si rende necessario prevedere l'ampliamento della pista attraverso il riporto di materiale in alveo e il conseguente rimodellamento dell'alveo.

### 3.2.2 Opere Lato Mare

Tutte le opere Lato Mare sono localizzate su aree di pertinenza E.On. Non disponendo di dati idrogeologici e stratigrafici per questa area<sup>10</sup>, le opere sono state sviluppate facendo riferimento alle medesime caratteristiche idrogeologiche riscontrate nel tratto di valle del Lato Fiume.

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barrieramento fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare provenienti quasi esclusivamente dall'area E.On. e, in misura ridotta, dall'area TERNA-SA.PE.I., la cui portata complessiva è stimata in 0,05 l/s<sup>11</sup>.

Il barrieramento avrà profondità di 20 m e lunghezza di circa 700 m e sarà basato sul medesimo schema adottato per il Lato Fiume, ma con tecniche adattate alle condizioni logistiche e alle interferenze presenti (opere di presa e restituzione della centrale E.On., ecc.). In particolare il barrieramento sarà costituito da tratti di diaframma bentonitico composito e da tratti realizzati mediante jet grouting. Alle spalle del diaframma è prevista una trincea drenante della lunghezza di profondità variabile tra 12 e 17 m, in funzione della quota di piano campagna, corredata da 19 pozzi di aggotamento.

Nella falda carbonatica profonda è previsto un doppio barrieramento idraulico, di immissione e di emungimento. La barriera di emungimento, costituita da 20 pozzi, è finalizzata a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare, la cui portata è stimata in 5 l/s<sup>9</sup>. La barriera intercetterà inoltre una quota parte della portata immessa nella barriera di immissione (stimata complessivamente in 5 l/s). La barriera di immissione, costituita da 22 pozzi localizzati in prossimità della linea di costa<sup>12</sup>, finalizzata sia all'intercettazione di eventuali flussi idrici non intercettati dalla barriera di emungimento sia a impedire locali fenomeni di ingressione marina. La distanza tra le due barriere è di circa 80 m per ridurre le reciproche interferenze.

Come per il Lato Fiume è stato assunto un interasse tra i pozzi pari a 30 metri, che dovrà essere verificato in corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio (emungimento o immissione in funzione del tipo di barriera).

<sup>10</sup> Nel corso delle indagini del 2008-2009 non è stato possibile eseguire investigazioni Lato Mare a causa della mancata autorizzazione all'accesso alle aree

<sup>11</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

<sup>12</sup> Il sistema è completato da 9 piezometri in asse alla barriera di immissione (SFp35÷SFp42 e SFp22) e 9 piezometri in asse alla barriera idraulica di emungimento (SFp43÷SFp51) profondi 150 m;

Nei pozzi di emungimento della falda carbonatica saranno installate pompe elettriche sommerse. Analoghe pompe saranno installate nei pozzi interni alla trincea drenante della pseudo-falda superficiale. Nei pozzi di immissione saranno installate pompe elettriche esterne.

Le tubazioni di mandata delle pompe di emungimento saranno collegate a linee di collettamento interrato per il recapito a un impianto di trattamento dedicato, da realizzare in un'area prossima al condottivo E.On. Tutti i tracciati delle tubazioni saranno realizzati in trincea.

### **3.2.3 Impianto di trattamento**

L'impianto di trattamento è dimensionato sulla base dei risultati dello studio idrogeologico<sup>13</sup> ed ha una potenzialità complessiva di 160 m<sup>3</sup>/h. L'impianto è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi). L'acqua derivante dalla sezione di osmosi, con concentrazioni inferiori a D.lgs. 152/2006 Tabella 2 Allegato 5, è destinata alla reimmissione in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

### **3.2.4 Piezometri**

Per valutare gli effetti della bonifica verrà realizzata una rete di monitoraggio delle falde costituita da:

- piezometri da realizzare ex-novo;
- piezometri già esistenti, realizzati nel corso di precedenti campagne di indagine e da adattare alle esigenze progettuali.

I piezometri da realizzare ex-novo riguardano entrambi i corpi idrici oggetto dell'intervento di bonifica (falda carbonatica profonda e pseudofalda superficiale). I piezometri nella pseudo-falda superficiale avranno profondità limitata allo spessore dell'*aquitard* che ospita la pseudo-falda superficiale. I piezometri nella falda carbonatica profonda avranno profondità di 150 m, con tratto cieco in corrispondenza dell'*aquitard* e tratto finestrato in corrispondenza dell'acquifero carbonatico.

I nuovi piezometri saranno localizzati come segue:

- Lato Fiume: 3 piezometri nella falda carbonatica profonda (SFp23, SFp28, SFp30) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SFs23, SFs28, SFs30);

---

<sup>13</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

- Lato Mare: 3 piezometri nella falda carbonatica profonda (SFp52÷SFp54) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SFs52÷SFs54).

Inoltre saranno realizzati 3 piezometri nella falda carbonatica profonda nell'area della stazione elettrica (area vasta) con la funzione di piezometri di monte (SFp32÷SFp34).

I piezometri già esistenti<sup>14</sup> (realizzati nel corso di precedenti campagne di indagine) saranno inseriti nella rete di monitoraggio della bonifica previa esecuzione di limitati interventi di adeguamento delle teste pozzo. In particolare saranno utilizzati:

- Lato Fiume: 6 piezometri nella falda carbonatica profonda (SF 1a, SF13a, SF2a, SF3, SF4a, SF5a) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SF1b, SF2b, SF4b).
- a monte delle barriere (area vasta): 11 piezometri nella falda carbonatica profonda (SF8, SF9, SF10, SF11, SF16, SF17, SF18, SF19, SF20, SF6a, SF7a) e 1 piezometro nella pseudo falda superficiale (SF7b).

In tutti i piezometri sopra indicati e in tutti i pozzi di emungimento e di immissione è prevista l'installazione di trasduttori di pressione automatici. Inoltre in corrispondenza di 18 pozzi di emungimento nella falda carbonatica profonda (8 Lato Fiume e 10 Lato Mare) e in 8 pozzi della trincea drenante nella pseudo falda superficiale (3 Lato Fiume e 5 Lato mare) è prevista l'installazione di sensori di conducibilità elettrica finalizzati a verificare l'eventuale richiamo di acqua salmastra prodotto dal pompaggio, per ottimizzare e affinare i criteri di intervento pompaggio.

Il sistema di bonifica è completato da un sistema di controllo e gestione finalizzato a consentire la regolazione e l'ottimizzazione dei ratei di emungimento/immissione sulla base di condizioni prefissate. Infine, l'impianto sarà provvisto di un sistema di supervisione remota per consentire di visualizzare in tempo reale il funzionamento della barriera.

### 3.3 Parametri di esercizio

#### 3.3.1 Pseudo falda superficiale

Nella pseudo falda superficiale, il deflusso naturale delle acque verso i recettori (Fiume Santo e mare) sarà bloccato dal diaframma fisico e intercettato dalla trincea drenante realizzata a monte del diaframma. Per garantire l'efficacia del barrieramento, ancorché le portate stimate siano esigue (0,05 l/s verso il mare e 0,2 l/s verso il Fiume Santo), dovranno essere adottate modalità operative tali da evitare:

- interscambi tra pseudo-falda e acque superficiali, sia in termini di perdite idriche verso mare e/o verso fiume per sifonamento del diaframma impermeabile che di ingressione marina o dell'acqua di fiume;

---

<sup>14</sup> Nell'area di intervento sono presenti altri piezometri (SF12, SF13b, SF21, SF14, SF15) che non saranno utilizzati per il monitoraggio, ma che saranno comunque oggetto di un adeguamento delle teste pozzo al fine di preservarne l'integrità

- innalzamenti dei livelli idrici sotterranei a monte della barriera tali da causare allagamento di infrastrutture, incremento delle pressioni interstiziali e conseguenti effetti sulla statica dei fabbricati a causa dell'incremento;
- fenomeni di erosione sotterranea conseguenti al sifonamento.

Per evitare gli effetti sopra indicati, si procederà alla regolazione del livello idrico nelle trincee drenanti Lato Mare e Lato Fiume, attraverso l'aggettamento dell'acqua dai pozzi presenti nelle trincee, avendo cura di mantenere un livello simile a quello dei rispettivi recettori superficiali (o leggermente superiore come indicato nello Studio idrogeologico<sup>15</sup>) ed eliminare gli interscambi.

### ***3.3.2 Falda carbonatica profonda***

#### ***3.3.2.1 Lato Fiume (barriera di emungimento)***

Sulla base delle valutazioni contenute nello studio idrogeologico la portata di emungimento è stimata in circa 25 l/s, corrispondente alla portata che, in condizioni naturali, defluisce verso l'asse di drenaggio preferenziale che si sviluppa lungo la valle del Fiume Santo. La portata di emungimento indicativa per ciascuno dei 25 pozzi previsti è dell'ordine di 1 l/s.

Come precisato nello studio idrogeologico, considerata l'eterogeneità e l'anisotropia dell'acquifero, la portata dei pozzi dovrà essere verificata e valutata sperimentalmente, caso per caso, mediante prove di emungimento a gradini crescenti, da eseguire via via che ogni pozzo verrà completato. In relazione alla reale resa dei singoli pozzi, laddove la produttività dovesse essere scarsa, sarà effettuato un emungimento alternato, condizionandolo ai livelli dinamici.

La portata di esercizio dei singoli pozzi potrà variare da pozzo a pozzo (in funzione della resa effettiva) e dovrà essere tarata in modo che il cono di emungimento non intercetti né l'asse di drenaggio preferenziale presente lungo la valle del Fiume Santo, né la sorgente di valle, né la linea di costa, al fine di evitare il richiamo verso i pozzi stessi di flussi idrici superficiali e sotterranei inquinati, anche da altri settori della falda posti in destra idrografica del Fiume Santo.

In fase progettuale il livello dinamico dei pozzi può essere previsto non molto diverso da quello del corso d'acqua.

In fase di esecuzione delle opere e di sperimentazione delle stesse, si dovrà anche valutare se le singole portate di pompaggio potranno essere incrementate via via che

---

<sup>15</sup> Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

crece la distanza tra la stessa barriera idraulica e l'asse di drenaggio preferenziale presente lungo la valle del fiume Santo.

### *3.3.2.2 Lato Mare (barriera di immissione accoppiata a barriera di emungimento)*

Sulla base delle valutazioni contenute nello studio idrogeologico la portata di immissione è stimata, cautelativamente, raddoppiando l'entità del flusso idrico naturale della falda profonda verso mare ( $5 \times 2 = 10$  l/s). La portata di immissione indicativa per ciascuno dei 22 pozzi previsti è dell'ordine di 0,5 l/s.

Come già indicato per il Lato Fiume, considerata l'eterogeneità e l'anisotropia dell'acquifero, la portata dovrà essere verificata e valutata sperimentalmente, caso per caso, mediante prove di immissione da eseguire via via che ogni pozzo verrà completato. Inoltre, considerato il ruolo della barriera idraulica di immissione, la portata da immettere in ciascun pozzo potrà variare in relazione alla capacità di assorbimento locale della roccia serbatoio; in ogni caso, essa dovrà assicurare un innalzamento del livello piezometrico della falda carbonatica per l'intero fronte costiero non inferiore a + 0,3 m s.l.m..

La portata di emungimento è stimata in 10 l/s (5 l/s corrispondenti alla portata naturale della falda e 5 l/s quale contributo della barriera di immissione). La portata di emungimento indicativa per ciascuno dei 20 pozzi previsti è dell'ordine di 0,5 l/s. Anche tale portata dovrà essere verificata e valutata sperimentalmente, caso per caso, mediante prove di emungimento a gradini crescenti di portata su ciascun pozzo.

Tenuto conto della vicinanza del mare, le operazioni di pompaggio dovranno essere opportunamente tarate (in termini di portata e tempi di pompaggio), su base sperimentale, al fine di evitare la risalita locale dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata e, di conseguenza, fenomeni di ingressione marina. Sarà pertanto necessario, durante le fasi di pompaggio, tenere sotto controllo i livelli piezometrici dinamici della falda carbonatica.

Il livello piezometrico lungo l'asse della barriera, se necessario, potrà raggiungere lievi abbassamenti (intorno a -0,2 m sotto il livello medio mare) in quanto il contrasto al fenomeno localizzato di ingressione marina è agevolato dalla barriera di immissione posta a valle.

## 3.4 Descrizione del progetto

### 3.4.1 *Barrieramento fisico-idraulico lato fiume*

#### 3.4.1.1 *Sequenza operativa*

L'intervento Lato Fiume prevede la seguente sequenza operativa:

- a) approntamento del cantiere (recinzione, baraccamenti, costruzione delle baie di deposito temporaneo dei materiali scavati, degli scarrabili e dei rifiuti liquidi), preparazione delle piste di cantiere e dei piani di lavoro e ampliamento della pista Lato Fiume e realizzazione del nuovo alveo del Fiume Santo;
- b) esecuzione di attività preliminari alla realizzazione della barriera (campi prova, indagini sui sottoservizi, sondaggi a carotaggio continuo in asse alla barriera fisica);
- c) realizzazione della barriera fisica nella pseudo-falda superficiale mediante: prescavo dei tratti interessati dalla presenza di materiali litoidi con attrezzatura idonea, sostituzione del materiale scavato con calcestruzzo plastico/miscela cementizia (di caratteristiche tali da consentire lo scavo con benna mordente), scavo del diaframma con benna mordente e inserimento della geomembrana nella trincea di scavo riempita di miscela autoindurente ancora fluida;
- d) esecuzione della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale a monte della barriera fisica mediante pali secanti in ghiaia. Ai due estremi della trincea e in quattro posizioni intermedie saranno installati pozzi superficiali allestiti con pompa per la raccolta delle acque drenate dalla trincea;
- e) realizzazione dei pozzi nella falda carbonatica profonda e dei piezometri di monitoraggio;
- f) realizzazione delle tubazioni idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili;
- g) installazione degli impianti tecnologici (sistemi di pompaggio, impianti elettrici e sistemi di monitoraggio);
- h) sistemazione finale delle piste di cantiere;
- i) la smobilitazione del cantiere al termine delle attività.

Le attività sopra indicate vengono messe in atto secondo il cronoprogramma riportato in Appendice 1, evitando le interferenze tra le diverse lavorazioni.

#### 3.4.1.2 *Barriera Fisica*

La barriera fisica è costituita da un diaframma composito (pannelli di miscela cemento-bentonite con interposizione di una geomembrana di HDPE dello spessore di 2 mm) della lunghezza di circa 550 m. Il diaframma sarà approfondito fino al tetto della formazione

calcarea mesozoica e comunque fino alla profondità massima di 20 m da piano campagna.

In base alla ricostruzione stratigrafica effettuata sulla base della campagna di indagine eseguita nel 2008-2009, la profondità del diaframma varierà tra i 12 m ed i 20 m dal piano campagna locale.

L'ubicazione della barriera fisica è riportata negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola *"Lato Fiume – Planimetria di tracciamento barriera fisica e pozzi"*).

#### 3.4.1.2.1 Attività preliminari

Prima di avviare la realizzazione della barriera fisica si eseguiranno:

- sondaggi verticali a carotaggio continuo fino a raggiungere il tetto dello strato di calcare, che verrà perforato per 5 m. I sondaggi saranno eseguiti in asse alla barriera con interasse pari a 10 m. I log dei sondaggi consentiranno di individuare con maggior dettaglio il tetto dei calcari nel quale la barriera fisica dovrà intestarsi e i tratti interessati dalla presenza di stratificazioni e trovanti negli strati più superficiali interessati dall'esecuzione della barriera che possano costituire ostacolo alla realizzazione del diaframma;
- indagini sui sottoservizi finalizzate a confermare e ad integrare la mappatura attualmente nota (es. rilievi di tipo georadar lungo l'asse di tracciamento del diaframma);
- campi prova finalizzati alla messa a punto delle tecnologie esecutive del diaframma e alla verifica del raggiungimento dei requisiti progettuali con i sistemi operativi in dotazione all'Impresa incaricata dei lavori.

#### 3.4.1.2.2 Modalità esecutive della barriera fisica

L'esecuzione del diaframma avverrà mediante la realizzazione di pannelli primari di 2,5 m sovrapposti per un minimo di 0,4 m a pannelli secondari, per compensare gli scostamenti dalla verticale prodotti dall'attrezzatura di scavo e la contemporanea immissione di una miscela costituita da acqua-bentonite-cemento, previa realizzazione dei cordoli guida.

Le fasi operative prevedono lo scavo dei pannelli con benna mordente o sistema analogo fino alla quota di fondo prevista.

L'attrezzatura di scavo ripone il materiale scavato da smaltire su mezzi di movimentazione terra. I mezzi per l'allontanamento dei terreni scavati dovranno accostarsi all'apparecchiatura di scavo per il carico dei materiali, evitando di depositare il materiale scavato a lato della zona di lavoro.

Nella realizzazione del diaframma plastico la miscela acqua-bentonite-cemento (fanghi autoindurenti) ha inizialmente la funzione di fango di scavo ed acquisisce in seguito le caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità richieste.

Nella fase di realizzazione del getto della miscela potrebbero verificarsi perdite per via della presenza di fessurazioni nello strato calcareo di base. Si dovrà quindi operare con particolare attenzione in tale fase, prevedendo, al verificarsi di perdite, la posa in opera di materiali in grado di sigillare le eventuali vie di fuoriuscita della miscela, al fine di consentire la prosecuzione delle operazioni. Qualora all'atto dell'esecuzione del prescavo si riscontrassero cavità carsiche di rilievo alla base della barriera fisica, si procederà alla posa in opera di materiale granulare di pezzatura via via decrescente, a partire dalla dimensione di ciottoli fino a quella della sabbia, per consentirne il riempimento. Per permettere la formazione di un tappo di fondo che impedisca la perdita di miscela, a completamento del riempimento con materiale granulare della cavità, si procederà alla posa di calcestruzzo magro.

Completato lo scavo, viene messa in opera una geomembrana in HDPE di spessore minimo pari a 2 mm, appositamente zavorrata, prima che la miscela presente nella trincea solidifichi. La geomembrana in HDPE avrà e soddisferà i requisiti previsti dalla norma UNI 8898-6. Durante la posa i giunti tra i pannelli saranno riempiti con fango autoindurente per garantirne l'impermeabilità.

Nelle zone di sovrapposizione tra tratti di barriera eseguiti in corrispondenza di piani a quota diversa per compensare le pendenze del terreno naturale, si eseguirà un ulteriore pannello posto trasversalmente all'asse della barriera, da realizzarsi dal piano di lavoro più alto. Prima di procedere alla realizzazione del tratto della barriera dal piano di lavoro superiore, si dovrà procedere alla demolizione del tratto interferente dei cordoli guida al piano inferiore.

Nei tratti in cui sarà rilevata la presenza di blocchi o stratificazioni litoidi non scavabili con benna mordente alle profondità comprese tra il piano campagna ed il tetto dei calcari, e per permettere l'immorsamento nello stesso substrato calcareo, si dovrà eseguire un prescavo di tali materiali con un getto preliminare di calcestruzzo plastico o miscela cementizia, avente caratteristiche tali da poter essere successivamente scavato con benna mordente. Il prescavo potrà essere effettuato eseguendo pali secanti di grande diametro (D=1200mm a interasse di 0,6m) o in alternativa mediante idrofresa di spessore minimo 1200mm.

Nel tratto di barriera fisica prossimo al Fiume Santo, dove è previsto l'allargamento del rilevato costituente la pista di cantiere in alveo, poiché gli strati superficiali presentano caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti sarà impiegato un rivestimento almeno per i primi 6 m nel prescavo dei pali secanti di grande diametro, per contrastare l'eventualità di collasso delle pareti della trincea.

A lavori completati, la testa del diaframma sarà coperta con getto di calcestruzzo a protezione della miscela plastica indurita superficiale, fino alla quota di estradosso dei cordoli guida.

La composizione del fango autoindurente da impiegare nella realizzazione del diaframma e degli eventuali additivi da impiegare per migliorare le proprietà di permeabilità, di resistenza alle aggressioni di sostanze chimiche e l'efficienza dell'iniezione (stabilità e pompabilità) saranno definiti con il completamento di opportuni campi prova preliminari.

#### *3.4.1.3 Trincea drenante*

La trincea drenante superficiale avrà una lunghezza complessiva di 300 metri e profondità variabile tra i 12 ed i 15 m. Essa sarà eseguita mediante pali secanti in ghiaia diametro 600 mm, realizzati ad interasse pari a 400 mm. In particolare, la profondità della trincea drenante sarà pari a 15 m, nel tratto in cui il piano di lavoro è posto a quota +4,81 m e pari a 12 m verso mare, nel tratto in cui il piano di lavoro è posto a quota +1,50 m.

All'interno della trincea verranno realizzati 6 pozzi di profondità equivalente a quella della trincea, in cui verranno installate le pompe per l'aggettamento dell'acqua raccolta dalla trincea. I pozzi saranno eseguiti mediante perforazione a secco a percussione (sonda e/o benna) o a rotazione (secchione/bucket o vitone), con diametro perforazione 600 mm. Nel foro sarà installata una tubazione fessurata diametro 200 mm in HDPE; l'intercapedine sarà riempita con un dreno costituito da ghiaietto di granulometria 2,5÷4,0 mm.

#### *3.4.1.4 Pozzi di emungimento e di immissione e piezometri*

##### *3.4.1.4.1 Pozzi di emungimento e immissione nella falda carbonatica profonda*

Lungo la sponda sinistra del Fiume Santo, a Sud del sito E.On., è prevista la realizzazione di una barriera idraulica di emungimento nella falda carbonatica profonda costituita da 25 pozzi di profondità massima 150 m circa, con interasse di 30 m circa, e di una barriera idraulica di immissione nella falda carbonatica profonda costituita da 4 pozzi della profondità massima di circa 150 m circa, con interasse di 30 m circa.

Il tracciato delle barriere è adiacente a quello dei cavi interrati Terna SA.PE.I., pertanto in fase realizzativa dovrà essere prestata la massima attenzione e dovranno essere adottate tutte le precauzioni, quali l'esecuzione di prescavi, al fine di evitare interferenze.

I pozzi di emungimento e di immissione nella falda carbonatica profonda saranno costituiti da una parte superiore (fino a 100 metri circa dal piano campagna), provvista di tubo di rivestimento del diametro  $\varnothing$  180 mm. Al di sotto dei primi 100 m la perforazione proseguirà fino a 150 metri di profondità, con diametro a fondo foro pari a 100 mm e

senza posa di tubazione di rivestimento per consentire di intercettare i flussi contaminati profondi riscontrati nel corso della campagna di indagine eseguita.

L'ubicazione dei pozzi è riportata negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola "*Lato Fiume – Planimetria di tracciamento barriera fisica e pozzi*").

#### 3.4.1.4.2 Piezometri

Nell'area di intervento è prevista la realizzazione di 13 piezometri nella falda carbonatica profonda, 10 dei quali lungo il tracciato delle barriere idrauliche, e di 3 piezometri nella pseudo-falda superficiale lungo il tracciato delle barriere.

Poiché, come già evidenziato, l'Area TERNA-SA.PE.I. è caratterizzata dalla presenza di numerosi sottoservizi e linee interrato in tensione, in fase realizzativa dovrà essere prestata la massima attenzione e dovrà essere prevista l'esecuzione di prescavi al fine di verificare l'assenza di sottoservizi nei punti in cui è prevista la realizzazione dei piezometri.

I piezometri nella falda carbonatica profonda avranno profondità massima di 150 m circa e saranno costituiti da una parte superiore (fino a 20÷60 metri circa dal piano campagna), corrispondente ai terreni di copertura superficiali, di origine Quaternaria e Terziaria, provvista di tubo di rivestimento del diametro Øe 110 mm, con sezione cieca. Al di sotto di tale tratto, per una lunghezza variabile tra 130 e 90 metri, il foro sarà attrezzato con una tubazione finestrata, sempre del diametro Øe 110 mm, in corrispondenza del substrato carbonatico di origine Mesozoica. Tali tratti saranno valutati in corso d'opera sulla base delle risultanze stratigrafiche.

I piezometri nella pseudo-falda superficiale avranno profondità massima di 35 metri circa, la profondità potrà variare da punto a punto nelle zone in cui lo spessore dei terreni superficiali, di origine Quaternaria e Terziaria, è più ridotto. L'effettiva profondità dei singoli piezometri sarà definita in corso d'opera sulla base delle osservazioni stratigrafiche e idrogeologiche, tenendo conto dello spessore dei terreni superficiali e della soggiacenza della superficie piezometrica.

I piezometri saranno provvisti di tubo di rivestimento del diametro Øe 110 mm, con sezione filtrante lungo tutto il tratto fatta eccezione per le parti iniziali e terminali della colonna.

#### 3.4.1.5 Linee idrauliche, vie cavo e relative opere civili

Le opere da realizzare includono:

- linee idrauliche, comprendenti:
  - due linee di trasporto delle acque emunte dai 25 pozzi nella falda profonda e dalla trincea drenante nella pseudo-falda superficiale alle vasche di "accumulo acqua grezza" dell'impianto trattamento acque, costituite da tubazioni in PEAD Ø

- 200 mm (nel tratto a valle dell'impianto di trattamento) e  $\varnothing$ 110 mm (nel tratto a monte);
- una linea di trasporto delle acque trattate verso i pozzi della barriera di immissione, costituita da una tubazione in PEAD  $\varnothing$  200 che si diparte dalle vasche di "accumulo permeato" dell'impianto trattamento acque;
- una linea di trasporto delle acque trattate eccedenti le necessità di reimmissione verso un punto di scarico localizzato nel tratto terminale del Fiume Santo, costituita da una tubazione in PEAD  $\varnothing$  200 mm che si diparte dalle vasche di "accumulo acqua filtrata" dell'impianto di trattamento (nella quale si innesta anche una tubazione proveniente dalla sezione "accumulo permeato");
- tubi in PEAD  $\varnothing$  50 mm per il collegamento idraulico tra linee e pozzi;
- vie cavo, costituite da una rete di tubazioni in PEAD di diametro variabile, destinate ad ospitare i cavi di alimentazione delle pompe di emungimento e di immissione e i cavi segnale.
- pozzetti interrati per la protezione delle teste pozzo e pozzetti interrati con funzione di rompitratta lungo il tracciato delle vie cavo.

Le linee idrauliche e le vie cavo saranno interrate in trincee appositamente realizzate.

La realizzazione delle linee idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili sarà avviata al completamento della trincea e dei pozzi.

#### *3.4.1.6 Impianti tecnologici*

Gli impianti tecnologici associati al barrieramento fisico e idraulico delle acque sotterranee comprendono:

- Sistemi di pompaggio, con relativa componentistica idraulica ed elettronica, da installare in corrispondenza di:
  - 25 pozzi di emungimento nella falda carbonatica profonda;
  - 6 pozzi di drenaggio previsti nella trincea drenante nella pseudo-falda superficiale;
  - 4 pozzi di immissione nella falda carbonatica profonda.

Ogni pozzo sarà dotato di una pompa centrifuga (sommersibile nei pozzi di emungimento ed esterna nei pozzi di immissione), di un quadro elettrico di regolazione e comando, di un circuito idraulico di collegamento alla relativa linea di trasporto (provvisto di valvola di intercettazione, valvola di non ritorno e flussimetro e rubinetto di campionamento) e della sensoristica di seguito indicata.

- Sistemi di monitoraggio:
  - 35 sistemi di misura dei livelli piezometrici dei pozzi di cui, 25 pozzi di emungimento, 6 pozzi di drenaggio previsti nella trincea drenante, 4 pozzi di immissione nella falda carbonatica profonda e 22 sensori per la misura dei livelli di falda dei piezometri localizzati nell'area vasta, ma adiacenti alle linee di emungimento e immissione. Dei 31 sistemi dei pozzi di emungimento e drenaggio,

- 9 saranno attrezzati anche con sensori per la misura della conducibilità dell'acqua, installati sulla linea di pompaggio;
- Ulteriori 15 sistemi di monitoraggio dei livelli piezometrici saranno installati nei piezometri localizzata nell'area circostante le barriere (area vasta). I sistemi saranno provvisti di centralina di acquisizione locale con trasmissione dei dati via modem radio o modem telefonico;
- Sistema di controllo e regolazione, che permetterà la verifica in tempo reale degli effetti idraulici del pompaggio e alla regolazione dei ratei di pompaggio nei singoli pozzi. Esso è costituito da un quadro di misura e telecontrollo posto in sala comando presso l'impianto di trattamento e da un computer di gestione dei dati e dei comandi. Il sistema di controllo e regolazione è anche costituito di tutte le linee elettriche necessarie per raccogliere le misure dei sensori e le linee di comunicazione digitale che collegano fra loro i pozzi, i sensori e il centro;
- Sistema di supervisione remota che consente di visualizzare in tempo reale il funzionamento delle barriere di emungimento e d'immissione. Esso è costituito da un personal computer dedicato allo scopo delle analisi fuori linea dei dati raccolti;
- Impianto elettrico di alimentazione costituito da un quadro elettrico di distribuzione e dalle linee cavo che dal centro raggiungono e alimentano i pozzi e la strumentazione d'impianto.

Le opere impiantistiche saranno realizzate a seguito del completamento delle opere di barrieramento.

### 3.4.1.7 Analisi della fase di cantiere

#### 3.4.1.7.1 Aree di cantiere

Gli apprestamenti di cantiere previsti (area preparazione fanghi autoindurenti, uffici, ecc.) saranno realizzati in corrispondenza dell'area antistante la stazione elettrica SA.PE.I., come indicato negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola "Lato Fiume - Planimetria di cantierizzazione").

#### 3.4.1.7.2 Interferenze e problematiche progettuali

Le principali interferenze e problematiche associate alla realizzazione degli interventi Lato Fiume riguardano:

- la presenza di infrastrutture lungo il tracciato delle opere (cavi SA.PE.I., edifici pozzi E.On.);
- la ristrettezza delle aree nel tratto prossimo alla costa;
- la pendenza di alcuni tratti di intervento;
- la presenza di formazioni litoidi e blocchi di calcare nei terreni a prevalente matrice argilloso-limoso che ospitano la pseudo-falda superficiale.

#### Interferenza con le infrastrutture

- Cavi interrati Terna SA.PE.I.: per limitare le sollecitazioni da parte dei mezzi di cantiere sui cavi sarà necessario posizionare lastre di acciaio in corrispondenza delle aree di

lavoro delle macchine operatrici. Tali lastre saranno spostate contestualmente all'avanzare dei lavori.

- Edifici pozzi EON: gli edifici saranno demoliti per consentire la realizzazione delle opere.

#### Ristrettezza delle aree nel tratto prossimo alla costa

Per l'operatività delle attrezzature utilizzate per la realizzazione dell'intervento è necessario disporre di una pista di lavoro di ampiezza pari a 15 m.

Nel tratto limitrofo al Fiume Santo, la ristrettezza degli spazi disponibili, limitati a una pista di servizio dell'ampiezza di 2-3 m, rendono necessaria la realizzazione di un rilevato di allargamento all'interno dell'alveo del Fiume Santo, con realizzazione di un nuovo tracciato dell'alveo di magra del fiume, come indicato negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola *"Lato Fiume - Rilevato di allargamento pista di cantiere nell'alveo del Fiume Santo"*).

Dal punto di vista esecutivo, si considera di operare con il mezzo di scavo direttamente dalla strada sterrata attuale, ricavando la nuova sede del fiume, senza occupazione dell'attuale alveo. Successivamente si infiggerà una palancola metallica per almeno 4 m, avendo cura di preparare la piazzola di lavoro per l'esecuzione di tale intervento. La palancola ha la funzione di taglione idraulico, allo scopo di proteggere dall'erosione il piede della scarpata. Allo stesso fine si porranno in opera degli scogli naturali di I categoria a valle dello stesso palancolato.

La sponda del rilevato lato Fiume Santo sarà rivestita con mantellata di materassi Reno, di spessore pari a 30 cm. La protezione antiersiva mediante materassi Reno è da realizzarsi al termine dell'esecuzione del barrieramento fisico e idraulico anche per la sommità del rilevato, ad esclusione della zona riservata al passaggio dei mezzi di larghezza pari a 5 m.

#### Elevata pendenza di alcuni tratti di intervento

Alcuni tratti di intervento presentano pendenze non compatibili con l'operatività dei mezzi d'opera. In tali tratti, sarà eseguito un intervento di risagomatura del terreno, con realizzazione di piani di lavoro a berme, con salti di quota di circa 4 m.

La sistemazione del terreno prevede 5 distinte zone alle seguenti quote: +16,8 m s.l.m., +12,8 m s.l.m., +8,81 m s.l.m., +4,8 m s.l.m. e +1,8 m s.l.m..

#### Attraversamento di formazioni litoidi

La presenza di materiali litoidi e blocchi di calcare nei terreni a prevalente matrice argilloso-limosa che ospitano la pseudo-falda superficiale non consente di procedere direttamente con la realizzazione del diaframma composito.

Sarà pertanto necessario eseguire un prescavo mediante pali secanti (o sistema alternativo tipo idrofresa), all'interno del quale eseguire successivamente lo scavo dei pannelli del diaframma mediante benna mordente.

### 3.4.1.7.3 Produzione di rifiuti

L'esecuzione dell'intervento comporterà la produzione di rifiuti solidi e liquidi. Di seguito sono riportati le tipologie di rifiuto previste, il CER presunto e le stime delle quantità. La classificazione dei rifiuti per l'attribuzione del CER definitivo sarà eseguita a cura dell'impresa esecutrice in ottemperanza della normativa vigente.

#### 3.4.1.7.3.1 Rifiuti solidi

Terre e rocce derivanti dall'esecuzione della barriera fisica e della trincea drenante

La seguente tabella riassume le quantità previste dei volumi derivanti dalle attività di scavo e /o demolizione, assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup> per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m<sup>3</sup> per i materiali carbonatici.

Attività di scavo e/o demolizione	Volumi
Barriera fisica: Scavi opere cantierizzazione	20.761 t
Barriera fisica: Scavo con benna mordente e pali secanti	45.952 t
Trincea drenante: Scavo trincea drenante	5.238 t
Trincea drenante: Scavo pozzi raccolta acque	44 t
Demolizione depositi temporanei	6.150 t
<b>Totale</b>	<b>78.144 t</b>

CER presunti: *17.05.03\* terre e rocce contenenti sostanze pericolose (in alternativa 19.13.01\*) e 17.05.04 terre e rocce da scavo diverse di quelle di cui alla voce 17.05.03 (in alternativa 19.13.02).*

I materiali provenienti dallo scavo della barriera fisica potrebbero essere anche classificati con i seguenti CER alternativi, per via dell'utilizzo di fanghi autoindurenti (cemento-bentonite) nella fase di scavo: *19.13.03\* / 19.13.04 - fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non); 01.05.04 / 01.05.06\* - fanghi di perforazione (contenenti sostanze pericolose e non); 17.05.05\* / 17.05.06 - fanghi di dragaggio (contenenti sostanze pericolose e non).*

Rifiuti misti derivante dall'esecuzione della barriera fisica (scavo del calcestruzzo plastico/miscela cementizia del prescavo)

Quantità previste (assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup>): 19.905 t

CER presunti: 17.09.03\* / 17.09.04 – rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione (contenenti sostanze pericolose e non).

Calcestruzzo derivante dall'esecuzione della barriera fisica

Quantità previste: 1.495 t

CER presunto: 17.01.01 cemento.

Fanghi di perforazione derivanti dalla realizzazione dei pozzi e dei piezometri

Quantità previste (assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup> per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m<sup>3</sup> per i materiali carbonatici):

Attività	Volumi
Pozzi di immissione ed emungimento	661 t
Piezometri di monitoraggio	147 t
<b>Totale</b>	<b>808 t</b>

CER presunti: 19.13.03\* / 19.13.04 - fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non).

Come per i materiali provenienti dallo scavo della barriera fisica, potrebbero essere anche classificati con i seguenti CER alternativi: 17.05.03\* / 17.05.04 terre e rocce (contenenti sostanze pericolose e non); 19.13.01\* / 19.13.02 terre e rocce prodotte dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non).

I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa 808 t e un volume di acqua separata pari a circa 523 m<sup>3</sup>.

Terre e rocce derivanti dalle attività di posa di collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche, dalle attività di posa dei pozzetti di protezione delle teste pozzo e dei piezometri

Quantità previste (assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup>): 2.187 t

CER presunti: 17.05.03\* / 17.05.04 terre e rocce da scavo

### 3.4.1.7.3.2 *Rifiuti liquidi*

La seguente tabella riassume le quantità previste di rifiuti liquidi derivanti dai processi indicati.

Processo	Volumi
Spurgo pozzi e piezometri e prove di pompaggio	1.201 m <sup>3</sup>
Dewatering dei fanghi di perforazione	523 m <sup>3</sup>
Acque meteoriche aree impermeabilizzate deposito temporaneo <sup>16</sup>	6.640 m <sup>3</sup>
Lavaggio dei mezzi e delle attrezzature di scavo	1.095 m <sup>3</sup>
<b><i>Totale</i></b>	<b><i>9.459 m<sup>3</sup></i></b>

CER presunti: 19.13.08 rifiuti liquidi acquosi e concentrati acquosi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 19.13.07.

In fase esecutiva i rifiuti potranno essere classificati con i seguenti CER alternativi: 16.10.01\* / 16.10.02 – soluzioni acquose di scarto (contenenti sostanze pericolose e non).

### 3.4.1.7.4 Fabbisogni di risorse

Per la realizzazione degli interventi saranno utilizzati i seguenti materiali principali:

- materiale da cava per la realizzazione di piste, ampliamento pista, viabilità, ecc.: 20.000 m<sup>3</sup> circa;
- materiale da cava per dreno trincea drenante e per pozzi: 3.000 m<sup>3</sup> circa;
- materiale da cava per rinterro trincee per posa tubazioni e vie cavo: 1.000 m<sup>3</sup> circa;
- acqua da acquedotto per perforazioni, prove di pompaggio, preparazione miscele diaframma: 40.000 m<sup>3</sup> circa;
- cemento per la realizzazione delle miscele per diaframma e pali secanti: 15.000 t circa;
- bentonite per la realizzazione delle miscele per diaframma e pali secanti: 2.500 t circa.

## 3.4.2 *Barrieramento fisico-idraulico lato mare*

### 3.4.2.1 *Sequenza operativa*

L'intervento Lato Mare prevede la seguente sequenza operativa:

- a) approntamento del cantiere (recinzione, baraccamenti, costruzione delle baie di deposito temporaneo dei materiali scavati, degli scarrabili e dei rifiuti liquidi), preparazione delle piste di cantiere e dei piani di lavoro;

<sup>16</sup> quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno.

- b) esecuzione di attività preliminari alla realizzazione della barriera (campi prova per le diverse tecniche di barriera previste, indagini sui sottoservizi, sondaggi a carotaggio continuo in asse alla barriera fisica per la definizione della stratigrafia di dettaglio);
- c) realizzazione della barriera fisica nella pseudo-falda superficiale mediante diaframma composito o trattamenti colonnari di jet grouting. Il diaframma composito è realizzato nei settori privi di interferenze e prevede lo scavo di una trincea con benna mordente e l'inserimento di una geomembrana nella trincea riempita di miscela autoindurente ancora fluida. I trattamenti di jet grouting sono invece realizzati per ottenere una schermatura nei tratti con infrastrutture altamente interferenti (opere di presa e restituzione) o di morfologia irregolare, che rendono non applicabile la tecnica del diaframma continuo;
- d) esecuzione della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale a monte della barriera fisica mediante pali secanti in ghiaia. Ai due estremi della trincea e in posizioni intermedie saranno installati pozzi superficiali allestiti con pompa per la raccolta delle acque drenate dalla trincea;
- e) realizzazione dei pozzi nella falda carbonatica profonda e dei piezometri di monitoraggio;
- f) realizzazione delle tubazioni idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili;
- g) installazione degli impianti tecnologici (sistemi di pompaggio, impianti elettrici e sistemi di monitoraggio);
- h) ripristino delle strade della centrale E.On.;
- i) la smobilitazione del cantiere al termine delle attività.

Le attività sopra indicate vengono messe in atto secondo il cronoprogramma riportato in Appendice 2, evitando le interferenze tra le diverse lavorazioni.

#### *3.4.2.2 Barriera fisica*

La barriera fisica avrà lunghezza complessiva di circa 700 m e profondità massima di 20 m da piano campagna, in accordo con il criterio adottato nel tratto terminale dell'opera Lato Fiume.

La barriera sarà costituita da un diaframma composito (pannelli di miscela cemento-bentonite con interposizione di una geomembrana di HDPE dello spessore di 2 mm) integrato da trattamenti colonnari jet grouting nei tratti in cui la presenza di interferenze e sottoservizi impedisce lo scavo dei pannelli.

Diversamente dall'intervento Lato Fiume, sulla base delle informazioni attualmente disponibili si assume che nei livelli della pseudo-falda superficiale non siano presenti livelli

litoidi o trovanti rocciosi. Conseguentemente non sono previste attività di prescavo (mediante pali secanti di grande diametro o sistema alternativo tipo idrofresa). Dette attività dovranno essere considerate nel caso che le indagini previste in asse al tracciato indichino la presenza di tali tipologie di materiale.

L'ubicazione della barriera fisica è riportata negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola *"Lato Mare – Planimetria di tracciamento barriera fisica e pozzi"*).

#### 3.4.2.2.1 Attività preliminari

Prima di avviare la realizzazione della barriera fisica si eseguiranno:

- sondaggi verticali a carotaggio continuo della profondità di 25 m. I sondaggi saranno eseguiti in asse alla barriera con interasse pari a 10 m. I log dei sondaggi consentiranno di individuare le caratteristiche stratigrafiche e l'eventuale presenza di livelli litoidi o e trovanti che possano costituire ostacolo alla realizzazione del diaframma continuo;
- indagini sui sottoservizi finalizzate a confermare e ad integrare la mappatura attualmente nota (es. rilievi di tipo georadar lungo l'asse di tracciamento del diaframma, prescavi e sondaggi);
- campi prova finalizzati alla messa a punto delle tecnologie esecutive del diaframma e dei trattamenti colonnari di jet-grouting, e alla verifica del raggiungimento dei requisiti progettuali con i sistemi operativi in dotazione all'Impresa incaricata dei lavori.

#### 3.4.2.2.2 Modalità esecutive del diaframma composito

L'esecuzione del diaframma avverrà mediante la realizzazione di pannelli primari di 2,5 m sovrapposti per un minimo di 0,4 m a pannelli secondari, per compensare gli scostamenti dalla verticale prodotti dall'attrezzatura di scavo e la contemporanea immissione di una miscela costituita da acqua-bentonite-cemento, previa realizzazione dei cordoli guida.

Le fasi operative prevedono lo scavo dei pannelli con benna mordente o sistema analogo. L'attrezzatura di scavo ripone il materiale scavato da smaltire su mezzi di movimentazione terra. I mezzi per l'allontanamento dei terreni scavati dovranno accostarsi all'apparecchiatura di scavo per venire caricati dei materiali, evitando quindi di depositare il materiale scavato a lato della zona di lavoro. Nella realizzazione del diaframma plastico la miscela acqua-bentonite-cemento (fanghi autoindurenti) ha inizialmente la funzione di fango di scavo ed acquisisce in seguito le caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità richieste.

Completato lo scavo, viene messa in opera una geomembrana in HDPE di spessore minimo pari a 2 mm, appositamente zavorrata, prima che la miscela presente nella trincea solidifichi. La geomembrana in HDPE avrà e soddisferà i requisiti previsti dalla norma UNI 8898-6. Durante la posa i giunti tra i pannelli saranno riempiti con fango autoindurente per garantirne l'impermeabilità.

Solo nel caso che dalle indagini preliminari risultasse la presenza di livelli litoidi o trovanti non scavabili con la benna mordente, si dovrà operare come previsto per il Lato Fiume, eseguendo un prescavo con getto di calcestruzzo plastico o di una miscela cementizia avente caratteristiche tali da poter essere successivamente scavato con benna mordente. Il prescavo potrà essere effettuato eseguendo pali secanti di grande diametro ( $D=1200\text{mm}$  a interasse di  $0,6\text{m}$ ) mediante impiego di attrezzatura adeguata per lo scavo della roccia riscontrata nei sondaggi geotecnici o, in alternativa, mediante idrofresa di spessore minimo  $1200\text{mm}$ , da definire a cura dell'Appaltatore.

A lavori completati, la testa del diaframma sarà coperta con getto di calcestruzzo a protezione della miscela plastica indurita superficiale, fino alla quota di progetto. Successivamente, per le parti del tracciato interne alla centrale E.On., si ripristineranno le condizioni preesistenti della finitura stradale, in accordo ai particolari costruttivi riportati negli elaborati progettuali.

Anche in questo caso, come per le esecuzioni sul lato Fiume, la composizione del fango autoindurente e degli eventuali additivi saranno definiti con il completamento di opportuni campi prova preliminari.

#### 3.4.2.2.3 Modalità esecutive dei trattamenti di jet-grouting

In corrispondenza delle interferenze al tracciato della barriera, il diaframma sarà interrotto e verrà realizzato un trattamento colonnare jet grouting.

Saranno realizzate perforazioni disposte a quinconce, aventi diametro di  $10\text{ cm}$  e interasse massimo pari a circa  $70\text{ cm}$ , in modo da realizzare una barriera fisica fino alle profondità di progetto. Le colonne jet grouting, eseguite con metodologia "bifluido", dovranno avere un diametro minimo pari a  $100\text{ cm}$ .

Dove possibile si procederà portando a giorno i sottoservizi interrati, che verranno chiaramente identificati in superficie mediante picchetti. L'iniezione della miscela dovrà essere eseguita evitando di generare sollevamenti e deformazioni ai sottoservizi.

Si dovrà adottare una miscela binaria costituita da cemento e acqua con rapporto a/c compreso tra 1 e 2 e massa volumica della miscela fresca non inferiore a  $1,65\text{ t/m}^3$ .

Si potranno adottare i seguenti tipi di additivi, da approvare caso per caso:

- stabilizzanti (se bentonite, non oltre il 3% della massa del cemento);
- superfluidificanti o ritardanti di presa ed espansivi;
- additivi di protezione della miscela dal dilavamento, di tipo idrorepellente, nel caso di falda con discreta pressione e moto di filtrazione (es. sabbie grossolane e ghiaie pulite), in modo da ottenere miscele ternarie cemento/acqua e additivi con antischiuma non inquinanti, da definirsi, in dipendenza delle caratteristiche fisico-chimiche del prodotto proposto;

- additivi di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

La quantità di cemento da iniettare in massa secca per metro cubo di terreno trattato dovrà essere calibrata nel corso del campo prove sperimentale al fine di raggiungere i diametri utili stabiliti in progetto. Inizialmente si potrà considerare un valore di 400-450 kg/m<sup>3</sup>. Il valore di permeabilità a 90 giorni determinato con prove triassiali sulle carote prelevate dalle colonne jet-grouting dovrà risultare inferiore a 10<sup>-9</sup> m/s.

#### 3.4.2.3 Trincea drenante

La trincea drenante superficiale sarà eseguita lungo tutto lo sviluppo della barriera fisica ed avrà profondità massima di 17 m e lunghezza pari a 700 m. La trincea sarà eseguita mediante pali secanti in ghiaia diametro 600 mm, realizzati ad interasse pari a 400 mm.

All'interno della trincea verranno realizzati 19 pozzi di profondità equivalente a quella della trincea, in cui verranno installate le pompe per l'aggottamento dell'acqua raccolta dalla trincea. I pozzi saranno eseguiti mediante perforazione a secco a percussione (sonda e/o benna) o a rotazione (secchione/bucket o vitone), con diametro perforazione 600 mm. Nel foro sarà installata una tubazione fessurata diametro 200 mm in HDPE; l'intercapedine sarà riempita con un dreno costituito da ghiaietto di granulometria 2,5÷4,0 mm.

#### 3.4.2.4 Pozzi di emungimento e di immissione e piezometri

##### 3.4.2.4.1 Pozzi di emungimento e immissione nella falda carbonatica profonda

Lungo la linea di costa, all'interno del sito E.On., è prevista la realizzazione di:

- una barriera idraulica di emungimento nella falda carbonatica profonda costituita da 20 pozzi di profondità massima 150 m circa, con interasse di 30 m circa;
- una barriera idraulica di immissione nella falda carbonatica profonda costituita da 18 pozzi della profondità massima di circa 150 m circa, con interasse di 30 m circa.

I pozzi di emungimento e di immissione nella falda carbonatica profonda saranno costituiti da una parte superiore (fino a 100 metri circa dal piano campagna), provvista di tubo di rivestimento del diametro Øe 180 mm. Il tratto di tubazione corrispondente ai terreni superficiali sarà privo di finestratura ed adeguatamente isolato dal sottostante tratto filtrante. Al di sotto dei primi 100 m la perforazione proseguirà fino a 150 metri di profondità, con diametro a fondo foro pari a 100 mm e senza posa di tubazione di rivestimento per consentire di intercettare i flussi contaminati profondi riscontrati nel corso della campagna di indagine eseguita.

##### 3.4.2.4.2 Piezometri

Nell'area di intervento è prevista la realizzazione di 20 piezometri nella falda carbonatica profonda e 3 piezometri nella pseudo-falda superficiale lungo il tracciato delle barriere idrauliche.

I piezometri nella falda carbonatica profonda avranno profondità massima di 150 m circa e saranno costituiti da una parte superiore (fino a circa 55÷60 metri circa dal piano campagna), corrispondente ai terreni di copertura superficiali, di origine Quaternaria e Terziaria, provvista di tubo di rivestimento del diametro Øe 110 mm, con sezione cieca. Al di sotto di tale tratto, per una lunghezza variabile tra 95 e 90 metri, il foro sarà attrezzato con una tubazione finestrata, sempre del diametro Øe 110 mm, in corrispondenza del substrato carbonatico di origine Mesozoica. Tali tratti saranno valutati in corso d'opera sulla base delle risultanze stratigrafiche.

I piezometri nella pseudo-falda superficiale avranno profondità massima di 20 metri circa. L'effettiva profondità dei singoli piezometri sarà definita in corso d'opera sulla base delle osservazioni stratigrafiche e idrogeologiche, tenendo conto dello spessore dei terreni superficiali e della soggiacenza della superficie piezometrica.

I piezometri saranno provvisti di tubo di rivestimento del diametro Øe 110 mm, con sezione filtrante lungo tutto il tratto fatta eccezione per le parti iniziali e terminali della colonna.

L'ubicazione dei pozzi è riportata negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola *"Lato Mare – Planimetria di tracciamento barriera fisica e pozzi"*).

#### *3.4.2.5 Linee idrauliche, vie cavo e relative opere civili*

Le opere da realizzare includono:

- Linee idrauliche, comprendenti:
  - due linee di trasporto delle acque emunte, costituite da tubazioni in PEAD ø 200 mm, che raccolgono le acque dei 20 pozzi di emungimento della falda profonda e le acque della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale. Entrambe le tubazioni si raccordano alla linea di emungimento del Lato Fiume (che recapita alle vasche di "accumulo acqua grezza" dell'impianto trattamento acque);
  - una linea di trasporto delle acque trattate verso la barriera dei 18 pozzi di immissione, costituita da una tubazione in PEAD ø 200 mm (corredata da una tubazione in PEAD ø 110 mm con funzione di equalizzazione) che si raccorda alla linea di immissione del lato Fiume (a sua volta collegata alle vasche di "accumulo permeato" dell'impianto trattamento acque);
  - tubi in PEAD ø 50 mm per il collegamento idraulico tra linee e pozzi;
- vie cavo, costituite da una rete di tubazioni in PEAD di diametro variabile, destinate ad ospitare i cavi di alimentazione delle pompe di emungimento e di immissione e i cavi segnale;
- pozzetti interrati per la protezione delle teste pozzo e pozzetti interrati con funzione di rompitratta lungo il tracciato delle vie cavo.

Le linee idrauliche e le vie cavo saranno interrate in trincee appositamente realizzate.

La realizzazione delle linee idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili sarà avviata al completamento della trincea e dei pozzi.

#### 3.4.2.6 Impianti tecnologici

Gli impianti tecnologici associati al barrieramento fisico e idraulico delle acque sotterranee comprendono:

- Sistemi di pompaggio, con relativa componentistica idraulica ed elettronica, da installare in corrispondenza di:
  - 20 pozzi di emungimento nella falda carbonatica profonda;
  - 19 pozzi di drenaggio previsti nella trincea drenante nella pseudo-falda superficiale;
  - 18 pozzi di immissione nella falda carbonatica profonda.

Ogni pozzo sarà dotato di una pompa centrifuga (sommersibile nei pozzi di emungimento ed esterna nei pozzi di immissione), di un quadro elettrico di regolazione e comando, di un circuito idraulico di collegamento alla relativa linea di trasporto (provvisto di valvola di intercettazione, valvola di non ritorno e flussimetro e rubinetto di campionamento) e della sensoristica di seguito indicata.

- Sistemi di monitoraggio:
  - 57 sistemi di misura dei livelli piezometrici dei pozzi di cui, 20 pozzi di emungimento, 19 pozzi di drenaggio previsti nella trincea drenante, 18 pozzi di immissione nella falda carbonatica profonda e 23 sensori per la misura dei livelli di falda dei piezometri localizzati nell'area vasta, ma adiacenti alle linee di emungimento e immissione. Fra il totale dei 39 sistemi dei pozzi di emungimento e drenaggio, 15 di questi saranno attrezzati anche con sensori per la misura della conducibilità dell'acqua, installati sulla linea di pompaggio, all'interno dei pozzetti.
- Sistema di controllo e regolazione <sup>17</sup>, che permette la verifica in tempo reale degli effetti idraulici del pompaggio e alla regolazione dei ratei di pompaggio nei singoli pozzi. Esso è costituito da un quadro di misura e telecontrollo posto in sala comando presso l'impianto di trattamento e da un computer di gestione dei dati e dei comandi. Il sistema di controllo e regolazione è anche costituito di tutte le linee elettriche necessarie per raccogliere le misure dei sensori e le linee di comunicazione digitale che collegano fra loro i pozzi, i sensori e il centro.
- Sistema di supervisione remota che consente di visualizzare in tempo reale il funzionamento delle barriere di emungimento e d'immissione. Esso è costituito da un personal computer dedicato allo scopo delle analisi fuori linea dei dati raccolti.
- Impianto elettrico di alimentazione costituito da un quadro elettrico di distribuzione e dalle linee cavo che dal centro raggiungono e alimentano i pozzi e la strumentazione d'impianto.

---

<sup>17</sup> Il sistema di controllo e regolazione e il sistema di supervisione remota costituiscono una estensione dei sistemi previsti per il Lato Fiume

### 3.4.2.7 Analisi della fase di cantiere

#### 3.4.2.7.1 Aree di cantiere

Gli apprestamenti previsti, come indicato negli elaborati grafici allegati al progetto (Tavola *"Lato Mare - Planimetria di cantierizzazione 1-3"*), sono i seguenti:

- impianti di cantiere (preparazione fanghi autoindurenti, uffici, area saldature geomembrana in HDPE, ecc.) in corrispondenza del piazzale della centrale E.On.;
- baie di deposito temporaneo dei materiali di scavo, delle aree di deposito temporaneo scarrabili e dei rifiuti liquidi un corrispondenza dell'area antistante la stazione elettrica SA.PE.I..

#### 3.4.2.7.2 Interferenze e problematiche progettuali

Le principali interferenze e problematiche associate alla realizzazione degli interventi riguardano:

- la presenza di infrastrutture della centrale E.On. lungo il tracciato delle opere (opere di presa e di restituzione, condotte fognarie);
- la presenza di un'area archeologica;
- l'attraversamento dei cavi SA.PE.I.: nel tratto del diaframma prossimo ala foce del Fiume Santo.

#### Interferenza con le infrastrutture di centrale

- Opere di presa e di restituzione della centrale termoelettrica:
  - Le due opere di centrale non consentono lo scavo dei pannelli del diaframma. Sarà quindi necessario modificare la tecnica di intervento prevedendo la realizzazione di trattamenti colonnari jet grouting dopo aver individuato con esattezza la geometria delle opere.
  - In particolare, per l'opera di presa è prevista l'esecuzione di trattamenti colonnari verticali posizionati tra i condotti dell'opera. Per l'opera di restituzione, le caratteristiche geometriche non consentono di eseguire trattamenti colonnari verticali e conseguentemente si prevede l'esecuzione di schermature di iniezione inclinate a partire dai lati esterni dell'interferenza. E' tuttavia da segnalare che le geometrie di iniezione applicabili non garantiscono la totale schermatura dell'area trattata.
- Condotte fognarie:
  - Nell'area di centrale le condotte fognarie sono disposte parallelamente al tracciato della barriera fisica e non rappresentano un'interferenza tale da richiedere la modifica della tecnologia esecutiva. Prima di procedere con i lavori si dovrà comunque verificare mediante scavi esplorativi la posizione di dettaglio delle condotte. Le diramazioni della rete fognaria interferiscono invece con la trincea drenante. Conseguentemente sarà necessario eseguire alcuni by-pass dei tratti interferenti per poter consentire la realizzazione delle opere (da concordare con E.On.).

### Interferenza con l'area archeologica

La presenza di un'area archeologica in prossimità del settore orientale della barriera rende impossibile la realizzazione di un tracciato regolare e parallelo alla costa, e impone l'adozione di un tracciato complesso, per la prossimità a edifici di centrale e per la presenza di dislivelli di quota dovuti alla morfologia del terreno.

Raggiunta l'area archeologica, il tracciato la barriera fisica devia perpendicolarmente alla linea di costa e si sviluppa in corrispondenza della rampa carrabile che collega il piazzale di centrale al carbonile, con un passaggio da quota +3,5 m a +7 m. Al termine della rampa, a quota +7 m, il tracciato si sviluppa su viabilità di centrale parallela alla costa, con presenza di strutture di centrale che limitano gli spazi operativi. Al termine di questo tratto, a nord del carbonile il tracciato devia verso la costa, con un salto di quota da +7 m a +1,8 m.

In tutto questo tratto il diaframma continuo non risulta realizzabile e deve essere sostituito da trattamenti colonnari di jet-grouting. Localmente, prima di procedere ai trattamenti è necessario accertare le caratteristiche di alcuni elementi strutturali (es. fondazioni di un muro di sostegno della rampa citata) mediante specifiche indagini (saggi perforazioni strumentate per riconoscere l'estensione delle fondazioni) al fine di evitare danneggiamenti in fase di iniezione.

#### Cavi interrati SA.PE.I.

Nel tratto di barriera prossimo alla foce del Fiume Santo, la barriera interseca i cavi SA.PE.I. La presenza dei cavi rende impossibile la realizzazione di un diaframma richiedendo l'applicazione della tecnica del jet-grouting.

Il trattamento deve essere tuttavia eseguito solo dopo l'esatta individuazione della posizione dei cavi, e adottando opportuni accorgimenti operativi per evitarne il danneggiamento.

#### 3.4.2.7.3 Produzione di rifiuti

L'esecuzione dell'intervento comporterà la produzione di rifiuti solidi e liquidi. Di seguito sono riportati le tipologie di rifiuto previste, il CER presunto e le stime delle quantità. La classificazione dei rifiuti per l'attribuzione del CER definitivo sarà eseguita a cura dell'impresa esecutrice in ottemperanza della normativa vigente.

##### *3.4.2.7.3.1 Rifiuti solidi*

#### Terre e rocce derivanti dall'esecuzione della barriera fisica e della trincea drenante

La seguente tabella riassume le quantità previste dei volumi derivanti dalle attività di scavo, assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup> per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m<sup>3</sup> per i materiali carbonatici.

Attività di scavo	Volumi
Barriera fisica: Scavi opere cantierizzazione	6.314 t
Barriera fisica: Scavo con benna mordente e pali secanti	25.086 t
Trincea drenante: Scavo trincea drenante	13.984 t
Trincea drenante: Scavo pozzi raccolta acque	6.150 t
<b>Totale</b>	<b>51.534 t</b>

CER presunti: 17.05.03\* terre e rocce contenenti sostanze pericolose (in alternativa 19.13.01\*) e 17.05.04 terre e rocce da scavo diverse di quelle di cui alla voce 17.05.03 (in alternativa 19.13.02).

I materiali provenienti dallo scavo della barriera fisica potrebbero essere anche classificati con i seguenti CER alternativi, per via dell'utilizzo di fanghi autoindurenti (cemento-bentonite) nella fase di scavo: 19.13.03\* / 19.13.04 - fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non); 01.05.04 / 01.05.06\* - fanghi di perforazione (contenenti sostanze pericolose e non); 17.05.05\* / 17.05.06 - fanghi di dragaggio (contenenti sostanze pericolose e non).

Calcestruzzo derivante dall'esecuzione della barriera fisica

Quantità previste: 2.831 t

CER presunto: 17.01.01 cemento.

Asfalto e pavimentazioni stradali derivanti dall'esecuzione della barriera fisica

Quantità previste: 1.895 t

CER presunto: 17.03.02 miscela bituminosa.

Fanghi di perforazione derivanti dalla realizzazione dei pozzi e dei piezometri

Quantità previste (assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup> per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m<sup>3</sup> per i materiali carbonatici):

Attività	Volumi
Pozzi di immissione ed emungimento	866 t
Piezometri di monitoraggio	225 t
<b>Totale</b>	<b>1.091 t</b>

CER presunti: 19.13.03\* / 19.13.04 - fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non).

Come per i materiali provenienti dallo scavo della barriera fisica, potrebbero essere anche classificati con i seguenti CER alternativi: 17.05.03\* / 17.05.04 terre e rocce (contenenti sostanze pericolose e non); 19.13.01\* / 19.13.02 terre e rocce prodotte dalle operazioni di bonifica dei terreni (contenenti sostanze pericolose e non).

I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa a circa 1.091 t e un volume di acqua separata pari a circa 709 m<sup>3</sup>.

Terre e rocce derivanti dalle attività di posa di collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche, dalle attività di posa dei pozzetti di protezione delle teste pozzo e dei piezometri

Quantità previste (assumendo una densità pari a 2,0 t/m<sup>3</sup>): 4.634 t

CER presunti: 17.05.03\* / 17.05.04 terre e rocce da scavo

### 3.4.2.7.3.2 Rifiuti liquidi

La seguente tabella riassume le quantità previste di rifiuti liquidi derivanti dai processi indicati.

Processo	Volumi
Spurgo pozzi e piezometri e prove di pompaggio	1.315 m <sup>3</sup>
Dewatering dei fanghi di perforazione	709 m <sup>3</sup>
Acque meteoriche aree impermeabilizzate deposito temporaneo <sup>18</sup>	12.158 m <sup>3</sup>
Lavaggio dei mezzi e delle attrezzature di scavo	2.005 m <sup>3</sup>
<b>Totale</b>	<b>16.187 m<sup>3</sup></b>

CER presunti: 19.13.08 rifiuti liquidi acquosi e concentrati acquosi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 19.13.07.

In fase esecutiva i rifiuti potranno essere classificati con i seguenti CER alternativi: 16.10.01\* / 16.10.02 – soluzioni acquose di scarto (contenenti sostanze pericolose e non);

### 3.4.2.7.4 Fabbisogni di risorse

Per la realizzazione degli interventi saranno utilizzati i seguenti materiali principali:

<sup>18</sup> quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno

- materiale da cava per la realizzazione di piste, ampliamento pista, viabilità, ecc.: 7.000 m<sup>3</sup> circa;
- materiale da cava per dreno trincea drenante e per pozzi: 7.000 m<sup>3</sup> circa;
- materiale da cava per rinterro trincee per posa tubazioni e vie cavo: 1.700 m<sup>3</sup> circa;
- conglomerati bituminosi: 1.900 m<sup>3</sup> circa;
- acqua da acquedotto per perforazioni, prove di pompaggio, preparazione miscele diaframma: 39.000 m<sup>3</sup>;
- cemento per la realizzazione delle miscele per diaframma e delle colonne jet grouting: 11.000 t;
- bentonite per la realizzazione delle miscele per diaframma: 1.000 t.

### **3.4.3 Impianto di trattamento delle acque**

#### **3.4.3.1 Descrizione dell'impianto**

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque di falda provenienti dalle attività di emungimento dalla barriera fisica e dai pozzi piezometrici.

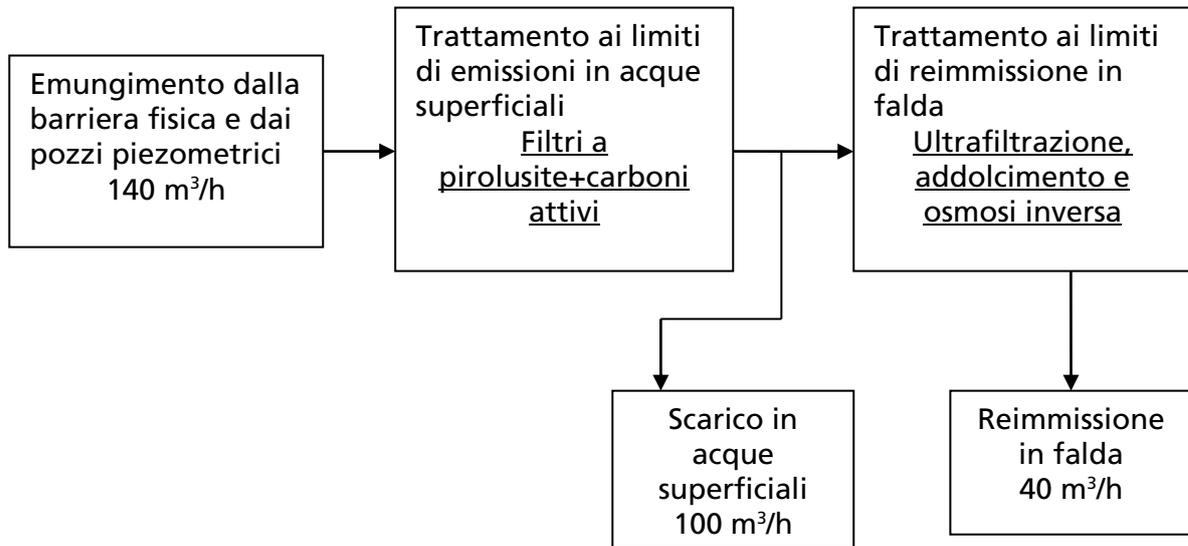
L'impianto dovrà trattare 140 m<sup>3</sup>/h di acqua di falda e rendere disponibili 40 m<sup>3</sup>/h di acqua conforme ai limiti per la reimmissione in falda. L'eccedenza rispetto alla portata di reimmissione dovrà essere conforme ai limiti per lo scarico in acque superficiali.

La progettazione dell'impianto di trattamento ha tenuto conto dei risultati della caratterizzazione chimico fisica delle acque di falda del sito, che ha evidenziato, in particolare:

- un inquinamento dovuto a solventi clorurati in alcuni punti di prelievo;
- una possibile lieve criticità legata ad alcuni parametri inorganici quali ferro, manganese, solfati;

e della presunta variabilità di tali caratteristiche, che potranno variare durante il pompaggio dell'acqua di falda, con andamenti complessi che al momento non sono facilmente prevedibili.

Lo schema a blocchi del processo di trattamento è rappresentato nella seguente Figura 3.4.1.



**Figura 3.4.1 – Schema del trattamento**

Le acque pompate dalla falda profonda e dalla pseudo-falda superficiale intercettata dalla barriera saranno raccolte in un sistema di accumulo di testa e avviate alla prima sezione di trattamento costituita da cinque linee di filtrazione a pirolusite e a carbone attivo, ciascuna dimensionata per trattare 40 m<sup>3</sup>/h.

Ciascuna linea di filtrazione è progettata, in termini di configurazione impiantistica, altezza dello strato di carbone attivo, velocità di attraversamento del letto e quantità di carbone attivo presente, per garantire il conseguimento dei limiti per lo scarico in acque superficiali.

Le acque trattate dalla prima sezione saranno raccolte in un sistema di accumulo dal quale saranno prelevate e scaricate nel corpo recettore oppure avviate al trattamento di finitura finale a osmosi inversa per il conseguimento dei limiti previsti per la reimmissione in falda sia per gli inquinanti di natura organica sia per gli inquinanti inorganici quali Ferro, Manganese e Solfati.

La sezione di finitura finale è costituita da una linea di ultrafiltrazione per la rimozione dei colloidali ed una linea di addolcitori Duplex a resine scambiatrici di ioni.

La portata di alimento del trattamento di finitura finale è di 58 m<sup>3</sup>/h, (50 m<sup>3</sup>/h in ingresso all'osmosi), la produzione di permeato 40 m<sup>3</sup>/h, il concentrato 10 m<sup>3</sup>/h.

La sezione di osmosi opererà quindi con un recovery dell'80%. Il concentrato dell'osmosi inversa sarà equalizzato in una vasca di raccolta degli eluati insieme alle acque di rigenerazione delle resine a scambio ionico e da questo scaricate in acque superficiali. Le acque derivanti dal trattamento di finitura finale, ossia il permeato dell'osmosi inversa,

saranno raccolte in un sistema di accumulo e da questo prelevate per essere reimmesse in falda.

Il regime di funzionamento è continuo sulle 24 ore.

È prevista la realizzazione di due vasche di raccolta in cemento del volume di 300 m<sup>3</sup> ciascuna, parzialmente interrata dedicate all'accumulo delle acque pompate dalla falda e al loro invio alla sezione di trattamento. Esse saranno dotate di copertura idonea ad impedire la contaminazione con materiale estraneo e saranno attrezzate per consentire il campionamento dell'acqua contenuta.

L'esame delle caratteristiche chimico fisiche evidenzia che l'acqua prelevata dalla falda, con ogni probabilità, potrebbe già essere conforme ai limiti per lo scarico in mare e pertanto potrebbe essere sottoposta a trattamento solo la portata necessaria per la reimmissione. Lo scarico di acqua di falda senza alcun trattamento è stato tuttavia ritenuto non conforme allo spirito dell'intervento di bonifica e a più generali criteri di salvaguardia dell'ambiente e pertanto il progetto prevede di sottoporre al trattamento di filtrazione con carboni attivi tutta la portata prelevata dalla falda.

In conseguenza di questo trattamento le caratteristiche dell'acqua filtrata da restituire all'ambiente, già conformi ai limiti per lo scarico, saranno ulteriormente migliorate. Oltre alle acque filtrate devono essere scaricate anche altre due tipologie di acque prodotte nel processo: il concentrato dell'osmosi inversa e gli eluati di rigenerazione delle resine a scambio ionico. Entrambe le correnti presentano una salinità superiore a quella delle acque filtrate ma sono comunque conformi ai limiti per lo scarico a mare. Il progetto prevede l'equalizzazione di queste due tipologie di acque a maggiore salinità.

Lo scarico delle acque, con caratteristiche decisamente migliori di quelle a limite di legge, sarà effettuato nel tratto finale del Fiume Santo. Per tale scarico sarà richiesta opportuna deroga, così come previsto dall'art. 10 comma 4 della D.G.R. n.69/25 del 10/12/2008.

### ***3.4.4 Tempi di realizzazione***

In considerazione dell'ampiezza delle aree di intervento e delle difficoltà logistiche e operative, si prevede la realizzazione degli interventi di barrieramento Lato Fiume e Lato Mare in due fasi distinte e successive, al fine di limitare le interferenze.

Il personale previsto durante il complesso delle attività lavorative risulta pari a 10 persone.

#### ***3.4.4.1 Intervento Lato Fiume***

La durata complessiva dell'intervento Lato Fiume è di 59 mesi.

Si prevede che per la preparazione del cantiere e delle piste siano necessari circa 4 mesi di lavoro a partire dalla data di consegna delle aree di lavoro. La realizzazione della barriera

fisica e della barriera idraulica inizieranno dopo circa 8 mesi dalla consegna delle aree di lavoro. La realizzazione della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale inizierà dopo circa 16 mesi dalla medesima data.

Tutte le attività saranno eseguite operando con singolo turno di lavoro. Le attività di installazione dei pozzi saranno eseguite con l'impiego di 2 sonde di perforazione. Le attività di spurgo e sviluppo dei pozzi e dei piezometri nonché quelle relative alle prove di pompaggio saranno eseguite al completamento dei singoli pozzi/piezometri.

La realizzazione di collettori, vie cavo e relative opere civili associati alle barriere idrauliche saranno eseguite dopo il completamento delle opere precedenti allo scopo di evitare interferenze operative. Gli impianti tecnologici saranno installati completamento delle opere di barrieramento e delle opere civili.

Il cronoprogramma di massima dell'intervento di barrieramento Lato Fiume è riportato in Appendice 1.

#### *3.4.4.2 Intervento Lato Mare*

La durata complessiva delle attività è stimata in 66 mesi.

Si prevede che per la preparazione del cantiere e delle piste siano necessari circa 4 mesi di lavoro a partire dalla data di consegna delle aree di lavoro.

La realizzazione della barriera fisica, della barriera idraulica e della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale inizieranno dopo circa 8 mesi dalla consegna delle aree di lavoro.

Tutte le attività saranno eseguite operando con singolo turno di lavoro. Le attività di installazione dei pozzi saranno eseguite con l'impiego di 4 sonde di perforazione. Le attività di spurgo e sviluppo dei pozzi e dei piezometri nonché quelle relative alle prove di pompaggio saranno eseguite al completamento dei singoli pozzi/piezometri.

Come per il Lato Fiume, collettori, vie cavo e relative opere civili associati alle barriere idrauliche saranno realizzati dopo il completamento delle opere precedenti allo scopo di evitare interferenze operative. Parimenti gli impianti tecnologici saranno installati al completamento delle opere di barrieramento e delle opere civili.

Il cronoprogramma di massima dell'intervento di barrieramento Lato Mare è riportato in Appendice 2.

#### *3.4.4.3 Impianto di trattamento delle acque*

La durata complessiva delle attività, comprensiva delle fasi di realizzazione collaudo, messa in esercizio dell'impianto è stimata in 6 mesi.

L'impianto dovrà essere completato prima del completamento del tratto di barrieramento Lato Fiume per consentire l'avvio dell'emungimento e il trattamento delle acque.

### **3.4.5 Monitoraggi**

#### **3.4.5.1 Monitoraggio degli interventi di bonifica**

##### **3.4.5.1.1 Monitoraggio qualitativo**

Il monitoraggio qualitativo delle acque sarà finalizzato a verificare l'efficacia dell'azione di intercettazione operata dalle barriere idrauliche e l'assenza di superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dei parametri di interesse e l'evoluzione del processo di bonifica.

Il monitoraggio sarà eseguito in corrispondenza dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e di alcuni pozzi delle barriere di emungimento (indicativamente almeno 4 pozzi per ciascuna falda e per ciascun ramo di intervento).

L'ubicazione dei piezometri di monitoraggio è indicata negli elaborati allegati al progetto (Tavola *"Lato Fiume - Piezometri di monitoraggio area vasta"*).

La frequenza dei controlli sarà mensile per il primo anno di esercizio delle barriere e successivamente trimestrale.

L'attività di monitoraggio includerà il prelievo di campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimica quantitativa di laboratorio.

Il prelievo dai piezometri sarà eseguito mediante idonee pompe di campionamento. Il prelievo dai pozzi delle barriere idrauliche sarà eseguito dalle tubazioni di mandata dei singoli pozzi.

Le analisi chimiche riguarderanno i composti organici di origine antropica individuati attraverso le indagini pregresse, rappresentati dai Composti Clorurati: Tricloroetano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1 Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene (PCE), 1,1,2-Tricloroetano, Tribromometano (bromofornio).

##### **3.4.5.1.2 Monitoraggio quantitativo**

Il monitoraggio quantitativo sarà finalizzato a verificare l'effetto idraulico indotto dalle barriere sui corpi idrici sotterranei (pseudo-falda superficiale e falda carbonatica).

Il monitoraggio consisterà nella misura dei livelli piezometrici per mezzo dei trasduttori di pressione installati nei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e nei pozzi di emungimento e di immissione.

Con cadenza trimestrale sarà effettuata una misura manuale per la verifica dei dati acquisiti con i sistemi automatici.

#### *3.4.5.2 Monitoraggio e controllo dell'impianto di trattamento delle acque*

Durante l'esercizio dell'impianto di trattamento delle acque si effettuerà un controllo chimico ufficiale con frequenza quindicinale sia delle acque scaricate nel corpo recettore sia delle acque reimmesse in falda. Su entrambe le destinazioni finali (scarico nel corpo recettore e reimmissione in falda) potrebbe essere installato un campionatore automatico programmato per prelevare una aliquota con frequenza oraria e preparare un campione medio composito sull'arco temporale indicato. Un ulteriore campionatore automatico potrebbe essere installato sulla linea dell'acqua inviata al primo trattamento.

Tutte le vasche saranno attrezzate con indicatori di livello per la gestione dei flussi di acqua e con prese campione per la caratterizzazione, se richiesto, di ogni singolo batch di acqua processata dall'impianto. Parimenti, tutti i filtri saranno attrezzati con prese campione in ingresso e in uscita per una caratterizzazione puntuale dell'efficienza di ciascun filtro.

L'impianto sarà dotato di un proprio quadro elettrico alimentato da una cabina di trasformazione di Terna e di un quadro di comando e controllo. Entrambi saranno installati in un container prefabbricato. L'impianto è caratterizzato da un elevato grado di automazione.

## 4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Ai fini dell'analisi del sistema territoriale locale, nel quadro di riferimento progettuale sono stati riconosciuti gli interventi che potrebbero generare possibili effetti di qualche rilievo (le "azioni interferenti") sulle componenti ambientali, orientando conseguentemente lo studio verso l'analisi delle componenti potenzialmente esposte a questi stessi effetti.

Le componenti ambientali individuate ai fini del presente studio sono le seguenti:

- Atmosfera e qualità dell'aria, per caratterizzare dal punto di vista meteorologico e di qualità dell'aria il sito interessato dagli interventi in progetto e verificare gli impatti legati alle emissioni determinate sia in fase di cantiere che di esercizio;
- Ambiente idrico, per la caratterizzazione della rete idrografica potenzialmente interferita dall'opera in progetto e la valutazione degli effetti legati al progetto di bonifica;
- Suolo e sottosuolo, per la caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrologica e geotecnica dell'area su cui si imposterà la barriera fisica-idraulica e la valutazione dei potenziali impatti su tali aspetti e sull'uso attuale del suolo;
- Vegetazione, Flora, Fauna, Ecosistemi, per evidenziare sia gli elementi di unicità e pregio, sia le problematiche legate ad interferenze di tipo diretto o indiretto;
- Rumore, per caratterizzare i livelli attuali di pressione sonora e definire le modifiche introdotte dall'opera, verificarne la compatibilità con gli standard esistenti, con gli equilibri naturali e la salute pubblica da salvaguardare e con lo svolgimento delle attività antropiche nelle aree interessate;
- Paesaggio, per valutare l'influenza dell'opera in progetto sulle caratteristiche percettive e di intervisibilità dell'area.

L'ambito di influenza potenziale, da prendere in considerazione per l'analisi delle componenti ambientali potenzialmente esposte all'impatto, è stato definito mettendo in relazione le caratteristiche morfologico-ambientali del territorio con l'estensione spaziale attribuibile teoricamente alle potenziali interferenze derivanti dalle "azioni" di progetto.

L'obiettivo che si è perseguito è stato quello di individuare, per ogni componente interferita, l'area massima entro la quale, secondo le conoscenze acquisite, si prevedeva che gli impatti di maggior estensione si esaurissero o si riducessero a livelli trascurabili.

Maggiori approfondimenti sono stati condotti analizzando nel dettaglio l'area collocata nelle immediate vicinanze del sito, nel caso di componenti ambientali specifiche ed in presenza di particolari bersagli o recettori.

## 4.1 Atmosfera e qualità dell'aria

### 4.1.1 Caratterizzazione della componente

#### 4.1.1.1 Quadro normativo

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico ha recepito la Direttiva europea 2008/50/CE " *Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*" con la pubblicazione del D.lgs. 155 del 13 agosto 2010. Tale Decreto legislativo, in vigore dal 30 settembre 2010, costituisce una sorta di testo unico sulla qualità dell'aria, abrogando la normativa previgente (D.Lgs.351/99, D.M. 60/2002, D.lgs.183/2004, D.lgs.152/2007, D.M. 261/2002) e raccogliendo in un'unica norma le strategie generali, i parametri da monitorare, le modalità di rilevazione, i livelli di valutazione, i limiti, livelli critici e valori obiettivo di alcuni parametri e i criteri di qualità dei dati.

Il Decreto 155/2010 definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria in relazione alle concentrazioni di diversi inquinanti, e in particolare definisce:

- **Valore Limite (VL):** livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.
- **Valore Obiettivo (VO):** livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.
- **Livello Critico (LC):** livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani.

Nelle Tabella 4.1.1, Tabella 4.1.2 e Tabella 4.1.3 e sono riportati i valori limite, obiettivo e di riferimento contenuti nel D.lgs. 155/2010.

**Tabella 4.1.1 – Valori limite (Allegato XI D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore Limite	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m <sup>3</sup>
	giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m <sup>3</sup>
	annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	annuo	5,0	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio (CO)	media massima giornaliera su 8 ore	10	mg/m <sup>3</sup>
Piombo (Pb)	annuo	0,5	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>10</sub>	giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m <sup>3</sup>
	annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>2,5</sub>	annuo al 2015 *	25	µg/m <sup>3</sup>

\* Margine di tolleranza: 20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015

**Tabella 4.1.2 – Valori Obiettivo (Allegato XIII D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	
Arsenico (As)	annuo	6,0	ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)	annuo	5,0	ng/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)	annuo	20,0	ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	annuo	1,0	ng/m <sup>3</sup>
* Margine di tolleranza: 20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015			

**Tabella 4.1.3 – Livelli critici per la vegetazione (Allegato XI D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello Critico per la vegetazione	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	annuo	20	µg/m <sup>3</sup>
	invernale (01 ottobre - 31 marzo)	20	µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	annuo	30	µg/m <sup>3</sup>

A livello regionale, a seguito dell'entrata in vigore del D.lgs. 351/99, come detto oggi abrogato a favore del D.lgs. 155/2010, l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna ha condotto uno studio denominato *"Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell'aria ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.lgs. 351/99"* approvato con delibera della Giunta Regionale n. 55/6 del 29.11.2005.

Lo studio aveva a suo tempo evidenziato, per quanto riguarda la salute umana, alcune criticità relative al biossido di zolfo e ai PM<sub>10</sub>, indicando alcune zone/agglomerati come potenzialmente critiche e dunque da risanare, distinguendole dal resto del territorio regionale, compreso nella "Zona di Mantenimento", che non necessita di interventi di risanamento e dove ogni intervento antropico non deve portare a un peggioramento dell'attuale qualità dell'aria ambiente. Infine dalla Zona di Mantenimento sono state selezionate alcune aree, in aggiunta a quelle da risanare, da tenere sotto controllo con un adeguato monitoraggio, selezionate tra le zone che comprendono i territori dei maggiori centri urbani e i comuni nelle cui vicinanze sono presenti attività industriali o comunque pressioni ambientali di rilievo.

La risultante zonizzazione per aree omogenee è rappresentata nella Figura 4.1.1, da cui si evince che l'area di Porto Torres appartiene, come tutta la zona di Sassari, alle zone da risanare.

Agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e zone aggiuntive da monitorare

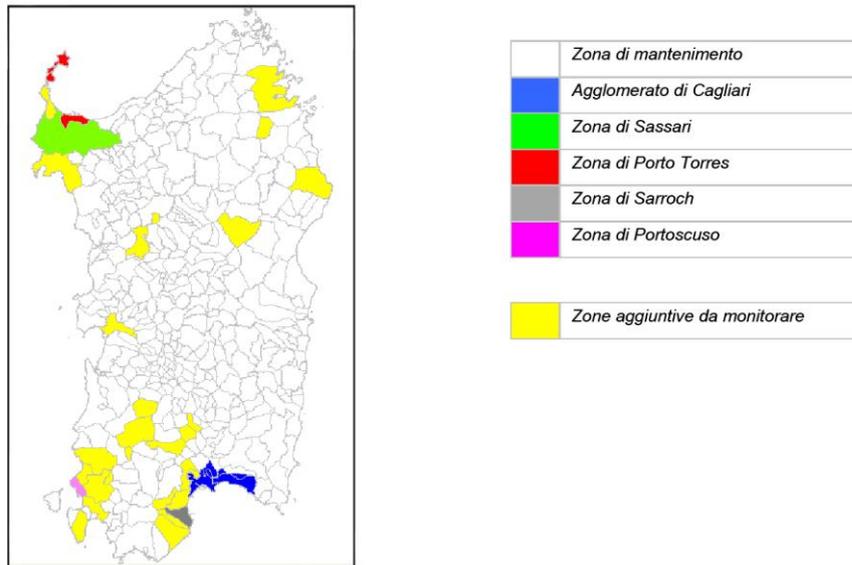
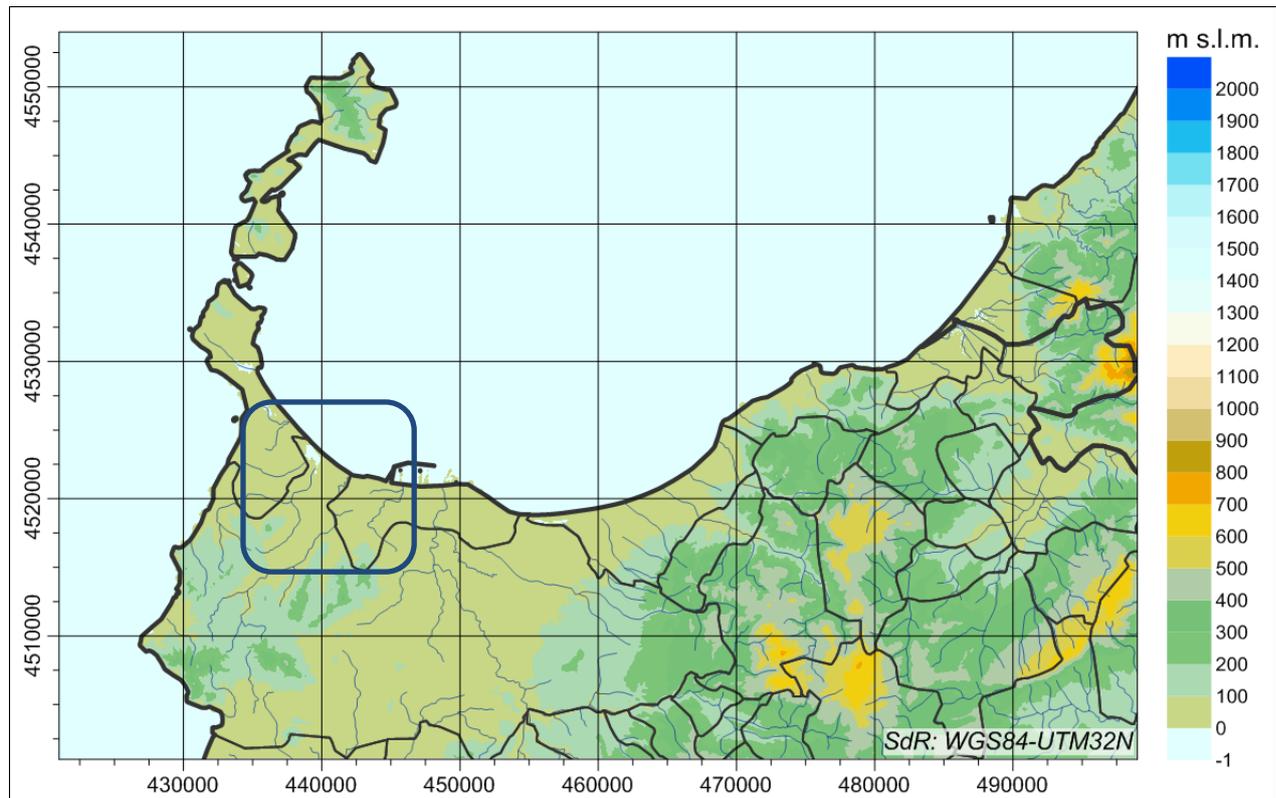


Figura 4.1.1 - Regione Sardegna - agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e zone aggiuntive da monitorare

#### 4.1.1.2 Inquadramento meteoclimatico

L'area interessata dal progetto è localizzata sulla parte nord-occidentale delle coste sarde, all'interno del Golfo dell'Asinara, in località Fiume Santo nel Comune di Sassari, a circa 8 Km dal centro abitato di Porto Torres. L'area è prossima a Nord al litorale del golfo dell'Asinara sul Mar Mediterraneo, a Nord-Ovest allo Stagno di Pilo, a Est allo stagno di Gennano, situato nella zona industriale di Porto Torres, a Sud alla pianura della Nurra.

La caratterizzazione meteo climatica a scala regionale è condotta secondo la classificazione dei climi di Köppen Geiger, basata sull'analisi del regime termico e di quello pluviometrico. La caratterizzazione meteo climatica a scala locale è invece effettuata in base all'analisi delle registrazioni della postazione meteorologica ENAV - Alghero Fertilia (circa 20 km a Sud del sito) contenute nell'Atlante Climatico d'Italia redatto dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.



**Figura 4.1.2 - Inquadramento dell'area in esame (riquadro blu)**

#### 4.1.1.2.1 Caratterizzazione regionale

Nell'ambito della suddivisione dei climi su scala mondiale delineata nel 1931 dal meteorologo e geofisico Köppen (Pinna, 1978), considerata come una delle più coerenti e particolareggiate classificazioni climatiche tra quelle finora proposte, il territorio italiano appartiene all'area dei climi temperati indicati come tipo C. La regione Sardegna presenta secondo questa classificazione un clima temperato umido con estate asciutta, definito dal codice "Csa" dove:

- il gruppo principale "C" indica un clima temperato delle medie latitudini: il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18 °C ma superiore a -3 °C; almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10 °C;
- il sottogruppo "s" indica un'estate asciutta (stagione a sole alto).
- la terza lettera del codice "a" indica un'estate molto calda; il mese più caldo è superiore a 22 °C.

La Sardegna è caratterizzata da un tipico clima Mediterraneo; tuttavia la particolare posizione interamente circondata dal mare e lontana dai continenti la rendono soggetta a una accentuata variabilità termica.

Lungo le zone costiere della Sardegna, grazie alla presenza del mare, si hanno inverni generalmente miti: le temperature invernali scendono raramente sotto lo zero. Le estati

sono calde e secche, con temperature che superano normalmente i 30 °C e raggiungono anche i 35 °C. Il periodo estivo presenta l'escursione termica diurna media più accentuata. Le temperature estive più alte sono legate all'arrivo dell'anticiclone subtropicale africano che accompagna le calde correnti sahariane. Le temperature invernali più basse si registrano invece all'arrivo delle correnti fredde di origine artica e russo-siberiana.

Le precipitazioni sono concentrate nel periodo compreso tra ottobre e aprile, mentre tra maggio e settembre, quando nel Mediterraneo dominano gli anticicloni, si estende la stagione secca con tempo stabile e soleggiato. Le precipitazioni, che sono distribuite in maniera notevolmente variabile e irregolare, sono di modesta entità lungo le coste, in particolare nelle zone più lontane dai rilievi. Le zone occidentali della Sardegna sono mediamente più piovose, per via dell'esposizione alle correnti umide oceaniche che accompagnano il transito dei sistemi perturbati atlantici. In base ai dati di proprietà dell'ente idrografico della Sardegna, la piovosità media di Porto Torres nel periodo 1922-1992 è pari a 511,6 mm.

La Sardegna è una regione in generale caratterizzata da una notevole ventilazione. I venti dominanti sono il maestrale (da nord-ovest) e lo scirocco (da sud-est). Il primo in particolare è spesso violento, con velocità che superano facilmente i 100 Km/h.

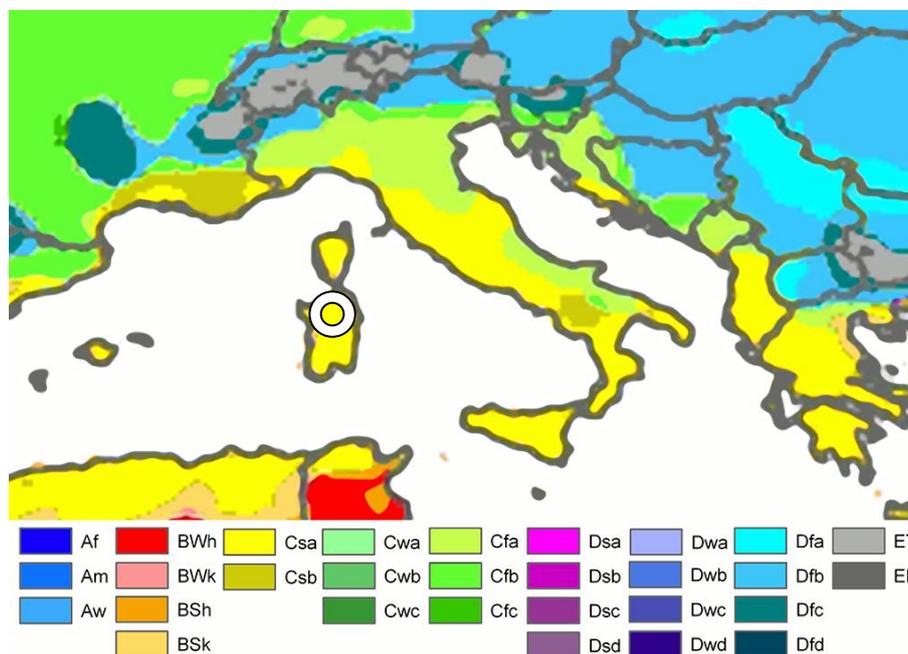


Figura 4.1.3 – Sito in esame, cerchio bianco, e classificazione di Köppen Geiger (Elab. Univ. di Melbourne)

#### 4.1.1.2.2 Caratterizzazione locale

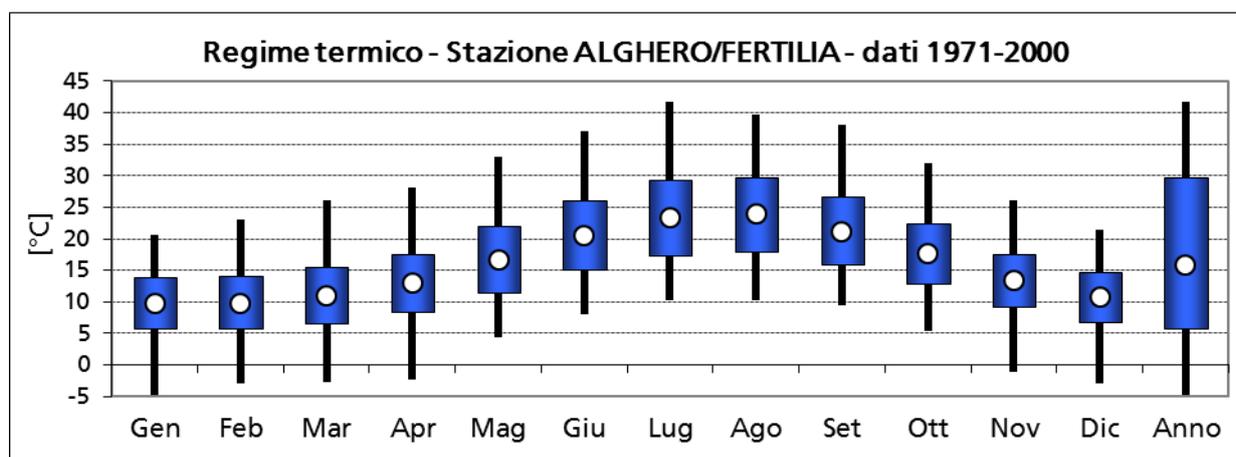
La caratterizzazione locale è condotta mediante medie climatiche, valori massimi e minimi assoluti registrati nella postazione Alghero Fertilia ubicata nel Comune di Alghero in provincia di Sassari (latitudine 40,632221°, longitudine 8,289444°, altezza s.l.m.: 40 m),

circa 20 km a sud del sito in esame. I dati si riferiscono al trentennio 1971-2000 e sono pubblicati nell'Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (<http://clima.meteoam.it/atlanteClimatico.php>).

Il regime termico riportato nella Tabella 4.1.4 e nella Figura 4.1.4 conferma le caratteristiche descritte nella caratterizzazione generale. Gennaio e Febbraio sono i mesi più freddi, con una temperatura media di 9,8°C, mentre Luglio e Agosto sono i mesi più caldi, con temperature medie di 23,4°C e 23,9°C rispettivamente. Temperature minime inferiori allo zero possono verificarsi da Novembre fino ad Aprile. I massimi estivi possono superare, da Giugno a Settembre, i 35°C.

**Tabella 4.1.4 – Regime termico registrato ad Alghero/Fertilia, Atlante Climatico A.M.**

Regime termico - Stazione Alghero/Fertilia - dati 1971-2000													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Ma g	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	ANNO
Temp. massima assoluta	20,6	23	26	28,2	33	37,1	41,8	39,8	38	32	26,2	21,4	41,8
Temp. massima media	13,8	14	15,5	17,6	22	26	29,4	29,8	26,6	22,3	17,6	14,7	29,8
Temp. media	9,8	9,8	11	13	16,7	20,5	23,4	23,9	21,2	17,6	13,4	10,8	15,9
Temp. minima media	5,8	5,7	6,5	8,3	11,5	15	17,4	18	15,8	12,8	9,1	6,8	5,7
Temp. minima assoluta	-4,8	-3	-2,8	-2,4	4,4	8	10,3	10,2	9,5	5,4	-1,1	-3	-4,8
N° giorni con temp. minima <= 0 °C	1,9	1,1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	4,6
N° giorni con temp. massima >= 30 °C	0	0	0	0	0	4,9	13,8	15,5	4,5	0	0	0	38,7



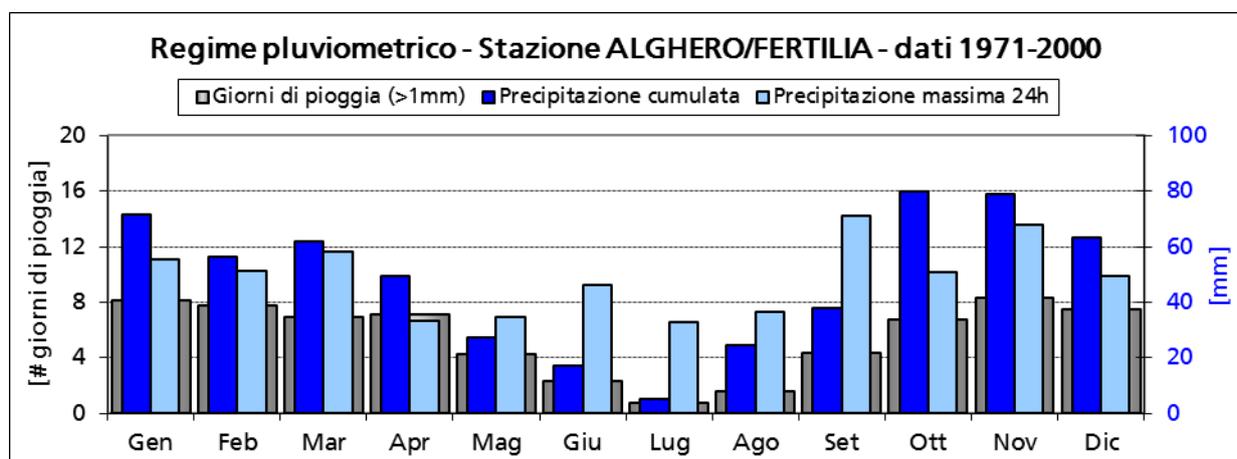
**Figura 4.1.4 – Alghero/Fertilia - temperatura minima, media minima, media, media massima e massima dal 1971 al 2000, Atlante Climatico Aeronautica Militare.**

La seguente Tabella 4.1.5 riepiloga, unitamente alla Figura 4.1.5, alcune statistiche relative alla precipitazione, tra cui il numero medio di giorni piovosi (Precipitazione sulle 24 ore >= 1 mm) ed il totale medio mensile, registrati nel periodo in esame. Le precipitazioni medie annue si attestano a 573 mm, mediamente distribuite in 65 giorni di pioggia, con minimo relativo in estate (a Luglio la precipitazione cumulativa media è pari a 5 mm) e picco massimo in autunno (Ottobre e Novembre misurano 80 e 79 mm

rispettivamente). I giorni di pioggia mensili (con un numero di giorni con precipitazioni > 1 mm) variano in media da circa 7-8 nel periodo invernale a circa 1-2 nel periodo estivo.

**Tabella 4.1.5 – Regime pluviometrico a Alghero/Fertilia, Atlante Climatico Aeronautica Militare.**

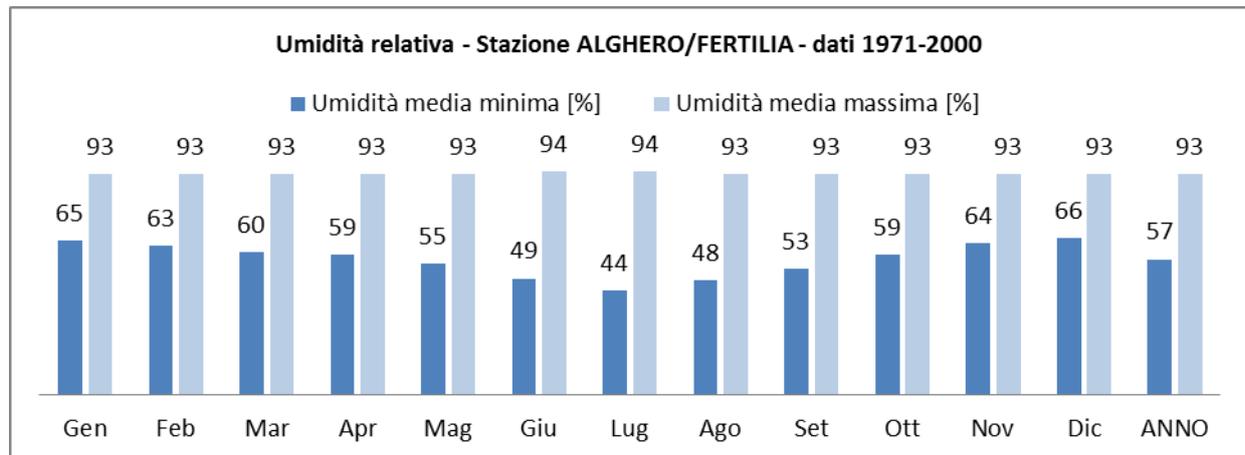
	Regime pluviometrico - Stazione Alghero/Fertilia - dati 1971-2000												ANN O
	Gen	Feb	Mar	Apr	Ma g	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
Minimo della distrib. in quintili	0	2,7	21	9,7	0,1	0	0	0	0	3	0,7	0,9	0
Precipitazione totale media mensile	71,7	56,2	61,8	49,2	27,2	17	5,3	24,7	38,1	80,1	78,9	63,2	573,4
Massimo della distrib. in quintili	157,5	184,6	103,3	96	130,1	126	33,5	52,1	120	252,5	271,9	636	636
Precipitazione massima in 24 ore	55,2	51,4	58,2	33,4	34,6	46	33	36,4	71	50,6	67,8	49,6	71
N. medio di giorni con precip. > 1 mm	8,1	7,7	6,9	7,1	4,2	2,3	0,7	1,5	4,3	6,7	8,3	7,4	65,2
N. medio di giorni con precip. > 5 mm	3,7	3,6	3,7	3,4	1,6	1,1	0,2	0,6	2,4	4,3	4,7	4,1	33,4
N. medio di giorni con precip. > 10 mm	2	1,5	1,5	1,4	0,8	0,5	0,2	0,4	1,2	2,8	2,4	2,1	16,8
N. medio di giorni con nebbia	5	3,7	3,7	2,8	4,8	2,4	2,9	3,5	2,2	4	3,8	3,8	42,6



**Figura 4.1.5 – Alghero/Fertilia - regime pluviometrico dal 1971 al 2000, Atlante Climatico Aeronautica Militare.**

L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 75%, variando da minimi medi mensili di 69% a Luglio e massimi di 80% a Dicembre (Figura 4.1.6).

Complessivamente la combinazione delle caratteristiche anemologiche, termiche e igrometriche è tale che nell'area occorrono circa 43 giorni di nebbia all'anno.



**Figura 4.1.6 – Alghero/Fertilia - Umidità relativa mensile dal 1971 al 2000, Atlante Climatico Aeronautica Militare.**

La Figura 4.1.7 riporta le rose dei venti, tratte come i dati precedenti dall’Atlante Climatico dell’Aeronautica Militare, per stagione e per le ore sinottiche (00, 06, 12 e 18 UTC, l’ora solare locale è UTC+1). I grafici evidenziano calme di vento che interessano dal 35% al 59% delle ore notturne, con valori inferiori in inverno e superiori in estate, e dal 2% al 29% delle ore diurne, con valori inferiori in estate e superiori in inverno. Nelle ore notturne la circolazione dell’aria è polarizzata, per tutte le stagioni, nella provenienza da Nord; nelle ore diurne si osserva invece una rotazione, evidente soprattutto in estate e in autunno, con venti di provenienza occidentale.

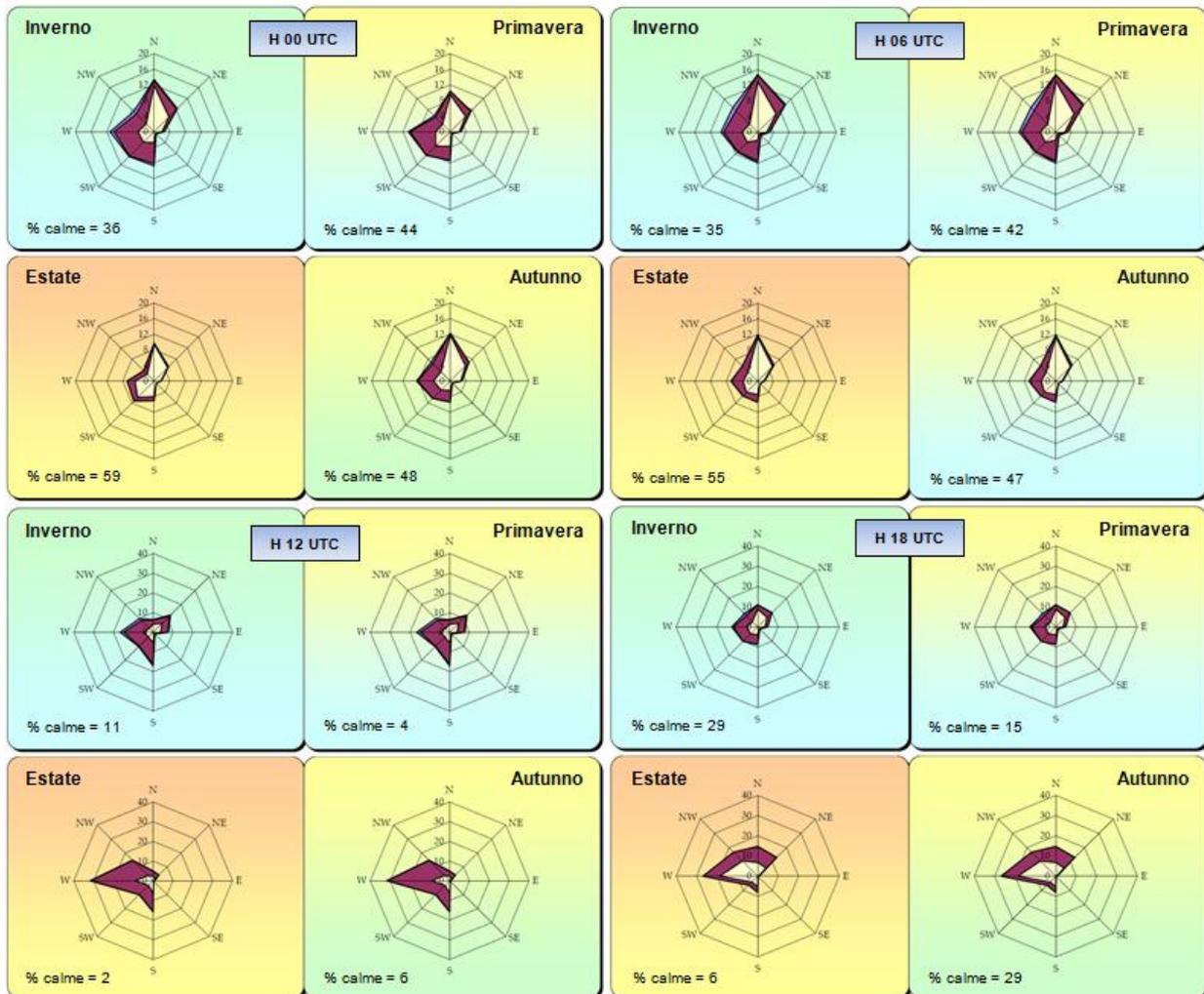


Figura 4.1.7 – Atlante Climatico A. M. - Alghero/Fertilia - provenienze dei venti a 10m nel periodo dal 1971 al 2000, per stagione, alle ore 00, 06, 12 e 18 UTC.

### 4.1.1.3 Stato attuale della componente

Nei seguenti paragrafi si riporta la caratterizzazione della componente sotto gli aspetti delle emissioni in atmosfera e della qualità dell'aria.

La caratterizzazione delle emissioni in atmosfera si basa sui dati della "disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni" redatto da ISPRA per l'anno 2005.

Lo stato attuale di qualità dell'aria è nel seguito descritto facendo riferimento alle Relazioni annuali sulla qualità dell'aria in Sardegna per gli anni dal 2007 al 2010 di ARPA Sardegna, che analizzano la qualità dell'aria nel territorio della Sardegna sulla base dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio provinciale di Sassari. Gli stessi dati sono periodicamente trasmessi all'ISPRA che li pubblica nella Banca Dati BRACE (<http://www.brace.sinanet.apat.it/>). L'analisi prende in considerazione, per il periodo

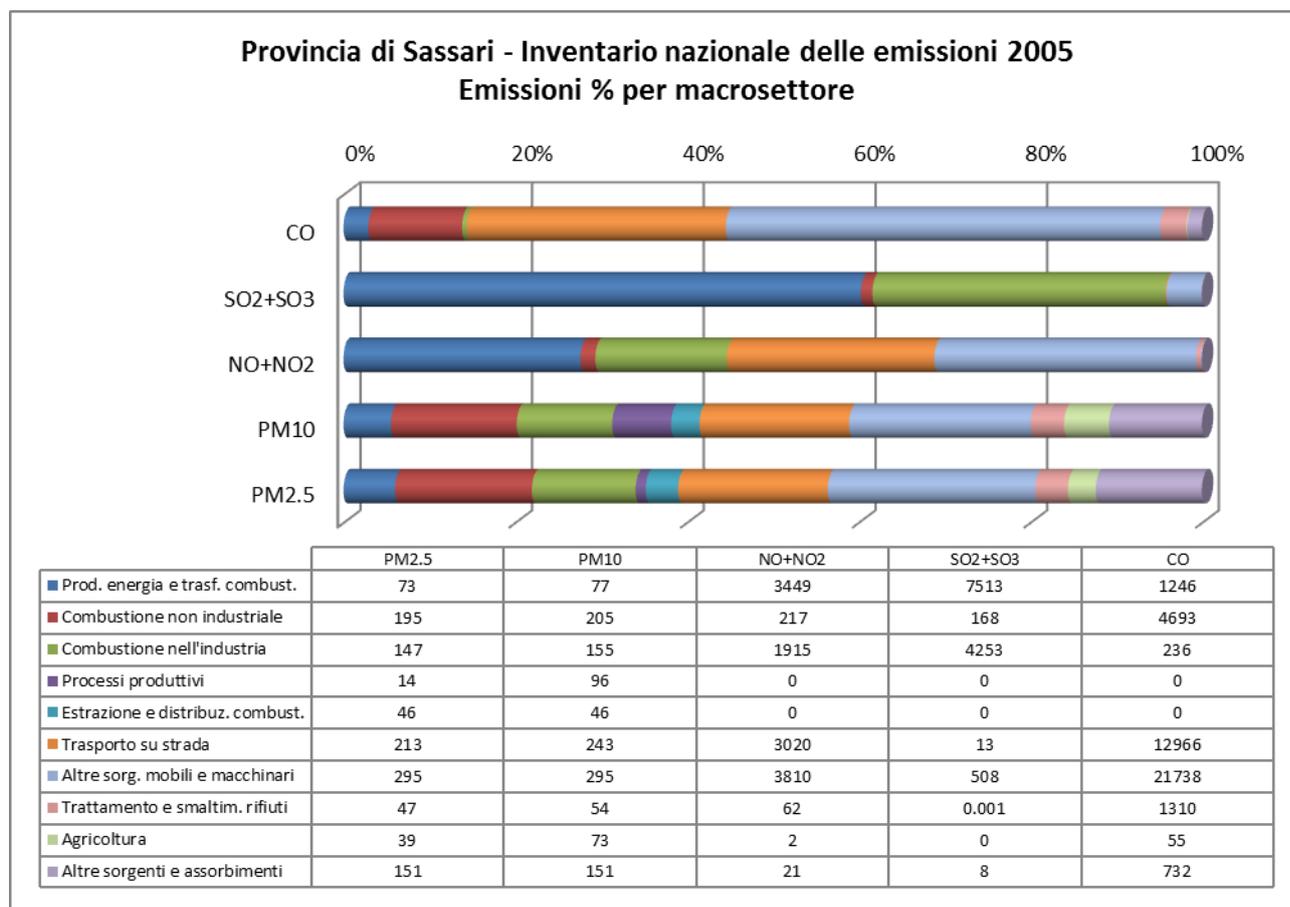
2007-2010, le sostanze rilevate dalle postazioni per le quali siano previsti valori limite dal vigente D.lgs. 155/2010: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO. La valutazione dello stato della qualità dell'aria è condotta, per ciascuna delle sostanze considerate, valutando gli Standard di Qualità dell'Aria posti a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

#### 4.1.1.3.1 Caratterizzazione delle emissioni in atmosfera

L'inventario delle emissioni ha lo scopo di individuare le fonti di inquinamento suddivise per tipologia e la quantità degli inquinanti emessi.

In Italia, l'ISPRA garantisce la preparazione e l'aggiornamento annuale dell'inventario nazionale, predisposto disaggregando su base provinciale le emissioni di inquinanti e dei gas serra stimati nell'inventario CORINAIR sino al dettaglio di attività, sulla base delle disposizioni legislative e sotto la supervisione del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

Nel grafico di Figura 4.1.8 è presentato l'inventario delle emissioni dell'anno 2005 relativo alla Provincia di Sassari, suddiviso per macrosettore; nella figura si evidenzia il peso di ciascun macrosettore emissivo nel concorrere a formare il totale provinciale. Dall'analisi emerge il ruolo della produzione di energia e della combustione nell'industria per gli SO<sub>x</sub> e gli NO<sub>x</sub>, delle sorgenti mobili per il CO, gli NO<sub>x</sub> ed il Particolato fine e dei processi di combustione (industriali e non) per il Particolato fine.



**Figura 4.1.8 – Provincia di Sassari - Emissioni % per macrosettore, anno 2005.**

#### 4.1.1.3.2 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si riporta la valutazione dello stato della qualità dell'aria per il periodo 2007-2010. L'analisi si basa sui dati reperibili dalle relazioni annuali sulla qualità dell'aria di ARPA Sardegna (rete di monitoraggio provinciale di Sassari) relativamente ai macroinquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO, confermati ed integrati con i dati reperibili nella Banca Dati BRACE appartenente alla Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (<http://www.brace.sinanet.apat.it/>).

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria presente nell'area industriale di Porto Torres conta cinque cabine: due dislocate in area industriale (CENSS3 e CENSS15); una ai margini dell'area industriale in direzione del centro abitato (CENSS4); una nel centro urbano (CENSS5) per la misura del solo biossido di zolfo; una quinta stazione di misura prossima all'area di studio è ubicata in zona rurale a sud-ovest della centrale termoelettrica di Fiume Santo, ricadente nel territorio comunale di Sassari (CENSS8). Le postazioni citate sono localizzate nella Figura 4.1.9, mentre le loro caratteristiche sono riportate nella seguente Tabella 4.1.6. Si specifica che il biossido di zolfo è misurato in tutte le postazioni considerate, PM<sub>10</sub> ed NO<sub>2</sub> sono misurati solo da tre delle cinque

stazioni di misura (CENSS3, CENSS4, CENS15), CO è misurato solo dalla postazione CENSS3. Inoltre la postazione CENS15 fornisce una base statistica valida di dati solo per gli anni 2007-2008.



Figura 4.1.9 – Posizione delle stazioni di misura nei pressi di Porto Torres.

Tabella 4.1.6 – Stazioni selezionate della rete di monitoraggio della qualità dell’aria

Nome stazione	Comune	Coordinate		Altit. m slm	Tipo Stazione	Tipo Zona	Caratteristica zona
		Lat	Long				
CENS15	PORTO TORRES (SS)	40.49.46	0.9.05	52	Industriale	Rurale	agricola
CENSS3	PORTO TORRES (SS)	40.48.54	08.21.37	15	Industriale	Suburbana	industriale
CENSS4	PORTO TORRES (SS)	40.49.55	08.23.38	18	Industriale	Suburbana	industriale
CENSS5	PORTO TORRES (SS)	40.50.19	08.23.49	10	Industriale	Urbana	commerc. / industr.
CENSS8	STINTINO (SS)	40.50.41	08.16.45	35	Industriale	Rurale	agricola

Le seguenti tabelle (dalla Tabella 4.1.7 alla Tabella 4.1.10) riepilogano lo stato della qualità dell’aria rilevato dalle cinque stazioni di monitoraggio postazioni prossime a Porto Torres nel periodo dal 2007 al 2010. I dati sono confrontati con gli Standard di Qualità dell’Aria (SQA) previsti dal vigente D.lgs. 155/2010.

In generale, dalla lettura dei dati risulta che le stazioni di misura dell’area di Porto Torres non hanno registrato, tra i parametri considerati, alcun superamento dei limiti di legge.

Nello specifico, per quanto riguarda il biossido di zolfo non si evidenziano criticità, con concentrazioni medie annue registrate variabili tra un massimo pari al 30% del relativo

valore limite registrato dalla postazione CENSS4 nel 2007, e un minimo del 2% registrato dalla postazione CENSS8 nel 2010. Inoltre per tale parametro si evidenzia nel periodo considerato un andamento chiaramente decrescente.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, non si registrano superamenti dei limiti di legge né in termini di soglia oraria, né di media annua. Le concentrazioni medie annue registrate sono mediamente pari al 20-30% del relativo valore limite. Anche per gli ossidi di azoto non si registrano superamenti del limite di legge sulla concentrazione media annua a protezione della vegetazione.

I dati relativi al  $PM_{10}$  mostrano il rispetto dei limiti di legge sia in termini di concentrazione media annua, che di superamenti della soglia giornaliera. Tuttavia tutte le postazioni che misurano tale parametro (CENSS3, CENSS4 e CENS15), hanno registrato alcuni superamenti della soglia sulla concentrazione media giornaliera, in quantità comunque sempre inferiore al numero massimo consentito dalla normativa. E' importante osservare che l'andamento del  $PM_{10}$  mostrato nel periodo 2007-2010 è chiaramente decrescente, tanto che nel 2010 la postazione CENSS4 non ha registrato superamenti, e la postazione CENSS3 ne ha registrato 3 (rispetto ai 35 consentiti dalla normativa).

Infine, la valutazione della concentrazione media mobile su 8 ore del monossido di carbonio registrata dalle stazioni selezionate mostra l'assenza di superamenti del limite normativo, con valori variabili tra il 4% e l'8% del relativo valore limite.

In definitiva nell'area di Porto Torres, per quanto si può dedurre dai dati forniti dalla rete di monitoraggio provinciale di Sassari, si registra una concentrazione entro la norma per tutti gli inquinanti considerati.

**Tabella 4.1.7 – SO<sub>2</sub> - Stato della qualità dell'aria rilevato dalla RRQA, periodo 2007-2010**

		SO <sub>2</sub> (biossido di zolfo)							
		Media oraria			Media giornaliera			Media anno civile [µg/m <sup>3</sup> ]	Media inverno (ott-mar) [µg/m <sup>3</sup> ]
Anno	Postazione	% dati validi	Massimo [µg/m <sup>3</sup> ]	N° superam.	% dati validi	Massimo [µg/m <sup>3</sup> ]	N° superam.		
Limite di legge ->		90%	-	350 µg/m <sup>3</sup> non più di 24 volte in un anno	90%	-	125 µg/m <sup>3</sup> non più di 3 volte in un anno	20	20
2007	CENSS3	95%	320	0	99%	47	0	3,4	2,1
	CENSS4	93%	118	0	95%	51	0	6,0	4,9
	CENSS5	86%	120	0	89%	26	0	2,3	2,6
	CENSS8	95%	57	0	98%	17	0	3,5	5,4
	CENS15	90%	77	0	91%	9	0	1,9	2,4
2008	CENSS3	93%	123	0	96%	20	0	1,6	1,6
	CENSS4	92%	78	0	94%	32	0	2,8	3,9
	CENSS5	94%	69	0	98%	12	0	1,4	1,9
	CENSS8	95%	22	0	98%	5	0	1,1	1,8
	CENS15	91%	24	0	93%	7	0	1,0	1,3
2009	CENSS3	89%	128	0	93%	15	0	1,7	1,0
	CENSS4	86%	56	0	89%	19	0	2,7	2,7
	CENSS5	90%	104	0	94%	24	0	2,8	1,4
	CENSS8	92%	32	0	95%	8	0	1,0	1,1
	CENS15	9%	25	0	9%	3	0	0,8	0,8
2010	CENSS3	71%	114	0	72%	13	0	1,6	1,3
	CENSS4	77%	30	0	80%	13	0	1,3	2,8
	CENSS5	87%	59	0	91%	9	0	1,4	2,3
	CENSS8	75%	5	0	78%	2	0	0,4	0,9
	CENS15	0%	-	-	0%	-	-	-	-

**Tabella 4.1.8 – NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> - Stato della qualità dell'aria rilevato dalla RRQA, periodo 2007-2010**

Anno	Postazione	NO <sub>2</sub> (biossido di azoto)			NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)		
		% dati validi	Massimo [µg/m <sup>3</sup> ]	N° superam.	Media anno civile [µg/m <sup>3</sup> ]	% dati orari validi	Media anno civile [µg/m <sup>3</sup> ]
Limite di legge ->		90%	-	200 µg/m <sup>3</sup> non più di 18 volte in un anno	40	90%	30
2007	CENSS3	94%	118	0	11,8	94%	18,7
	CENSS4	93%	88	0	12,4	93%	17,0
	CENSS5	0%	-	-	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	-	-	0%	-
	CENS15	89%	62	0	8,1	89%	9,4
2008	CENSS3	95%	91	0	11,3	94%	14,7
	CENSS4	93%	74	0	10,0	93%	10,9
	CENSS5	0%	-	-	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	-	-	0%	-
	CENS15	91%	90	0	13,7	91%	13,4
2009	CENSS3	82%	79	0	10,1	82%	14,9
	CENSS4	89%	92	0	13,0	88%	17,5
	CENSS5	0%	-	-	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	-	-	0%	-
	CENS15	9%	48	0	4,4	9%	5,0
2010	CENSS3	59%	109	0	8,1	59%	12,7
	CENSS4	64%	80	0	7,6	64%	10,3
	CENSS5	0%	-	-	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	-	-	0%	-
	CENS15	0%	-	-	-	0%	-

**Tabella 4.1.9 - PM<sub>10</sub> - Stato della qualità dell'aria rilevato dalla RRQA, periodo 2007-2010**

		PM <sub>10</sub> (particolato atmosferico)			
		Media giornaliera			Media anno civile [µg/m <sup>3</sup> ]
Anno	Postazione	% dati validi	Massimo [µg/m <sup>3</sup> ]	N° superam.	
Limite di legge ->		90%	-	50 µg/m <sup>3</sup> non più di 35 volte in un anno civile	40
2007	CENSS3	99%	81	11 *	28,5
	CENSS4	99%	78	4 *	26,0
	CENSS5	0%	-	-	-
	CENSS8	0%	-	-	-
	CENS15	93%	78	7 *	21,9
2008	CENSS3	99%	77	7 *	26,4
	CENSS4	95%	78	9 *	25,2
	CENSS5	0%	-	-	-
	CENSS8	0%	-	-	-
	CENS15	95%	70	3 *	19,4
2009	CENSS3	94%	72	1 *	24,6
	CENSS4	88%	54	3 *	24,0
	CENSS5	0%	-	-	-
	CENSS8	0%	-	-	-
	CENS15	9%	50	0	14,9
2010	CENSS3	75%	54	3 *	27,2
	CENSS4	0%	-	-	-
	CENSS5	0%	-	-	-
	CENSS8	0%	-	-	-
	CENS15	0%	-	-	-

\* dato Arpa Sardegna, confermato dalla Banca Dati BRACE

**Tabella 4.1.10 - CO - Stato della qualità dell'aria rilevato dalla RRQA, periodo 2007-2010**

		CO (monossido di carbonio)			
		Media oraria		Massima giornaliera delle medie mobili su 8 ore	
Anno	Postazione	% dati validi	Massimo [mg/m <sup>3</sup> ]	% dati validi	Massimo [mg/m <sup>3</sup> ]
Limite di legge ->		90%	-	90%	10
2007	CENSS3	95%	0,9	99%	0,8
	CENSS4	0%	-	0%	-
	CENSS5	0%	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	0%	-
	CENS15	0%	-	0%	-
2008	CENSS3	95%	0,7	99%	0,4
	CENSS4	0%	-	0%	-
	CENSS5	0%	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	0%	-
	CENS15	0%	-	0%	-
2009	CENSS3	87%	1,2	90%	0,6
	CENSS4	0%	-	0%	-
	CENSS5	0%	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	0%	-
	CENS15	0%	-	0%	-
2010	CENSS3	73%	0,8	75%	0,6
	CENSS4	0%	-	0%	-
	CENSS5	0%	-	0%	-
	CENSS8	0%	-	0%	-
	CENS15	0%	-	0%	-

#### 4.1.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente

Gli interventi di bonifica della falda previsti a progetto, consistenti essenzialmente nella realizzazione di barriere fisiche e fisico-idrauliche poste a protezione dei recettori, non comportano per loro natura alcuna perturbazione della componente atmosferica durante la fase di esercizio. In fase di cantiere invece è prevedibile una certa interazione con l'aria, causata dalla necessaria movimentazione dei mezzi meccanici, la cui stima è di seguito valutata.

##### 4.1.2.1 Fase di cantiere

La realizzazione del progetto di bonifica della falda dell'area TERNA-SA.PE.I. comporta l'esecuzione di opere civili ed impiantistiche che, in talune loro fasi, possono incidere sulla qualità dell'aria.

Nelle fasi di cantiere, le principali interazioni sono determinate dalle emissioni di polveri dovute alle attività di perforazione, alla posa delle strutture e alla mobilitazione delle terre scavate, dalle emissioni di gas di scarico associate ai mezzi meccanici di cantiere, e dalle emissioni da traffico stradale indotto relativo al trasporto di materiali e di personale.

Il progetto è articolato in due macro-attività da realizzare in serie, relative al barrieramento fisico-idraulico lato fiume e lato mare. Entrambe le attività prevedono una suddivisione operativa dei lavori in cinque partite temporalmente sovrapposte e di seguito specificate:

- *Partita 1:* esecuzione della barriera fisica verticale;
- *Partita 2:* esecuzione delle barriere idrauliche di emungimento ed immissione e dei piezometri di monitoraggio;
- *Partita 3:* esecuzione della trincea drenante;
- *Partita 4:* esecuzione delle opere civili associate alle barriere idrauliche;
- *Partita 5:* gestione dei rifiuti prodotti nel corso delle attività.

Nel seguito si riportano le valutazioni delle principali attività associate al cantiere che interesseranno la qualità dell'aria:

- emissioni di polveri generate da attività cantieristiche;
- emissioni di gas da processi di combustione interna dei motori dei mezzi di cantiere;
- emissioni di gas di scarico e di polveri da risollevarimento del traffico indotto.

#### 4.1.2.1.1 Polveri da attività di costruzione

Le polveri generate da processi ed attività diverse dalla combustione, quali ad esempio le attività di scavo e mobilitazione delle terre, possono avere talvolta un impatto, comunque in ambito locale e temporaneo, sulla qualità dell'aria. Esiste una molteplicità di operazioni cantieristiche potenzialmente sorgenti significative di polveri, sebbene le quantità emesse possano essere notevolmente ridotte mediante l'adozione di opportune misure di contenimento e di protocolli di buona pratica comportamentale. Tra le principali attività vi sono la predisposizione del sito, l'escavazione, la modellazione del terreno, la movimentazione di terre ed altri materiali. L'emissione complessiva nell'area varia notevolmente di giorno in giorno in funzione del livello d'attività nel cantiere, del tipo di attività svolte e, non ultimo, in funzione delle condizioni meteorologiche in atto. Una stima accurata delle emissioni necessita quindi della conoscenza di un programma temporale molto dettagliato delle fasi di costruzione. In funzione del livello di conoscenza delle operazioni cantieristiche previste, ai fini della valutazione delle emissioni di polveri è possibile riferirsi a metodologie che, tenendo conto delle informazioni disponibili, producono delle stime tanto più cautelative quanto minore è la

conoscenza dei parametri sito-specifici di cui si dispone. In linea generale, la quantità di polveri generate dalle operazioni cantieristiche è proporzionale all'area interessata e al livello di attività presente. A parità di tali condizioni, anche la natura del sito influenza significativamente le quantità di polveri generate: tra i parametri del suolo più significativi si segnalano la polverosità (il suo contenuto in PM<sub>75</sub> o "silt") e l'umidità.

La stima delle emissioni generate dalle attività di realizzazione del progetto proposto, assimilabili a quelle di un cantiere civile, è nel seguito condotta assumendo la metodologia riportata nella pubblicazione "*Wrap Fugitive Dust Handbook*" del US-WRAP (Western Regional Air Partnership) e nella pubblicazione del Midwest Research Institute "*Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations*" (MRI, 1999). Tale metodologia è analoga a quella consigliata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA) nella pubblicazione "*AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors*" al capitolo "*13.2.3 Heavy Construction Operations*". La preferenza per la metodologia US-WRAP è dovuta alla presenza di un fattore specifico per il PM<sub>10</sub> in luogo di un fattore per il particolato sospeso totale, determinato inoltre su una base maggiore di dati misurati rispetto al singolo dato dell'AP-42.

Il "Livello 2" della citata metodologia permette di stimare l'emissione di PM<sub>10</sub> sulla base della conoscenza dell'area di cantiere, della durata dello stesso e della quantità di materiale mobilitato. Nello specifico, la pubblicazione WRAP riporta un fattore d'emissione generico pari a 0,011 ton per acro e per mese (0,027 Mg/ha\*mese) a cui vanno sommati due ulteriori fattori pari a 0,059 ton per 1'000 yd<sup>3</sup> (0,077 Kg/m<sup>3</sup>) di terra mobilitata on-site e 0,22 ton per 1'000 yd<sup>3</sup> (0,288 Kg/m<sup>3</sup>) di terra mobilitata off-site.

In via cautelativa, stante la difficoltà di individuare la reale estensione del cantiere che varia in funzione del progredire delle diverse fasi di ciascuna opera, ai fini dell'applicazione della citata metodologia l'area di cantiere è stata posta pari alla massima delimitazione di entrambe le opere lato fiume e lato mare, complessivamente di circa 75'000 m<sup>2</sup>. In base al cronoprogramma di progetto, la realizzazione dell'opera occuperà un arco temporale complessivo di 125 mesi (59 mesi per le opere lato fiume e 66 mesi per quelle lato mare). Tuttavia le attività a maggiore impatto emissivo per l'atmosfera, individuabili nella realizzazione delle Partite da 1 a 3, occuperanno un periodo complessivo per entrambe le opere (lato mare e lato fiume) di 58 mesi. Si assume inoltre, come previsto dalla metodologia in assenza di informazioni specifiche, una mobilitazione del terreno unicamente on-site, stimabile pari alla somma delle quantità di rifiuti solidi prodotti nel corso delle attività, circa 75'000 m<sup>3</sup>.

Pertanto, applicando il Livello 2 della pubblicazione US-WRAP risulta una stima dell'emissione mensile di PM<sub>10</sub>, da considerarsi di massima stante il livello d'informazione disponibile, pari a 0,3 tonnellate/mese. Considerando, come previsto da progetto, un

singolo turno di lavoro e quindi un'attività mensile di cantiere di circa 160 ore, risulta un'emissione media oraria nel periodo di maggiore attività pari a 1,9 Kg/h, tale da ritenerne la perturbazione della qualità dell'aria limitata alla sede del cantiere e di entità trascurabile. Deve infine essere considerato che il risultato ottenuto non tiene conto di tutte le operazioni atte a minimizzare la generazione di polveri che in realtà saranno intraprese nello svolgimento del cantiere.

#### 4.1.2.1.2 Emissioni da processi di combustione dei mezzi meccanici di cantiere

Le operazioni di bonifica della falda prevedono l'impiego di una serie di macchine operatrici per la realizzazione delle diverse fasi del progetto di intervento lato fiume e lato mare. In base ai cronoprogrammi relativi alle due opere, la cui realizzazione è prevista in modalità sequenziale, risulta che i periodi di più intensa attività dei mezzi meccanici coinvolgono la realizzazione parallela delle Partite 1, 2 e 3, ovvero delle fasi di costruzione della barriera fisica verticale, dei pozzi di emungimento/immissione, dei piezometri di monitoraggio e della trincea drenante. Dal punto di vista temporale si prevede, sia per le opere lato fiume che per le opere lato mare, il completamento della realizzazione delle Partite dalla 1 alla 3 nell'arco temporale di circa 29 mesi, per un totale di 58 mesi.

Per la valutazione dei ratei emissivi associati al parco macchine di cantiere, è stato fatto uso delle linee guida EMEP/EEA "*Emission inventory guidebook 2009, updated June 2010*", che nella tabella 2-3 riportano le emissioni dei macchinari non stradali con alimentazione diesel in funzione della potenza e della direttiva europea di riferimento. In particolare per il presente studio è stato fatto riferimento alla Direttiva europea "*Stage III*", già in vigore dai primi anni del 2000 e che costituisce dunque un assunto cautelativo.

In base ai dati di progetto disponibili, i principali macchinari con motori a combustione interna coinvolti nella realizzazione delle Partite dalla 1 alla 3 sono specificati nella seguente Tabella 4.1.11. Nella stessa tabella sono stimati, sulla base della potenza dei macchinari e delle linee guida EMEP/EEA, i fattori emissivi dei principali contaminanti coinvolti (NO<sub>x</sub>, PM, CO, VOC).

Considerando cautelativamente tutti i macchinari coinvolti nella realizzazione delle opere continuativamente operanti all'interno dell'intero periodo di riferimento, un turno di lavoro singolo di 8 ore al giorno e 20 giorni lavorativi al mese, risultano le quantità complessive di contaminanti emessi riportate nella seguente Tabella 4.1.12. Deve essere considerato che il risultato ottenuto non tiene conto del reale funzionamento non continuativo e spesso alternativo delle macchine. Nonostante le cautele introdotte nella presente analisi, la stessa consente di ritenere la perturbazione della qualità dell'aria

associata alle emissioni da processi di combustione interna dei mezzi di cantiere limitata alla sede del cantiere stesso e di entità trascurabile.

**Tabella 4.1.11 – Stima dei ratei emissivi da processi di combustione delle macchine operatrici**

Macchine operatrici	N°	Potenza [kW]	NOX * [g/h]	PM * [g/h]	CO * [g/h]	VOC * [g/h]
<i>Realizzazione della barriera fisica (Partita 1)</i>						
Attrezzatura idraulica per pali (tipo B250XP)	1	330	6	0,2	3,5	1
Perforatrice (tipo Casagrande C7)	1	147	6	0,2	3,5	1
<i>Realizzazione della barriera idraulica (Partita 2)</i>						
Perforatrice (tipo Casagrande C8)	2	122	12	0,6	10	2
Escavatore (tipo Komatsu PC 240)	1	141	6	0,2	3,5	1
Miniescavatore (tipo Komatsu PC 20-R)	1	19,9	8	0,8	5,5	1,5
Pala gommata (tipo Komatsu WA 180)	1	82	6	0,3	5	1
Autocarro (tipo IVECO Stralis)	2	300	12	0,4	7	2
<i>Realizzazione della trincea drenante (Partita 3)</i>						
Attrezzatura idraulica per pali (tipo B125XP)	2	164	12	0,4	7	2
Perforatrice (tipo Casagrande C8)	1	122	6	0,3	5	1

\* Emission Factor [g/kWh] for diesel-fuelled non-road machinery, Stage II (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009)

**Tabella 4.1.12 – Stima delle emissioni da processi di combustione delle macchine operatrici**

	NO <sub>x</sub>	PM	CO	VOC
Emissione complessiva [Kg]	687	32	464	116

#### 4.1.2.1.3 Emissioni di gas di scarico e di polveri da risollevarimento stradale del traffico indotto

La realizzazione del progetto di bonifica della falda dell'area TERNA-SA.PE.I. prevede, in fase di cantiere, la movimentazione di materiali attraverso la viabilità stradale.

Il traffico veicolare indotto è relativo all'alienazione dei rifiuti solidi e liquidi prodotti e stoccati nelle baie di deposito temporaneo predisposte all'interno dell'area di cantiere, nonché all'approvvigionamento del materiale necessario alla realizzazione delle opere a progetto. Un ulteriore contributo è associato al trasporto del personale operante nel cantiere; tuttavia in base ai dati di progetto il numero massimo presunto di lavoratori, sia per le opere lato fiume che per quelle lato mare, è pari a 10, tale dunque da poter ritenere trascurabile il contributo associato al loro trasporto.

Per quanto riguarda il trasporto dei materiali in ingresso e in uscita dal cantiere, si prevede l'utilizzo di veicoli pesanti della capacità di 26 tonnellate. In base al Piano di gestione dei rifiuti associato alle opere lato fiume e lato mare, i rifiuti solidi

complessivamente prodotti si possono stimare pari a circa 165'000 tonnellate, mentre quelli liquidi pari a circa 26'000 m<sup>3</sup>. Sulla base dei dati di progetto, i principali materiali di approvvigionamento possono invece essere complessivamente stimati in 41.600 m<sup>3</sup> di materiale da cava e conglomerati bituminosi, 26.000 tonnellate di cemento e 3.500 tonnellate di bentonite.

Considerando che la durata complessiva delle attività, in base al cronoprogramma di progetto, è di 59 mesi per le opere lato fiume e di 66 mesi per quelle lato mare, e che i lavori si svolgeranno in singolo turno lavorativo, si può valutare un flusso medio di mezzi necessario alla movimentazione di tutto il materiale in ingresso e in uscita dal cantiere di circa 4-5 veicoli al giorno.

La stima delle emissioni associate ai processi di combustione dei motori del traffico stradale indotto, assumendo l'utilizzo di veicoli pesanti della capacità di 26 tonnellate, è condotta sulla base dei fattori d'emissione calcolati secondo la metodologia EEA – COPERT IV. A tal fine, si assume che i mezzi appartengano alla classe "RT >26-28t", Euro V - COM(1998) 776 (veicoli immatricolati dal 01/01/2008).

La velocità media di percorrenza è assunta pari a 40 km/h e il tenore di zolfo nel combustibile pari a 0,04 g/kg, ottenendo le emissioni specifiche per veicolo e chilometro riportate nella Tabella 4.1.13. Le emissioni di polveri sono considerate interamente rientranti nella frazione PM<sub>10</sub>. Inoltre, per comprendere le emissioni di PM<sub>10</sub> dovute al risollevaramento stradale delle polveri, è stato aggiunto il relativo fattore stimato per mezzo della metodologia US-EPA AP 42 (paragrafo 13.2.1 "Paved Roads"). La Tabella 4.1.14 riporta le emissioni generate complessivamente dall'attività dei mezzi pesanti, assumendo in via indicativa una percorrenza complessiva di andata e ritorno di 40 km per ogni veicolo sia per il percorso di approvvigionamento che per l'alienazione dei materiali, assenza di pendenza (data la natura pianeggiante dell'area) e un fattore di carico di 0,5 (il trasporto viaggia carico in un senso e scarico nell'altro). Deve essere considerato che il risultato ottenuto non tiene conto del naturale abbattimento delle emissioni di polveri dovuto alle piogge, né di alcun intervento di mitigazione che invece sono previsti dalle buone procedure di cantiere.

L'analisi condotta consente di ritenere la perturbazione della qualità dell'aria associata al traffico indotto dal cantiere limitata alla sede stradale e di entità trascurabile.

**Tabella 4.1.13 - Fattori di emissione COPERT IV per veicoli diesel**

Tipo di veicolo	Fattori di emissione COPERT-IV Velocità media: 40 km/h				
	Consumo di combustibile [g/km]	SO <sub>2</sub> [g/km]	CO [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PM [g/km]
euro V RT >26-28t *	262,19	0,021	0,146	2,715	0,034

\* fattore di carico 0,5, pendenza 0%

**Tabella 4.1.14 - Emissioni medie mensili e complessive da un veicolo per un percorso di 40 Km**

<i>Tipo di veicolo</i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>CO</i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>PM</i>
Emissioni medie mensili [Kg/mese]	0,07	0,52	9,7	48,7
Emissioni complessive [Kg]	9,3	64,8	1208	6092

#### *4.1.2.2 Interventi di mitigazione*

Le stime riportate nel paragrafo precedente sono state ottenute mediante assunzioni cautelative. Nell'effettivo svolgimento del cantiere saranno adottate buone pratiche comportamentali di esecuzione e azioni di mitigazione che consentiranno una notevole riduzione delle quantità di polvere generate.

Tra le principali buone pratiche si riporta la limitazione della velocità di percorrenza dei mezzi, la minimizzazione delle distanze da percorrere, l'attenzione ad adoperare i mezzi di scavo evitando quanto possibile movimenti bruschi e sversamenti accidentali. Le principali azioni di mitigazione vertono sulla bagnatura delle terre in movimentazione e delle superfici di cantiere quali piste e piazzali, pulizia dei mezzi, copertura dei trasporti verso aree esterne al cantiere, pulizia dei punti di accesso al cantiere, rimozione di eventuali sversamenti accidentali, copertura di cumuli di stoccaggio temporaneo.

L'adozione di quanto sopra riportato rafforza la valutazione in merito alla trascurabilità degli effetti sulla qualità dell'aria.

#### *4.1.2.3 Fase di esercizio*

In fase di esercizio, con il progredire dell'opera di bonifica della falda, non si rilevano impatti sulla componente atmosfera.

#### *4.1.2.4 Fase di dismissione*

Gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati analoghi a quelli della precedente fase di cantiere.

## 4.2 Ambiente idrico superficiale

### 4.2.1 Caratterizzazione della componente

#### 4.2.1.1 Rete idrografica

Le opere in progetto saranno realizzate in prossimità dell'alveo del Fiume Santo, a partire dall'area a Sud Ovest della stazione Terna, fino al mare.

Il Fiume Santo fa parte del bacino idrografico del Coghinas-Mannu-Temo che si estende per 5402 Km<sup>2</sup>, pari al 23% del territorio regionale.

Il rio Fiume Santo scorre da sud verso nord nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Sassari e, in misura marginale, nel comune di Porto Torres, per quanto riguarda la sponda destra.



Fonte dati: PTA Regione Sardegna

Figura 4.2.1 – Rete idrografica dell'area di interesse.

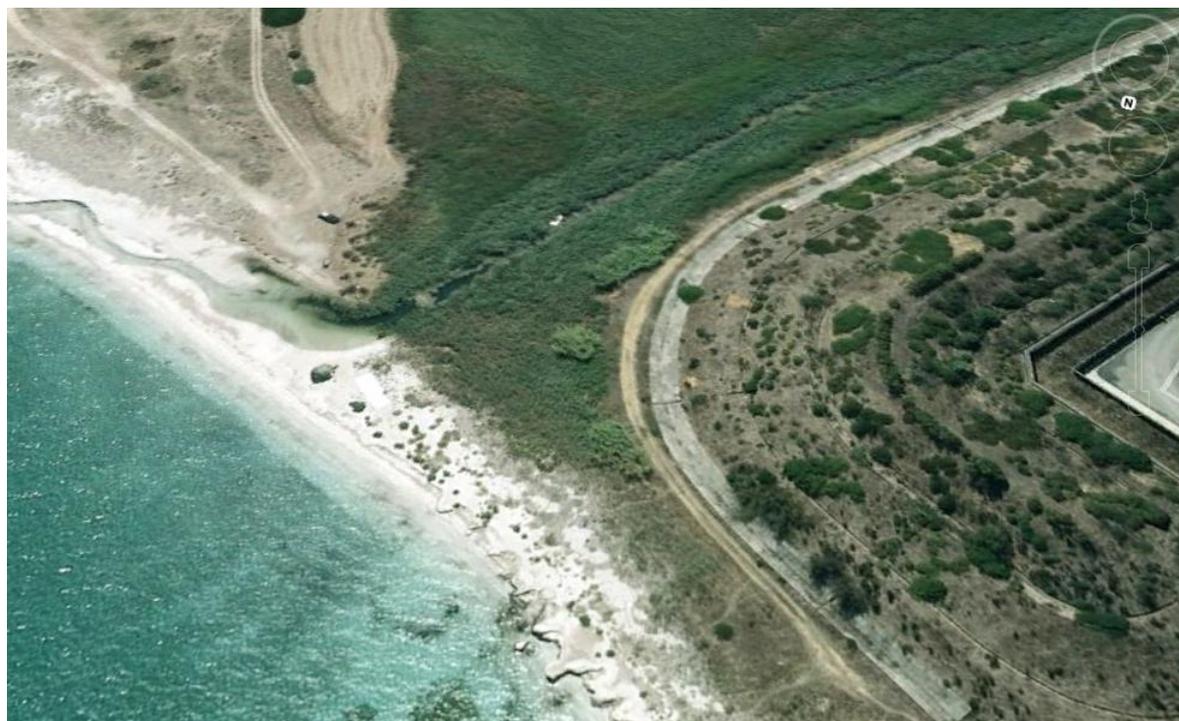
Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres, si sviluppa in una vasta area della Sardegna nordoccidentale, all'interno dell'area denominata "Fossa Sarda", quest'ultima è stata interessata in diversi periodi da ripetute trasgressioni e regressioni marine e da numerose manifestazioni vulcaniche.

A seguito dei movimenti che hanno dato origine alla "Fossa Sarda", questo territorio è stato invaso dal mare e ricoperto da imponenti coltri sedimentarie dalla cui emersione si è originato un esteso altopiano.

L'area nella quale si sviluppa il corso d'acqua è caratterizzata da una serie di colline di media altezza, da falsipiani e tavolati modellati nei sedimenti calcarei di età miocenica.

Il Fiume Santo è un sottobacino del sub-bacino del rio Mannu ed è un corso d'acqua che ha diretto sbocco sul mare.

L'alveo attivo per il deflusso delle portate di magra del rio Fiume Santo risulta essere molto limitato, mentre l'alveo a piene rive per il deflusso delle portate di piena presenta, almeno lungo tutto il tratto terminale, di diretto interesse per lo studio in itinere, sufficientemente largo e ben delimitato da ripidi versanti.



Fonte dati: google earth

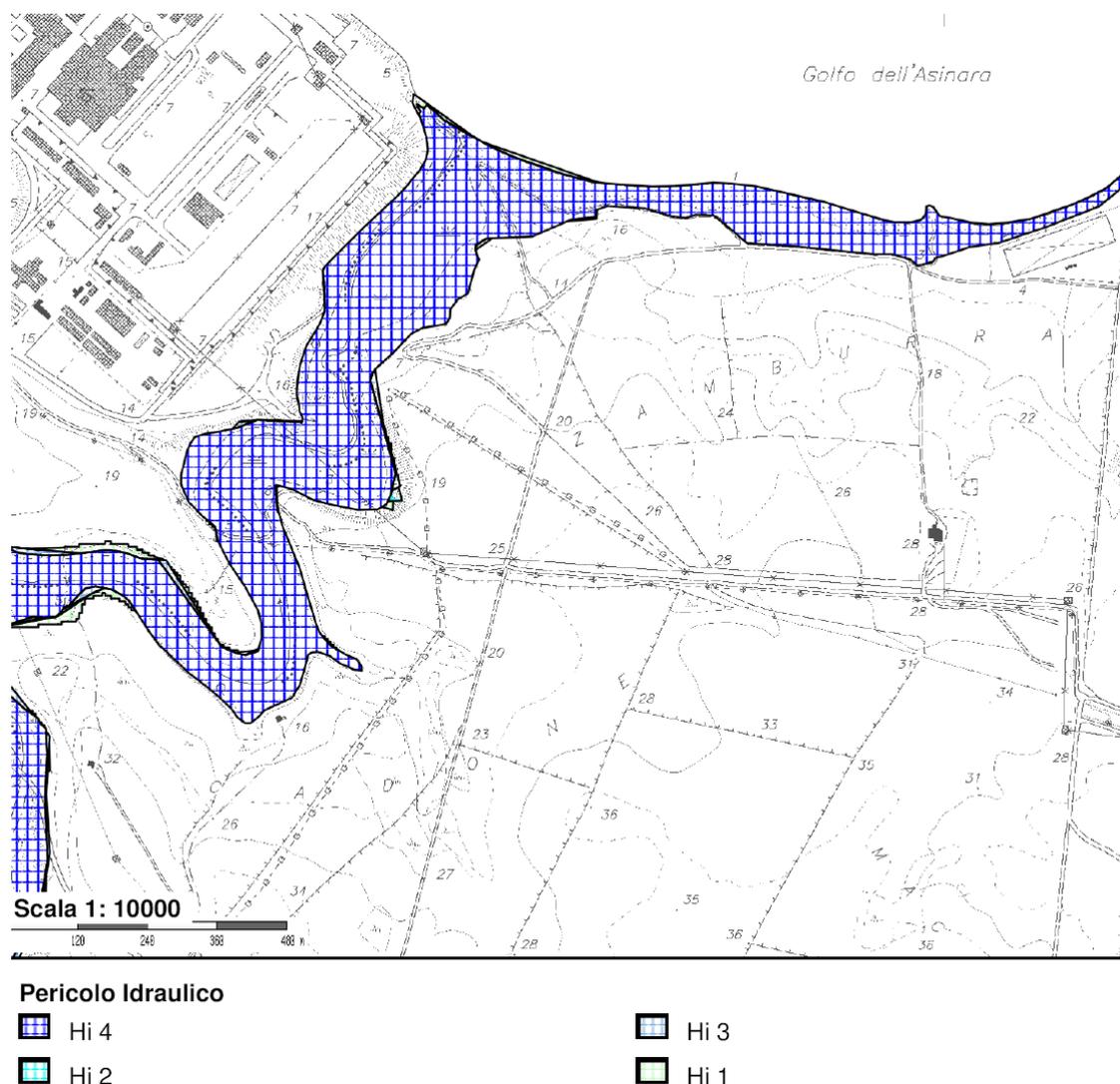
**Figura 4.2.2 – Foce del rio Fiume Santo**

#### *4.2.1.2 Pericolosità idraulica*

Nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) sono state realizzate le carte della pericolosità idraulica (scala 1:10.000). L'individuazione delle aree pericolose, ossia quelle eventualmente allagabili, è stata operata con la ricostruzione del possibile profilo di corrente in moto permanente, per i quattro livelli di pericolosità assegnati. Le aree inondabili sono state suddivise in:

- area a molto alta probabilità di inondazione, se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- area ad alta probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;
- area a moderata probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;
- aree a bassa probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

Su queste basi, il rio Fiume Santo è stato oggetto di specifica analisi di compatibilità idraulica nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale, così come previsto dagli artt. 8 e 26 del PAI. Dalle risultanze dello studio condotto nel PUC risulta che il corso d'acqua è interessato da un'area a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).



Fonte dati: PUC del Comune di Sassari

**Figura 4.2.3 - Aree a pericolosità idraulica**

#### 4.2.1.3 Ambiente marino

Il progetto si sviluppa, sul lato mare, lungo la costa nord-occidentale della Sardegna che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, nei pressi della foce del Fiume Santo, ad Ovest di Porto Torres.

L'area di interesse è posta in prossimità del bacino artificiale Enichem e della centrale eolica dell'Alta Nurra, sul terrazzo al di sopra della sponda sinistra del Fiume Santo. Le opere in progetto saranno ubicate all'interno dell'area della centrale E.On. e lungo l'attuale strada sterrata costiera, congiungendosi alle opere lato fiume in corrispondenza della foce del Fiume Santo.

In questo tratto la costa, prospiciente l'area di intervento, è naturalmente bassa e sabbiosa. Si evidenzia la presenza della foce del rio Fiume Santo e lo sviluppo del rilevato sul quale sorge la centrale, con presenza della massicciata di tutela dall'erosione marina lungo il versante mare che pertanto risulta essere del tutto antropizzato.



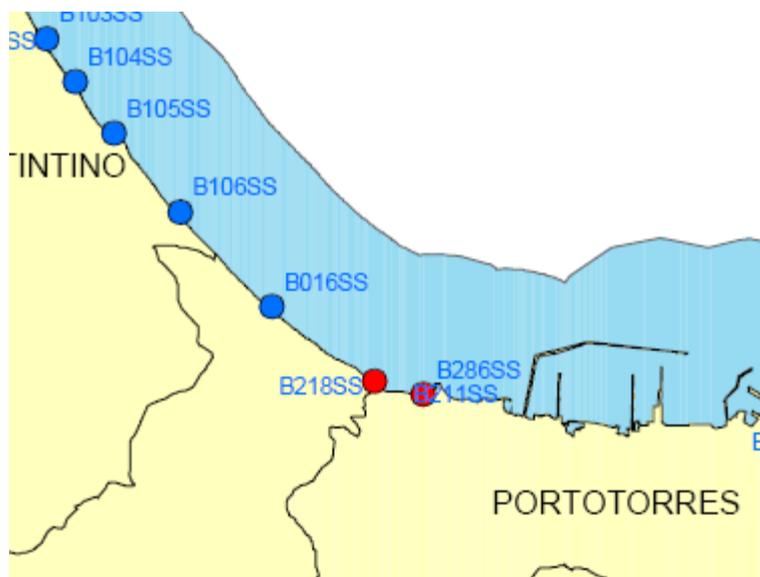
Fonte dati: google earth

**Figura 4.2.4 – Tratto di costa prospiciente l'area di intervento**

#### 4.2.1.4 Qualità delle acque

Rispetto alle indicazioni contenute nel Piano di Tutela delle Acque, il rio Fiume Santo non è considerato un corso d'acqua significativo e non sono presenti lungo il corso d'acqua stazioni di misura della qualità delle acque superficiali.

L'unica stazione di misura presente riguarda la foce del Fiume Santo che, nell'ambito delle analisi condotte nel 2003, ha fornito valori di non idoneità in termini di balneazione (ai sensi dell'ex D.lgs. 152/99 e al DPR 470/82).



### Sintesi dei risultati della stagione 2003

- Stazioni di monitoraggio con esito di idoneità
- Stazioni di monitoraggio con esito di non idonea

Comuni costieri

Fonte dati: PTA Regione Sardegna

Figura 4.2.5 - Qualità delle acque da PTA per la zona di interesse

#### 4.2.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente

L'intervento previsto ha come scopo quello di bonificare le acque di falda attualmente interessate da una contaminazione diffusa di Alifatici Clorurati con presenza di sporadici superamenti delle CSC per alcuni Metalli e per i Solfati. Nel complesso, quindi, il progetto apporterà un miglioramento delle condizioni di qualità dell'ambito idrico del contesto.

La realizzazione del progetto prevede, soprattutto in fase di cantiere, potenziali interferenze con il sistema idrico soprattutto per la messa in opera del barrieramento fisico della prima falda; è poi previsto, in fase di esercizio, lo scarico di parte acque bonificate in corpo idrico superficiale (Fiume Santo).

## 4.2.2.1 Fase di cantiere

Si riporta nel seguito una sintesi delle fasi esecutive del barrieramento progettato, evidenziando quali potrebbero essere gli impatti potenziali associati alle diverse fasi previste.

Fase	Operazione
1	costruzione delle baie di deposito temporaneo dei materiali scavati, degli scarrabili e dei rifiuti liquidi
2	preparazione delle piste di cantiere e dei piani di lavoro e realizzazione del nuovo alveo del Fiume Santo
3	esecuzione campi prova preliminari
4	realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo in asse alla barriera fisica
5	realizzazione di un prescavo con attrezzatura idonea e successiva sostituzione del materiale scavato con calcestruzzo plastico/miscela cementizia
6	scavo del diaframma con benna mordente
7	inserimento della geomembrana mediante rullo nella trincea di scavo riempita di miscela autoindurente ancora fluida
8	esecuzione della trincea drenante mediante pali secanti in ghiaia
9	esecuzione dei pozzi profondi
10	esecuzione del sistema di collettamento delle acque e di alimentazione e controllo del pompaggio dai pozzi
11	sistemazione finale delle piste di cantiere con protezione antierosione della parte alta del rilevato

### Dilavamento superficiale e acque prodotte in fase di cantiere

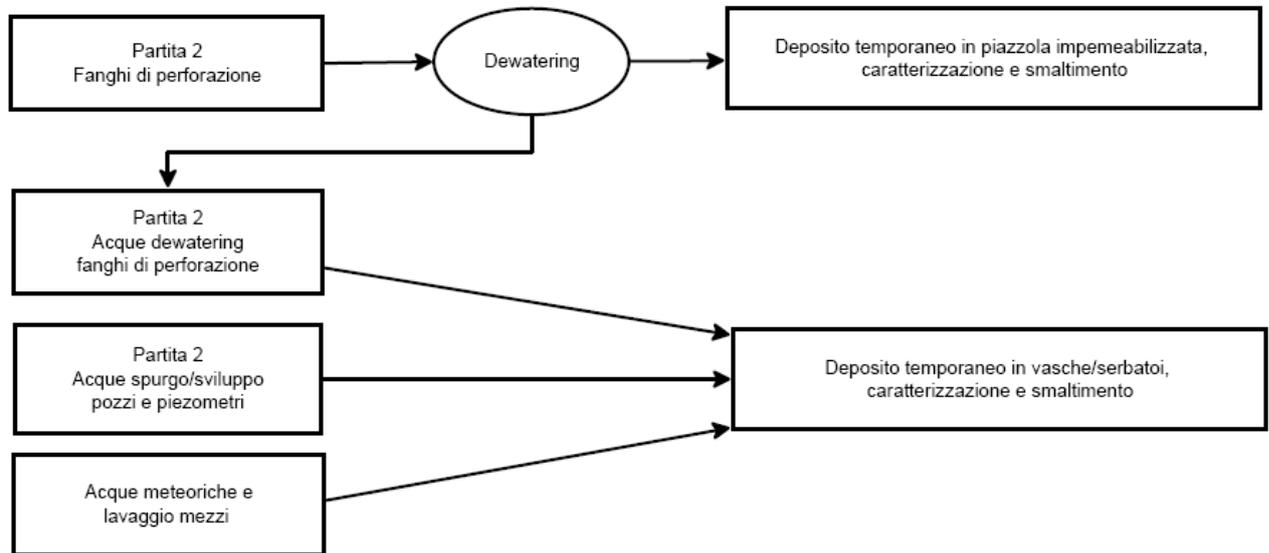
Com'è possibile osservare, in fase di cantiere le operazioni di progetto possono generare come impatto potenziale la possibile contaminazione delle acque superficiali per effetto del dilavamento da parte delle acque meteoriche delle aree di cantiere e dalla presenza di fluidi di perforazione e/o di scavo.

In particolare le acque meteoriche di dilavamento delle aree di deposito temporaneo (quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno) e lavaggio autocarri saranno temporaneamente stoccate in un serbatoio e, previa analisi chimica, saranno evacuate con autobotte

In fase di cantiere poi si prevede la seguente produzione di acque reflue:

- Acqua di lavaggio delle attrezzature di perforazione, raccolta in vasche aperte a piè d'opera e poi ripompata in cisternette. Le acque contenute nelle cisternette saranno successivamente, pompate/riprese mediante autospurgo e raccolte in vasche/serbatoi adeguatamente predisposti per l'analisi e il conferimento ad impianto di smaltimento.
- Acqua di dewatering dei fanghi di perforazione; infatti, i fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua e si stima che da tale trattamento deriverà un volume di acqua separata pari a circa 523 m<sup>3</sup> (lato fiume) e di pari a circa 709 m<sup>3</sup> (lato mare).

Lo schema successivo sintetizza le modalità di raccolta e trattamento di tutte le acque prodotte in fase di cantiere così come sopra descritto.



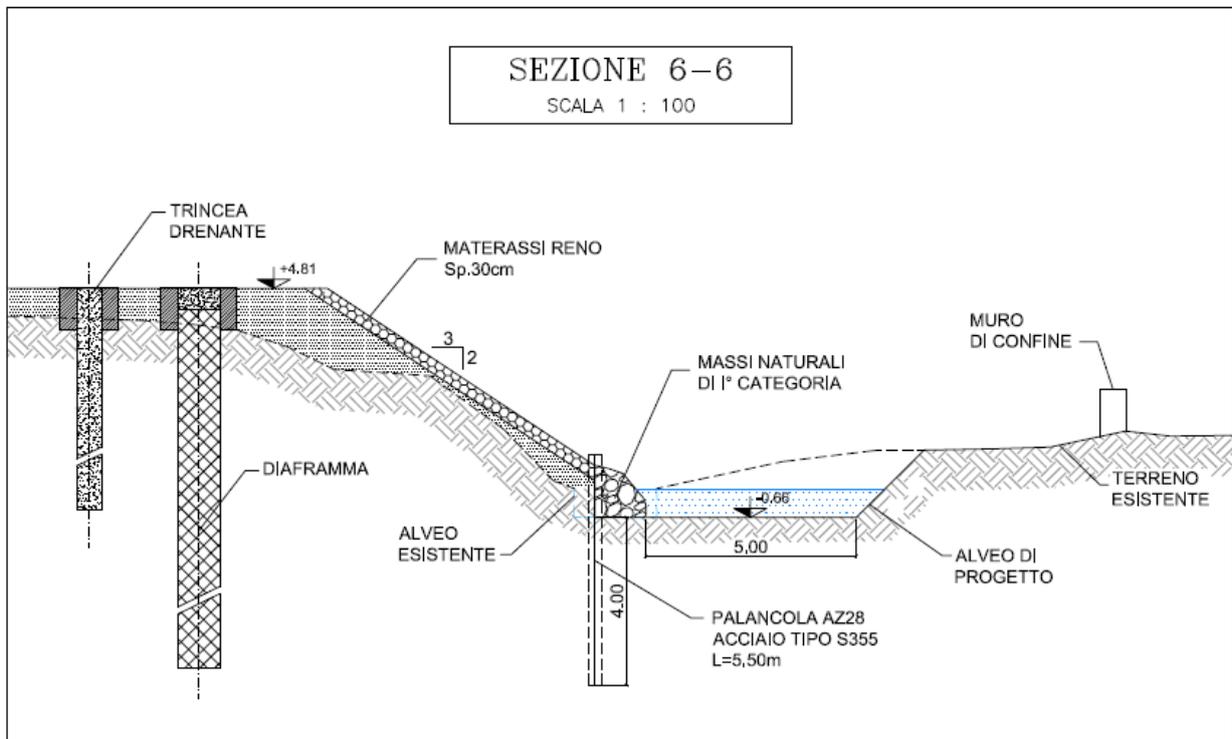
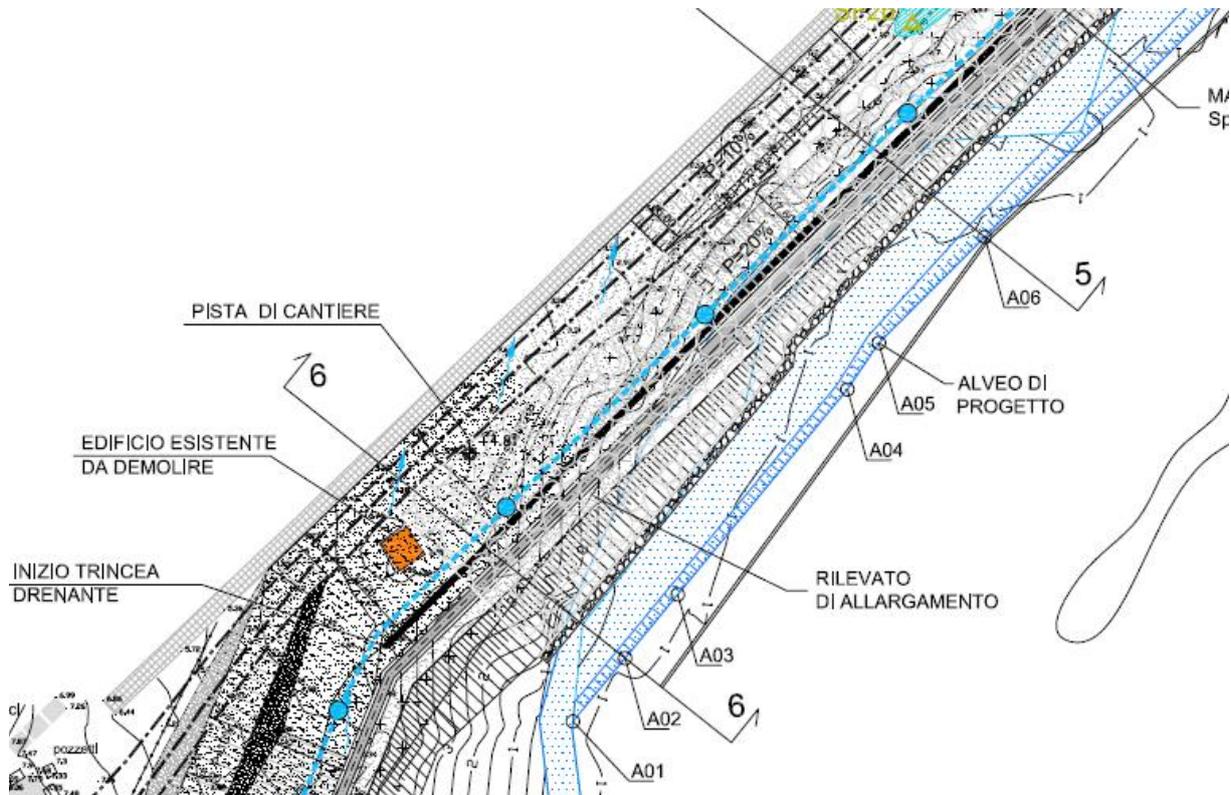
Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.2.6 - Gestione dei reflui in fase di cantiere**

### Piste di cantiere e rilevato di allargamento

Per realizzare le piste di cantiere è necessario prevedere un rilevato di allargamento nell'alveo del Fiume Santo (Figura 4.2.7).

In particolare, la quota del piano di lavoro per l'esecuzione del diaframma, dei pozzi profondi e della trincea drenante è prevista alle quote +16,8 m s.l.m., +12,8 m s.l.m., +8,81 m s.l.m., +4,81 m s.l.m. e +1,8 m s.l.m.. Attraverso uno specifico studio idraulico, allegato al progetto, si è verificato che l'innalzamento della quota sommitale del rilevato rispetto a quella attuale non comporta variazioni significative nella capacità di deflusso dell'alveo del Fiume Santo. Si fa presente, poi, che la ristrettezza degli spazi nel tratto limitrofo al Fiume Santo comporta l'esecuzione di un allargamento in alveo mediante rilevato.



Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.2.7 - Porzione planimetrica e sezione esemplificativa del progetto relativo al rilevato di allargamento della pista di cantiere nell'alveo del Fiume Santo**

L'allargamento comporta, come detto, anche la realizzazione di un nuovo alveo per il Fiume Santo; quindi, durante la fase dei lavori potrebbe determinarsi la contaminazione delle acque superficiali del fiume, tuttavia le fasi realizzative del progetto sono state pensate in modo da interferire il meno possibile con l'attuale alveo. Infatti, da un punto di vista esecutivo, si considera di operare con il mezzo di scavo direttamente dalla strada sterrata attuale, ricavando la nuova sede del fiume, senza occupazione dell'attuale alveo. Successivamente si infiggerà una palancola allo scopo di proteggere dall'erosione il piede della scarpata. Allo stesso fine si porranno in opera degli scogli naturali di I categoria a valle dello stesso palancolato. La sponda del rilevato lato Fiume Santo sarà rivestita con mantellata di materassi Reno, di spessore pari a 30 cm.

In tal modo si limiteranno per quanto possibile le interferenze con il sistema idrico afferente al Fiume Santo, si potranno determinare fenomeni di intorbidamento e di contaminazione, seppure localizzate, delle acque, fenomeni di erosione lungo le sponde e locali scalzamenti delle scarpate a causa delle operazioni di scavo e della presenza di macchinari in opera in zone di pertinenza fluviale. Si sottolinea, comunque che tali impatti potenziali sono temporalmente limitati oltre ad essere reversibili.

Rimane comunque il fatto che il rilevato realizzato avrà carattere permanente, con necessità di un assestamento del sistema idrologico del corso d'acqua; dovrà inoltre essere garantito il mantenimento della stabilità delle sponde del rilevato e delle scarpate dello stesso Fiume Santo anche in ragione del fatto che si interviene in una zona a pertinenza fluviale dichiarata nel PUC, ai sensi del PAI, a rischio idraulico elevato, attualmente, quindi, soggetto a fenomeni ricorrenti di esondazione.

#### Qualità delle acque sotterranee

In fase di realizzazione delle opere l'impiego di fango autoindurente da impiegare nella realizzazione del diaframma può produrre un temporaneo inquinamento delle acque sotterranee immediatamente adiacenti alle aree di scavo, che sarà, per quanto possibile, minimizzato adottando opportune composizioni di miscele che terranno conto delle sostanze chimiche presenti nelle acque di falda e nei terreni, considerandone la compatibilità con i singoli componenti la miscela.

In corrispondenza del lato mare, ove si rilevano interferenze al tracciato della barriera, rappresentate dai sottoservizi, il diaframma sarà interrotto e verrà realizzato un trattamento colonnare jet grouting al di sotto dell'interferenza stessa. Anche in tal caso, durante la fase di realizzazione delle colonne in jet grouting, per le quali verrà utilizzata una miscela binaria costituita da cemento e acqua con rapporto a/c normalmente compreso tra 1 e 2 e massa volumica della miscela fresca non inferiore a 1,65 t/m<sup>3</sup>, potranno verificarsi fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee immediatamente adiacenti all'area di iniezione, tuttavia anche in tal caso la scelta finale della miscela sarà

tale da garantire, per quanto possibile, il mantenimento della qualità delle acque interferite.

Si sottolinea, comunque, che la realizzazione delle opere attinenti la barriera fisica costituiscono un elemento di particolare fragilità, in termini di potenziale impatto sulla matrice acqua e suolo, soprattutto nelle zone di giuntura delle paratoie dove le operazioni di iniezione della miscela sono molto delicate e devono essere realizzate a regola d'arte al fine di minimizzare la potenziale contaminazione, seppur localizzata, di acque e suolo.

#### *4.2.2.2 Fase di esercizio*

In fase di esercizio i possibili impatti indotti dalle opere in progetto sull'ambiente idrico sono certamente positivi. Tuttavia si rilevano alcuni potenziali impatti negativi legati prevalentemente alla potenziale inefficienza del sistema.

##### *Pseudo-falda superficiale*

In merito alla pseudo-falda superficiale, potrebbero generarsi impatti negativi dovuti a:

- interscambi tra pseudo-falda e acque superficiali, sia in termini di perdite idriche verso mare e/o verso fiume per sifonamento del diaframma impermeabile che di ingressione marina o dell'acqua di fiume;
- innalzamenti dei livelli idrici sotterranei a monte della barriera tali da causare allagamento di infrastrutture, incremento delle pressioni interstiziali e conseguenti effetti sulla statica dei fabbricati a causa dell'incremento;
- fenomeni di erosione sotterranea conseguenti al sifonamento.

Posto che, nella pseudo falda superficiale, il deflusso naturale delle acque verso i recettori (Fiume Santo e mare) sarà bloccato dal diaframma fisico e intercettato dalla trincea drenante realizzata a monte del diaframma, questi potenziali impatti sopra elencati saranno minimizzati grazie alle modalità operative che verranno adottate per garantire l'efficacia del barrieramento.

L'efficienza del sistema dovrà essere garantita in ragione degli effettivi rischi, soprattutto di erosione e sifonamento, che possono essere indotti da un cattivo funzionamento del sistema.

In particolare, per evitare, o meglio minimizzare il rischio degli effetti sopra elencati, si procederà alla regolazione del livello nelle trincee drenanti Lato Mare e Lato Fiume, in modo da mantenere un livello equivalente a quello dei rispettivi recettori superficiali (o leggermente superiore), attraverso l'aggottamento dell'acqua dai pozzi presenti nelle trincee.

##### *Falda carbonatica profonda*

Per quanto concerne, invece, la falda carbonatica profonda, l'azione sinergica della doppia barriera idraulica, di immissione e di emungimento, assicura l'intercettazione dei flussi idrici attraverso la creazione di un fronte di richiamo verso il quale convergono le linee di flusso, rappresentato dai pozzi di emungimento. Nella configurazione di progetto, i pozzi di immissione Lato Mare contrastano l'ingresso marina e nel contempo indirizzano verso i pozzi di emungimento le acque presenti nel tratto compreso tra le due barriere.

In fase di avviamento e taratura del sistema si potrà valutare nel complesso l'effetto sulla falda dei sistemi di emungimento e immissione in condizioni dinamiche. La fase di taratura dovrà consentire anche di minimizzare le interferenze tra il pompaggio e gli elementi idrogeologici (asse di drenaggio della falda profonda, sorgenti).

Sulla base dei risultati dello studio idrogeologico e di simulazioni numeriche effettuate con l'ausilio di un modello numerico, è stata effettuata una valutazione preliminare dei principali elementi di dimensionamento e le possibili condizioni di esercizio, al fine di garantire l'efficienza del sistema.

#### Scarico in acque superficiali delle acque di trattamento delle acque emunte

L'impianto, della potenzialità complessiva di 160 m<sup>3</sup>/h è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi). L'acqua derivante dalla sezione di osmosi (40-70 m<sup>3</sup>/h), con concentrazioni inferiori a D.Lgs. 152/2006 Tabella 2 Allegato 5, è destinata alla reimmissione in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

Il progetto prevede che siano emunti dalla falda circa 140 m<sup>3</sup>/h di acqua inquinata da solventi clorurati e che ne siano reimmessi in falda 40 m<sup>3</sup>/h, quindi con un'eccedenza di circa 100 m<sup>3</sup>/h.

L'esame delle caratteristiche chimico fisiche evidenzia che l'acqua prelevata dalla falda, con ogni probabilità, potrebbe già essere conforme ai limiti per lo scarico in mare e pertanto potrebbe essere sottoposta a trattamento solo la portata necessaria per la reimmissione. Lo scarico di acqua di falda senza alcun trattamento è stato tuttavia ritenuto non conforme allo spirito dell'intervento di bonifica e a più generali criteri di salvaguardia dell'ambiente e pertanto si è stabilito di sottoporre al trattamento di filtrazione con carboni attivi tutta la portata prelevata dalla falda. In conseguenza di questo trattamento le caratteristiche dell'acqua filtrata da restituire all'ambiente, già conformi ai limiti per lo scarico, sono ulteriormente migliorate.

Oltre alle acque filtrate devono essere scaricate anche altre due tipologie di acque prodotte nel processo: il concentrato dell'osmosi inversa e gli eluati di rigenerazione delle resine a scambio ionico. Entrambe le correnti presentano una salinità superiore a quella delle acque filtrate ma sono comunque conformi ai limiti per lo scarico a mare.

Il progetto prevede l'equalizzazione di queste due tipologie di acque a maggiore salinità prima dello scarico.

Lo scarico delle acque, con caratteristiche decisamente migliori di quelle a limite di legge, sarà effettuato nel tratto finale del Fiume Santo. Per tale scarico sarà richiesta opportuna deroga, così come previsto dall'art. 10 comma 4 della D.G.R. n.69/25 del 10/12/2008.

#### Monitoraggio

Il sistema di bonifica è completato da una rete di monitoraggio automatico dei livelli piezometrici riguardante i pozzi di emungimento e di immissione ed i piezometri (esistenti o di nuova realizzazione) posti lungo il tracciato delle barriere o nelle aree circostanti, e da un sistema di controllo e gestione finalizzato a consentire la regolazione e l'ottimizzazione dei ratei di emungimento/immissione sulla base di condizioni prefissate. Infine, l'impianto sarà provvisto di un sistema di supervisione remota per consentire di visualizzare in tempo reale il funzionamento della barriera.

Gli elementi della rete di monitoraggio saranno utilizzati per la conduzione di campagne di monitoraggio qualitativo periodico finalizzate a verificare l'efficacia dell'azione di intercettazione operata dalle barriere e l'evoluzione del processo di bonifica.

#### *4.2.2.3 Fase di dismissione*

Poiché le interferenze compromettono, seppur in modo reversibile, un corpo idrico bonificato, e quindi non inquinato, gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati almeno analoghi a quelli della precedente fase di cantiere, in cui il corpo idrico è da bonificarsi.

## 4.3 Suolo e sottosuolo

### 4.3.1 Caratterizzazione della componente

#### 4.3.1.1 Inquadramento morfologico del sito

Il sito in esame, nella zona in cui sono localizzate la stazione di conversione SA.PE.I e la stazione elettrica Terna, si trova nella regione di "Fiume Santu", nel territorio del comune di Sassari, lungo la costa nord-occidentale della Sardegna che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, nei pressi della foce del Fiume Santo, ad Ovest di Porto Torres.

L'area di interesse è adiacente al confine sud della centrale termoelettrica di Fiume Santo ed è posta in prossimità del bacino artificiale Enichem e della centrale eolica dell'Alta Nurra, sul terrazzo al di sopra della sponda sinistra del Fiume Santo.

Le opere in progetto saranno realizzate in prossimità dell'alveo del Fiume Santo, a partire dall'area a Sud Ovest della stazione Terna, fino al mare. Le quote del piano campagna sono variabili tra i +15 m e +1,5 m s.l.m.

Descrivendo lo stato dei luoghi, la zona più meridionale si presenta pianeggiante; in corrispondenza di questa area di intervento si riscontrano basamenti in calcestruzzo e aree pavimentate, realizzate per la costruzione della stazione Terna ed attualmente abbandonate.

#### 4.3.1.2 Uso del suolo

La carta dell'uso del suolo per l'area vasta di indagine (circa 6 km dall'area di intervento) è riportata nella *Tavola 2 – Carta di Uso del Suolo* e si riferisce alle classi di uso del suolo del progetto Corine Land Cover, aggiornate all'anno 2006.

Come si evince dall'analisi della Tabella 4.3.1, che riporta la superficie e la percentuale occupata delle classi di uso del suolo nell'area indagata, la classi di uso del suolo più rappresentata è sicuramente quella dei Seminativi in aree non irrigue – Codice 2.1.1 che occupa oltre il 64% dell'area vasta.

Se segnala che il 10% ca. di territorio occupato dalle Aree industriali o commerciali - – Codice 1.2.1. è concentrato proprio nell'area di intervento, ambito nel quale si colloca la stessa sottostazione Terna e la centrale termoelettrica di Fiume Santo.

In corrispondenza del corso del Fiume Santo, invece, si rileva la presenza di Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali – Codice 2.4.3 che costituisce di fatto il 6% del territorio indagato.

Percentuali inferiori di territorio sono dedicate a: Aree portuali – Codice 1.2.3 (3,9% dell'area; si tratta della zona industriale di Porto Torres), Lagune – Codice 5.2.1 (1,3% dell'area; si tratta dello Stagno di Pilo) e boschi di latifoglie – Codice 3.1.1 (1,3% dell'area;

si tratta di aree dell'entroterra ai margini della fascia di 6 km considerata come area vasta di indagine).

**Tabella 4.3.1 : Classi di uso del suolo nell'area d'interesse**

Codice	Descrizione	Area (Ha)	%
211	Seminitavi in aree non irrigue	5.384,89	64,6
323	Aree a vegetazione sclerofilia	786,68	9,4
121	Aree industriali o commerciali	767,32	9,2
243	Aree prev. occup.da colture agrarie, con spazi nat.	511,26	6,1
123	Aree portuali	322,56	3,9
242	Sistemi colturali e particellari permanenti	149,43	1,8
131	Aree estrattive	141,35	1,7
521	Lagune	112,03	1,3
311	Boschi di latifoglie	109,20	1,3
321	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota	50,87	0,6
<b>Totale complessivo</b>		<b>8.335,58</b>	<b>100</b>

### 4.3.1.3 Inquadramento geologico

L'area di indagine è costituita dai depositi delle formazioni vulcanico-sedimentarie del terziario; in particolare dal complesso sedimentario oligo-miocenico della Sardegna centro-settentrionale. Tale successione sedimentaria è costituita alla base da depositi continentali fluviali e di piana alluvionale, sedimenti deltizi e marini di piattaforma.

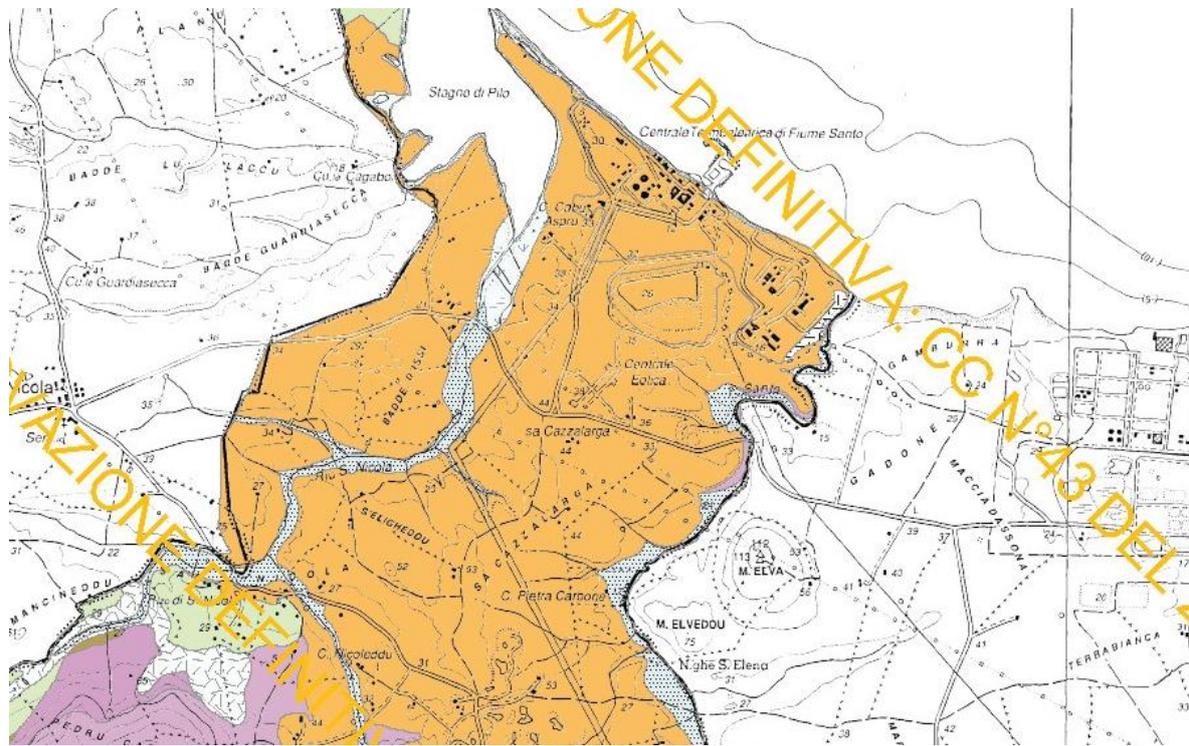
I depositi fluviali sono formati da conglomerati eterometrici sia monogenici (calcereo dolomitici o vulcanici) che poligenici, a matrice arenacea prevalentemente bioclastica o vulcano clastica al quale sono intercalati episodi vulcanici del ciclo magmatico calcocalcalino dell'Oligocene superiore.

I depositi alluvionali sono costituiti da sabbie medio-fini e argille sabbiose giallastre intercalate a sabbie grossolane e conglomerati. I depositi marini sono formati da calcari nodulari, calcareniti e marne.

I sedimenti del miocene superiore, che affiorano lungo una fascia allungata compresa tra Fiume Santo e lo Stagno di Pilo (in arancio nella Figura 4.3.1), sono depositi costituiti da conglomerati a matrice argillosa e argille continentali di piana alluvionale.

Le argille sono in giacitura massiva, di colore rossastro o grigio. I conglomerati si rinvencono in strati compatti o sotto forma di lenti all'interno della massa argillosa. I ciottoli dei conglomerati sono formati in prevalenza da rocce metamorfiche.

Sono poi presenti dei depositi quaternari costituiti da depositi alluvionali olocenici e attuali, prevalentemente ciottolosi, localizzati negli alvei o nelle anse dei corsi d'acqua principali



	<b>ba</b>	Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
	<b>bb</b>	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
	<b>bc</b>	Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE

**SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL LOGUDORO-SASSARESE**

	<b>FUA</b>	FORMAZIONE DI FIUME SANTO. Argille arrossate con livelli e lenti di conglomerati a ciottoli di basamento paleozoico, vulcaniti e calcari mesozoici. Ambiente fluviale. TORTONIANO-MESSINIANO
--	------------	--

Fonte dati: Puc Comune di Sassari

Figura 4.3.1: Carta geolitologica dell'area di interesse

### 4.3.1.3.1 Stratigrafia dell'area

Come riportato nell'ambito del progetto, nel sito TERNA-SA.PE.I. e nelle sue immediate vicinanze, sono state condotte delle indagini geognostiche le cui risultanze suggeriscono il seguente schema stratigrafico generale (dall'alto verso il basso):

- Terreni di riporto, il cui spessore varia da un minimo di 1÷2 metri nell'area SA.PE.I. ad un massimo di 3÷5 metri nell'area TERNA;

- Depositi marini ed alluvionali antichi e terrazzati (ghiaie e sabbie con intercalazioni pelitico-argillose), riferibili al Pleistocene e all'Olocene, localizzati esclusivamente lungo la fascia costiera e lungo i principali corsi d'acqua;
- Calcari conglomeratici e calcari sabbiosi (Miocene); i depositi calcarei conglomeratici e sabbiosi poggiano direttamente sul basamento calcareo mesozoico, ove quest'ultimo è più sollevato, ovvero sui depositi terziari, ove il basamento carbonatico è più depresso;
- Depositi vulcanici rimaneggiati (di età oligo-miocenica), a granulometria prevalentemente argilloso-limosa (spesso fortemente pedogenizzati). Lo spessore è molto variabile in quanto poggiano su una paleo superficie fortemente modellata dai processi erosivi miocenici, e varia tra circa 5 metri e circa 30 m; gli spessori maggiori si osservano in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Santo;
- Calcari dolomitici (di età compresa fra il Trias e il Dogger), molto carsificati e fratturati (con fratture che, nella zona investigata, sono spesso interessate da inclusioni argillose); sono posti in continuità fisica con gli identici litotipi che costituiscono il basamento sedimentario di tutta l'area di Porto Torres e Alghero; si rinvengono a pochi metri dal p.c., nell'area più prossima al Fiume Santo, per poi approfondirsi fino ad oltre 20 m dal p.c., nella restante area SA.PE.I. e nella stazione TERNA e ben maggiori di 30 metri in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Santo.

#### 4.3.1.4 Caratterizzazione geotecnica

Nel mese di dicembre 2011 è stata eseguita una campagna di indagini in corrispondenza della sponda sinistra dell'alveo del Fiume Santo finalizzata a acquisire informazioni sulle caratteristiche dei livelli più superficiali della successione stratigrafica nell'area interessata dagli interventi di barrieramento.

L'indagine ha riguardato l'esecuzione di:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo (SD1) con esecuzione di 5 prove penetrometriche SPT a fondo foro;
- 3 prove penetrometriche statiche (CPT1, CPT3, CPT4);
- 1 prova penetrometrica dinamica con penetrometro pesante (DPSH2).

L'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente.



Fonte dati: Relazione di progetto

**Figura 4.3.2 - Ubicazione delle indagini geognostiche 2011**

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato eseguito in prossimità dell'alveo del Fiume Santo a 1,5 m s.l.m. ed è stato prolungato fino alla profondità di 20 m da p.c. La successione stratigrafica riscontrata è la seguente:

- 0,0-0,8 m: detrito ghiaioso di riporto;
- 0,8-1,5 m: limo sabbioso argilloso con ciottoli centimetrici, poco addensati, umido, di colore beige (riporto);
- 1,5-8,8 m: limo argilloso debolmente sabbioso, inconsistente, umido, di colore grigio-nero;
- 8,8-20,0 m: breccia di origine carbonatica con elementi litici di dimensioni centimetri che in matrice ghiaioso-sabbiosa, localmente argillosa, con livelli di calcare lapideo talora ossidati, compatti, umidi fino a -18,4 m, asciutti da -18,4 a -20,0 m da p.c.

La falda è stata riscontrata a circa 1,5 m ca. da p.c..

Rispetto alle prove SPT eseguite in foro, i risultati ottenuti nello strato fine superficiale, fino ad una profondità di 9 m ca. da p.c., sono molto bassi e corrispondenti a limi e limi argillosi, da soffici a molli.

Nell'ambito delle indagini geognostiche sono poi state condotte delle prove penetrometriche statiche e dinamiche.

In particolare, sono state eseguite 3 prove penetrometriche statiche (vedi Figura 4.3.2) alle seguenti profondità:

- CPT1 (profondità 8,4 m);
- CPT3 (profondità 11,2 m);
- CPT4 (profondità 4,6 m).

Le prove sono state interrotte al raggiungimento dei limiti strumentali di resistenza, verificatesi a profondità comprese tra 4,60 m e 11,20 m dal p.c.

I dati delle prove penetrometriche statiche CPT sono stati interpretati ricavando, per ciascuna prova, la distribuzione con la profondità del "coefficiente di Robertson, IC". L'indice in questione permette di individuare, pur con gli ovi limiti di una classificazione a carattere empirico, le caratteristiche granulometriche dei livelli attraversati.

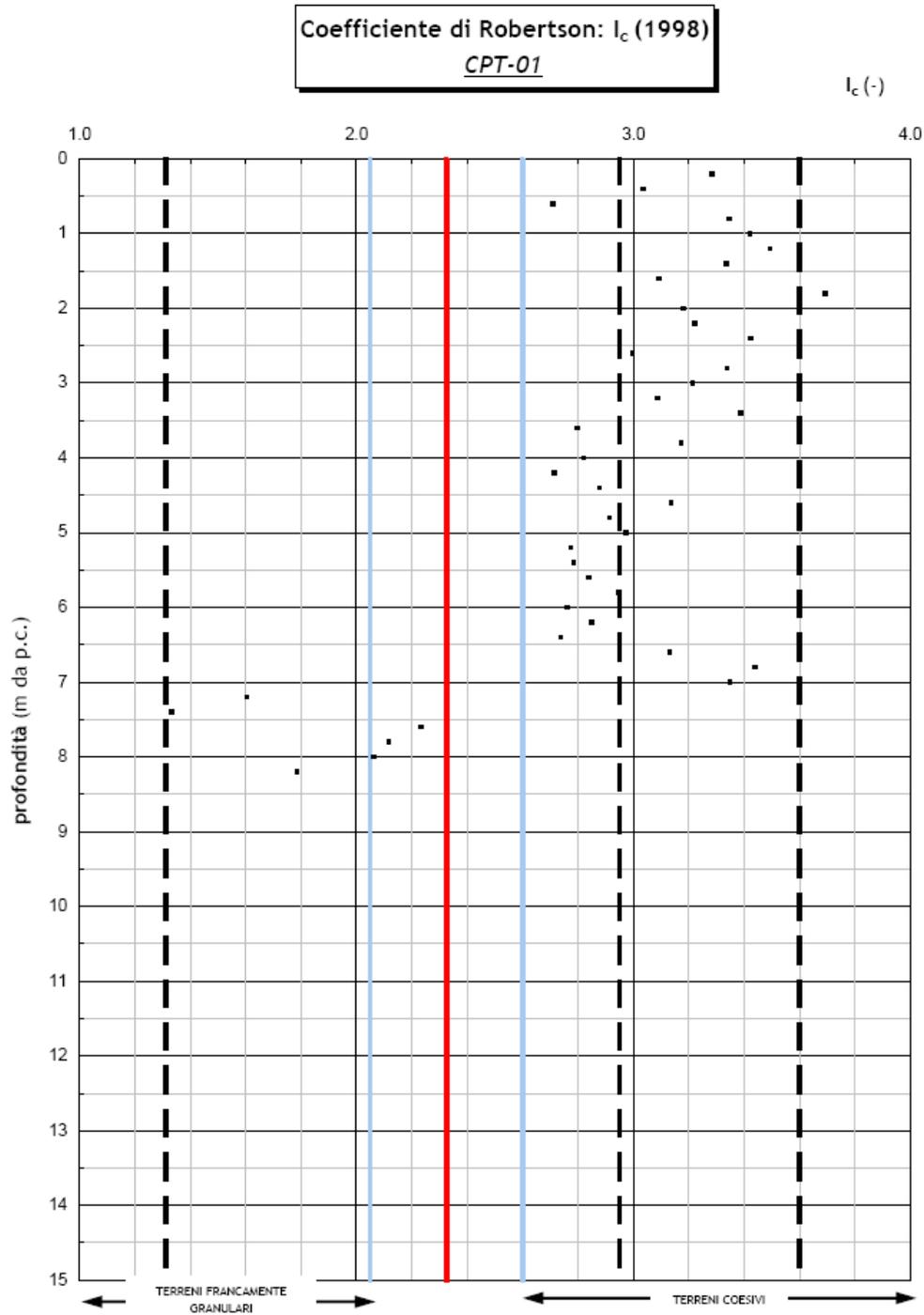
La definizione dell'indice di Robertson può essere inoltre "implementata" all'interno della rappresentazione grafica con la profondità della resistenza alla punta, permettendo una più immediata distinzione tra materiali caratterizzati da differenti composizioni granulometriche; a tal fine si può fare riferimento ai "limiti" di seguito riportati:

- ×2)  $lc > 3.6$  - Torba
- ▣ 3)  $2.95 < lc < 3.6$  - Argilla limosa, argilla
- ▣ 4)  $2.6 < lc < 2.95$  - Limo argilloso, argilla limosa
- ▣ 5)  $2.05 < lc < 2.6$  - Sabbia limosa, limo sabbioso
- ▣ 6)  $1.31 < lc < 2.05$  - Sabbia, sabbia limosa
- ▣ 7)  $lc < 1.31$  - Sabbia con ghiaia, sabbia densa

Nel progetto della bonifica sul lato fiume, sono state sviluppate le analisi relative alle risultanze ottenute dalle prove statiche, così come precedentemente descritto. In particolare i grafici delle prove sono contenuti nell'Appendice 4 di tale documento al quale si rimanda per indicazioni di dettaglio in merito.

In questa sede, invece, si riportano le conclusioni delle analisi dei suddetti grafici (si veda un grafico di esempio relativo alla prova CPT3 nella successiva figura) dove risulta chiaro che i primi 7-9 m da p.c. sono costituiti da terreni coesivi, poco addensati aventi caratteristiche geotecniche scadenti.

Queste risultanze confermano quanto rilevato sia dai carotaggi continui che dalle prove penetrometriche dinamiche.



Fonte dati: Relazione di progetto

**Figura 4.3.3 - Grafico interpretativo della prova CPT3**

### 4.3.1.5 Pericolosità di frana

Nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) sono state realizzate le carte della pericolosità da frana (scala 1:10.000) dove si identificano delle Classi di pericolosità e delle classi di rischio idrogeologico. Il rischio di frana è definito come prodotto fra la

pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E la loro vulnerabilità V.

$$R_g = H_g E V$$

Per il rischio di frana totale  $R_g$  si è operata una quantificazione secondo 4 livelli. La classificazione del rischio tiene conto della pericolosità (Hg) in rapporto alla presenza di potenziali elementi "a rischio" quali centri abitati, case sparse e così via. Si hanno quindi diverse classi di rischio (da basso a elevato) in relazione al potenziale danno economico e sociale associato.

La definizione del parametro Hg (pericolosità geologica) non è agevole in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo nell'ambito del PAI si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi:

**Hg0 – NULLA.** Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze <20%.

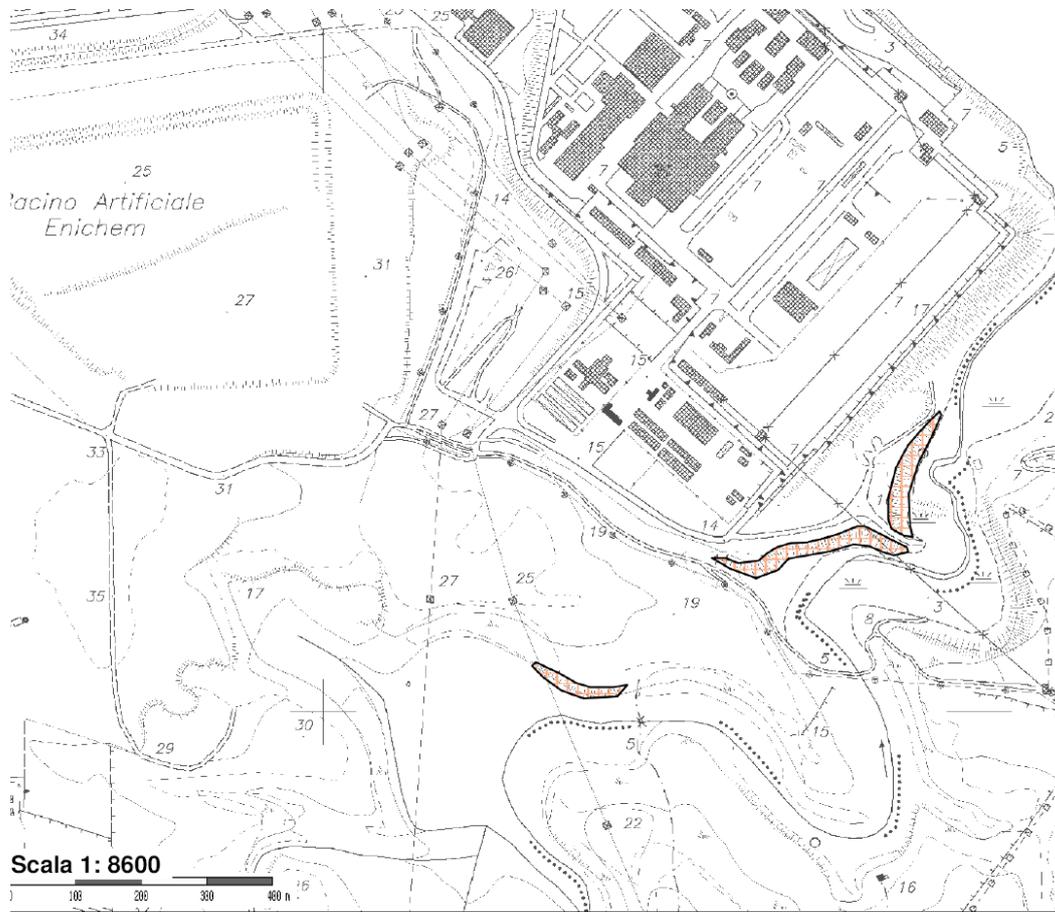
**Hg1 – MODERATA.** Aree con pericolosità assente o moderata con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%.

**Hg2 – MEDIA.** Aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente, e con pendenze comprese tra 35% e 50%, falesie lungo le coste.

**Hg3 – ELEVATA.** aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza.

**Hg4 – MOLTO ELEVATA.** aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro.

Su questi presupposti nell'ambito del PUC è stata condotta un'analisi relativa al rischio idrogeologico a scala comunale, secondo quanto previsto dagli artt. 8 e 26 del PAI, che ha identificato, nello specifico, due piccole aree soggette a media pericolosità da frana (Hg2) (Figura 4.3.4).



**Pericolo da frana**

- Area di pericolosità da frana Hg 4
- Area di pericolosità da frana Hg 2

- Area di pericolosità da frana Hg 3
- Area di pericolosità da frana Hg 1

Fonte dati: Puc Comune di Sassari

**Figura 4.3.4 - Aree a pericolosità per frana**

### 4.3.1.6 Sismicità

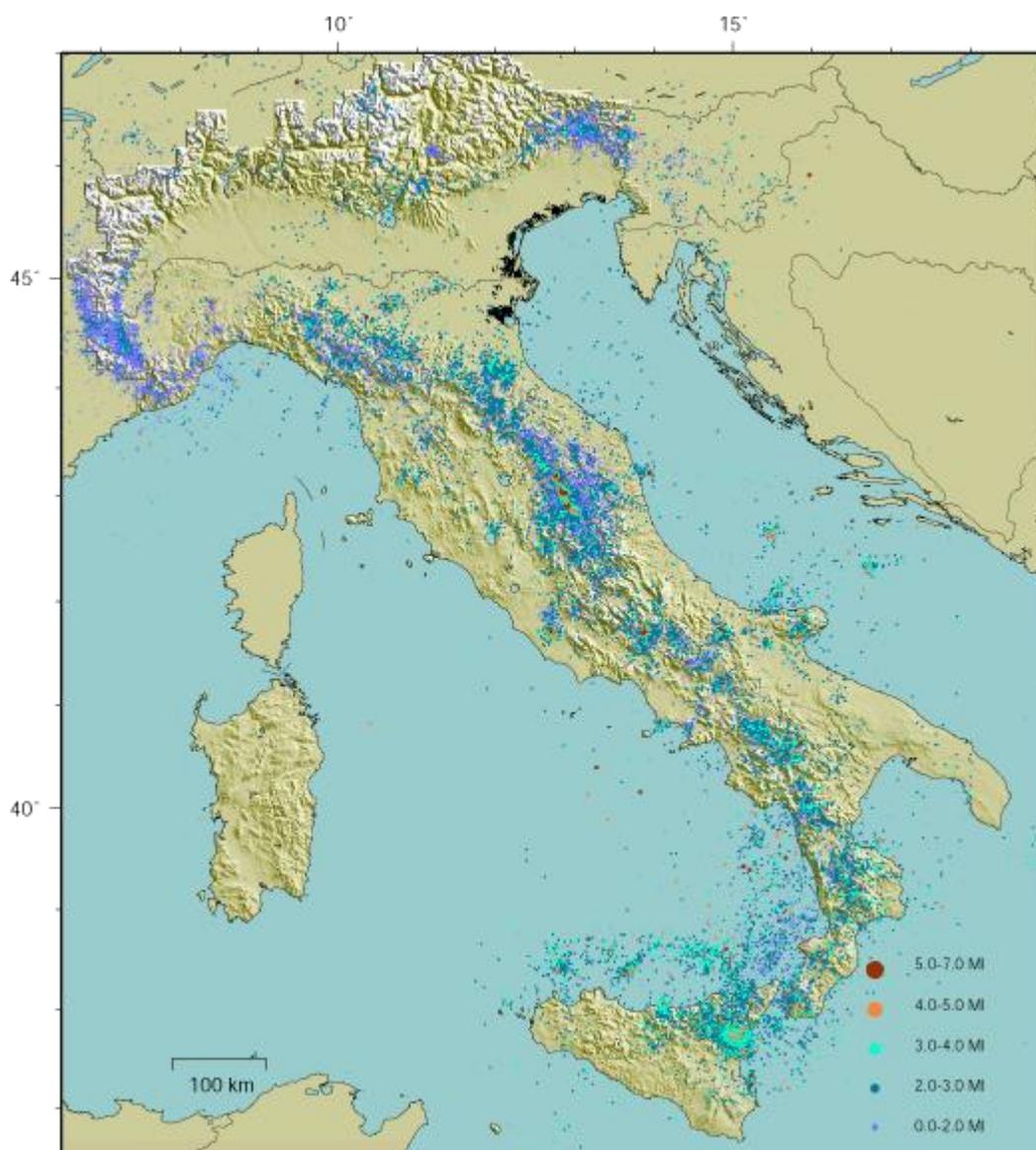
L'intera Sardegna risulta essere classificata in zona 4 secondo la classificazione sismica vigente e presenta i livelli di pericolosità sismica tra i più bassi di Italia (si veda anche Figura 2.6.2).

In effetti, le testimonianze dei terremoti in Sardegna sono rare; sulla base della banca dati storica dell'INGV si segnalano i seguenti casi:

- una scritta incisa sulla pietra nell'antisacrestia della Cattedrale di Cagliari ricorda un sisma verificatosi nel 1616.
- un leggero sisma viene riportato dagli storici nel 1771: si sa soltanto che si è verificato nella parte meridionale dell'isola.
- il primo terremoto riportato dall'Istituto Nazionale di geofisica risale al 1838;

- nel 1870 una scossa del 5° grado Mercalli partì da Ittireddu, nel Goceano, nella parte centro-settentrionale dell'isola.
- il 13 novembre del 1948 è stato registrato un sisma del 6° grado della scala Mercalli con epicentro in mare, nelle acque del Canale di Sardegna, verso la Tunisia.
- nel 1960 vi fu un terremoto di 5° grado della scala Mercalli con epicentro nei dintorni di Tempio.
- nell'agosto del 1977, causato dal vulcano sottomarino Quirino, il terremoto fu registrato nelle vicinanze di Cagliari.

Nel seguito a riprova di quanto asserito si riporta la carta relativa al Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 messa a punto dall'INGV. Dalla carta risulta evidente la mancanza di eventi significativi nel territorio sardo nel ventennio considerato.

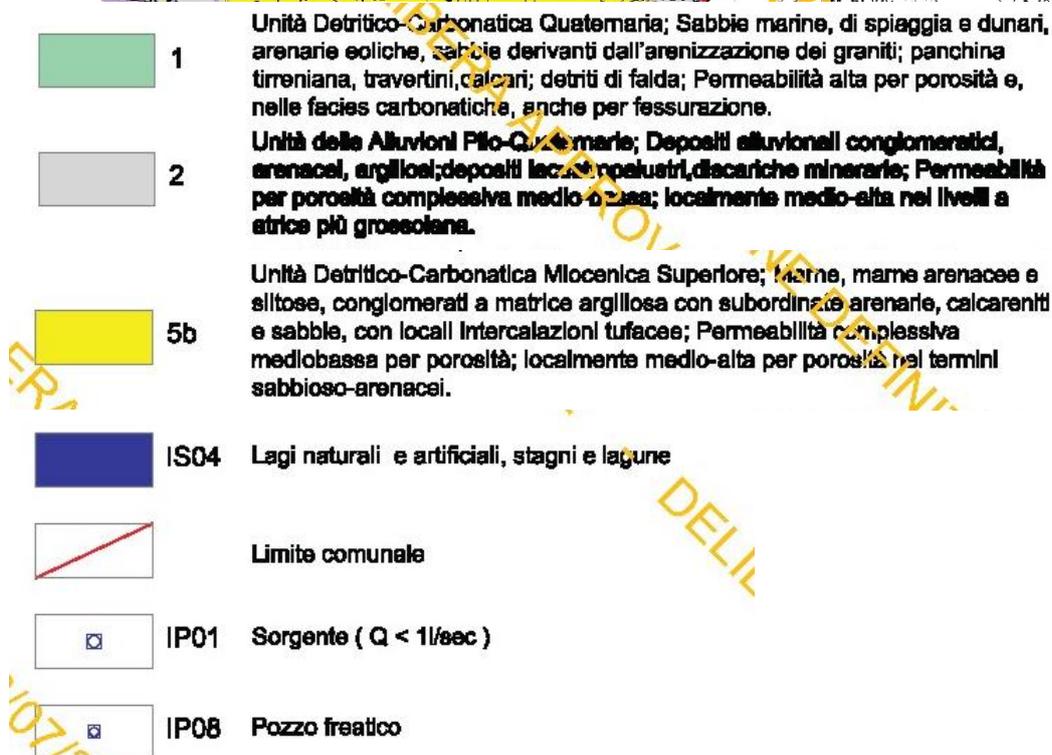
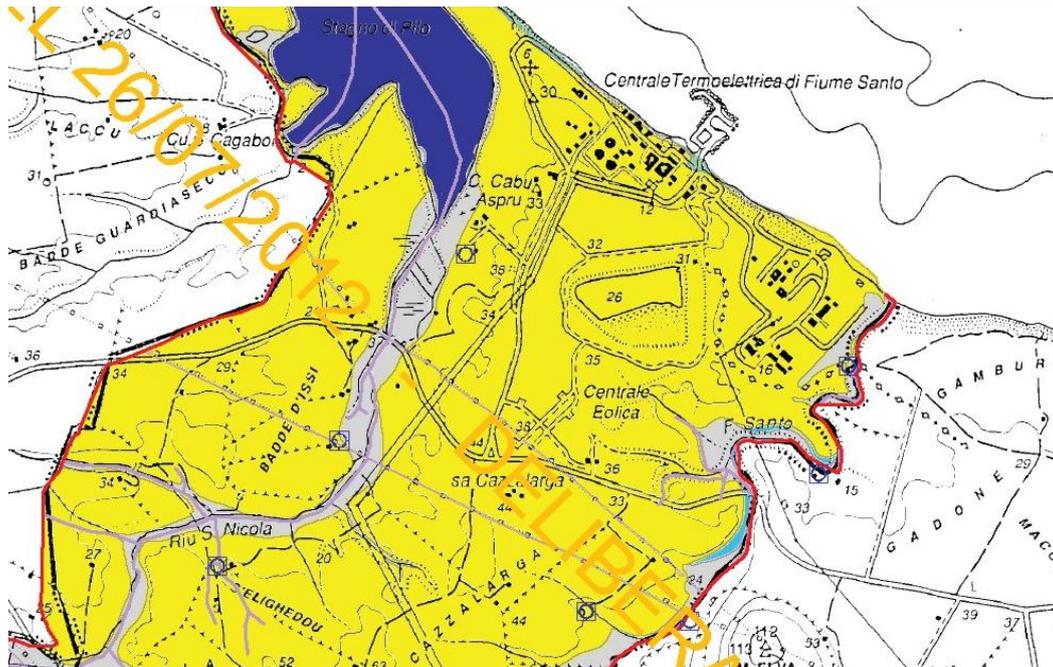


Fonte dati: INGV

Figura 4.3.5 - Catalogo della sismicità italiana 1981-2002

### 4.3.1.7 Idrogeologia

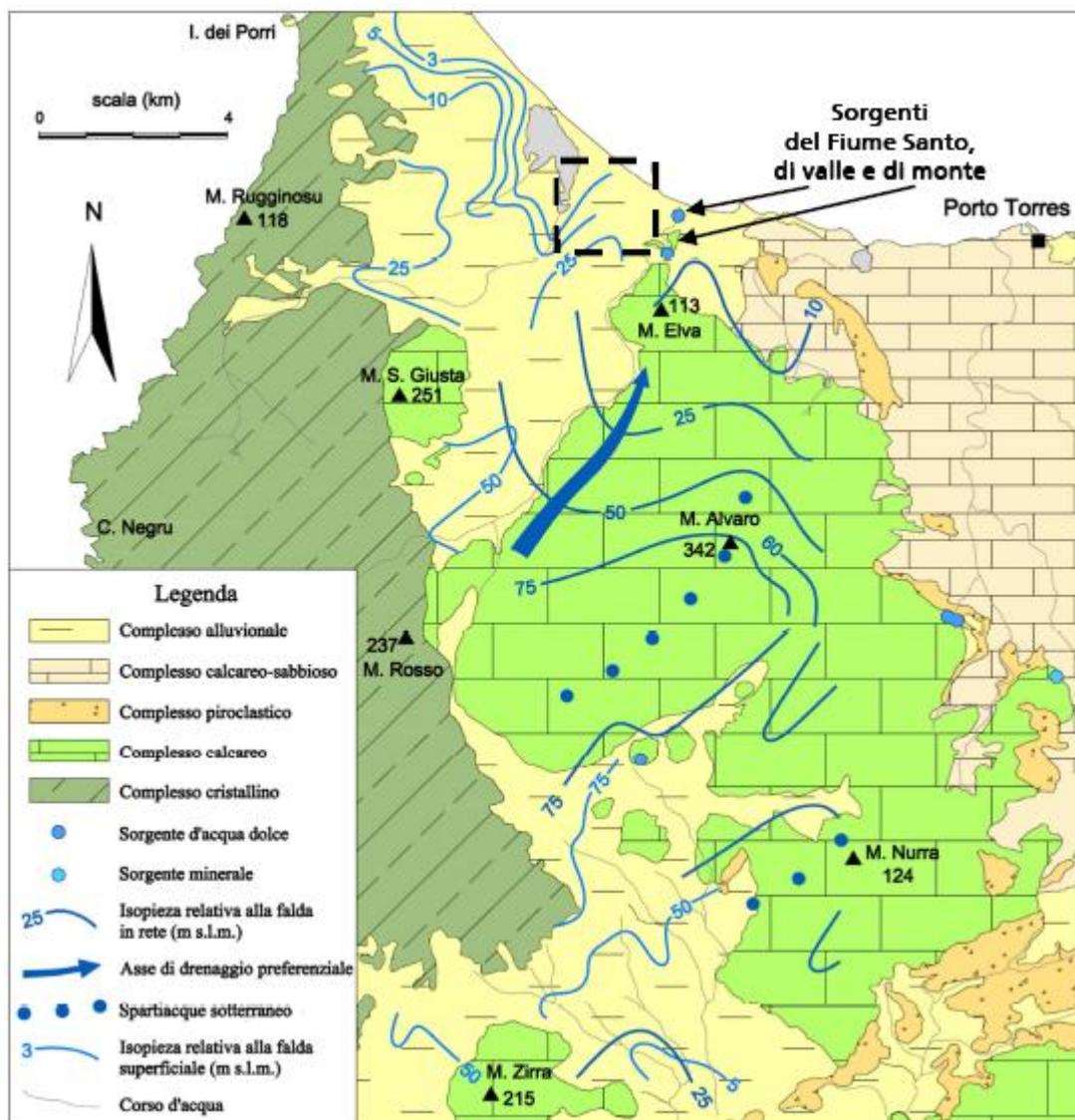
Sulla base della caratterizzazione geologica si deduce che l'area vasta è interessata dall'unità detritico – carbonatica del miocene superiore caratterizzata da una permeabilità complessiva medio-bassa per porosità e localmente medio alta per porosità nei termini sabbioso arenacei (Figura 4.3.6)



Fonte dati: Puc Comune di Sassari

Figura 4.3.6 - Carta idrogeologica dell'area di interesse

Nel dettaglio sono state condotte, nell'ambito del progetto, studi idrogeologici specifici sul sito di indagine. Nel seguito si riporta, quindi, una descrizione sulle caratteristiche idrogeologiche del sito TERNA-SA.PE.I.. Questi è parte integrante della piana costiera del Fiume Santo, delimitata dai rilievi metamorfici dell'Argentiera, ad Est, dalla dorsale carbonatica dell'Alta Nurra, a Sud-Est, e dal golfo dell'Asinara, a Nord e a Nord-Est. A grande scala, la dorsale carbonatica dell'Alta Nurra rappresenta il principale acquifero. Esso poggia su un basamento ercinico (costituito da metagabbri, filladi, metasiltiti e quarziti nere) che costituisce il relativo substrato "impermeabile".



Fonte dati: Relazione di Progetto

Figura 4.3.7 - Carta idrogeologica

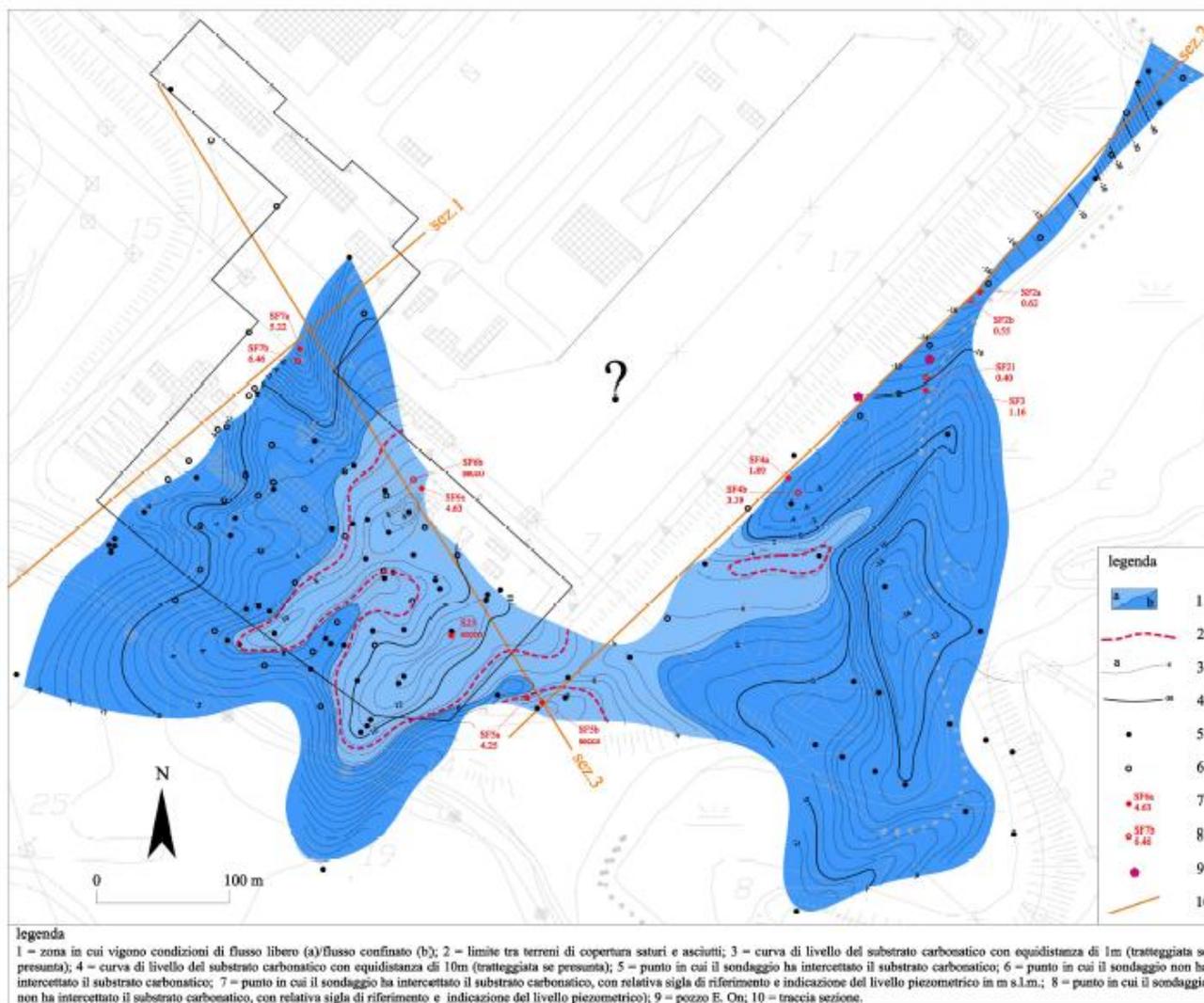
Nell'ambito del massiccio carbonatico dell'Alta Nurra si individua un sistema sostanzialmente compartimentato in più bacini idrogeologici:

- il bacino sotterraneo di alimentazione delle sorgenti del Fiume Santo e del medesimo corso d'acqua, coincidente con la struttura carbonatica del Monte Elva e del Monte Alvaro (entrambi posti in destra idrografica del Fiume Santo);
- il bacino sotterraneo di alimentazione della porzione di acquifero carbonatico sottostante il sito TERNA-SA.PE.I. e le aree circostanti, coincidente con la struttura carbonatica del Monte S. Giusta e con i depositi di copertura della porzione di piana posta in sinistra idrografica del Fiume Santo, il cui recapito è rappresentato dal mare, dal Fiume Santo e dall'asse di drenaggio preferenziale sottostante al corso d'acqua.

#### 4.3.1.7.1 Ricostruzione del substrato carbonatico

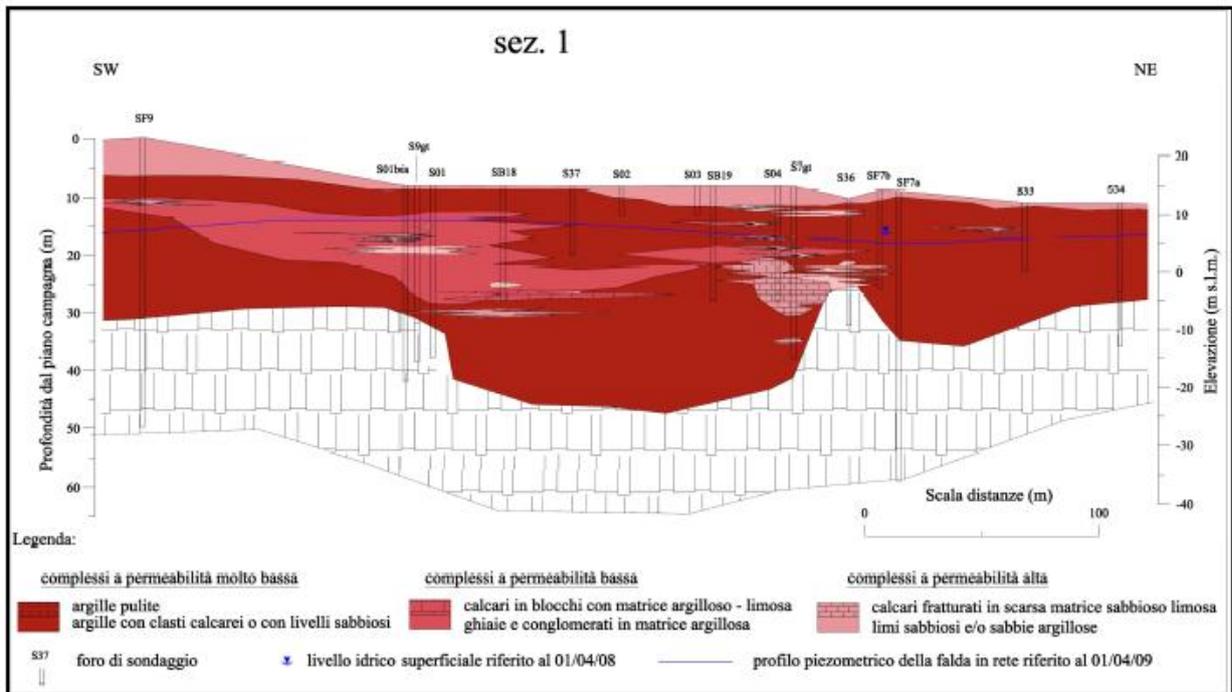
La ricostruzione della morfologia del substrato carbonatico e dell'assetto idrostratigrafico del sito, è stato possibile grazie alle indagini geognostiche condotte nell'ambito della redazione del progetto in esame.

Sulla base delle risultanze ottenute e degli studi presenti in letteratura per l'area di indagine è possibile ottenere le ricostruzioni stratigrafiche riportate nelle figure successive.



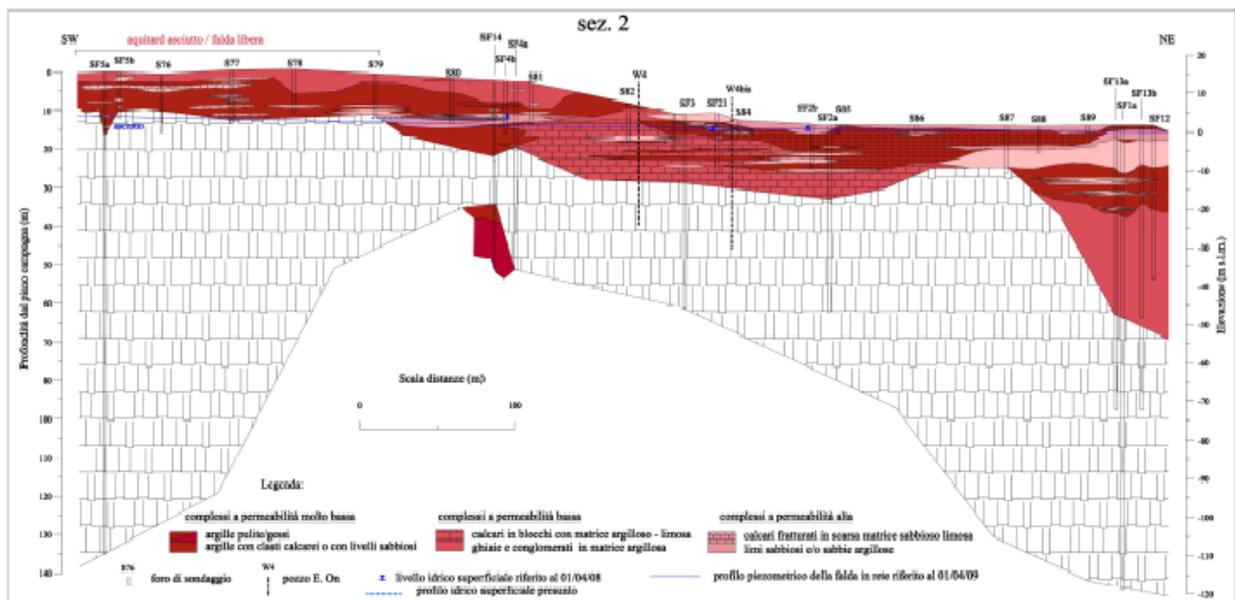
Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.3.8 - Morfologia del substrato carbonatico, condizioni di deflusso idrico della falda in rete, distribuzione dell'aquitard asciutto e valori dei carichi piezometrici**



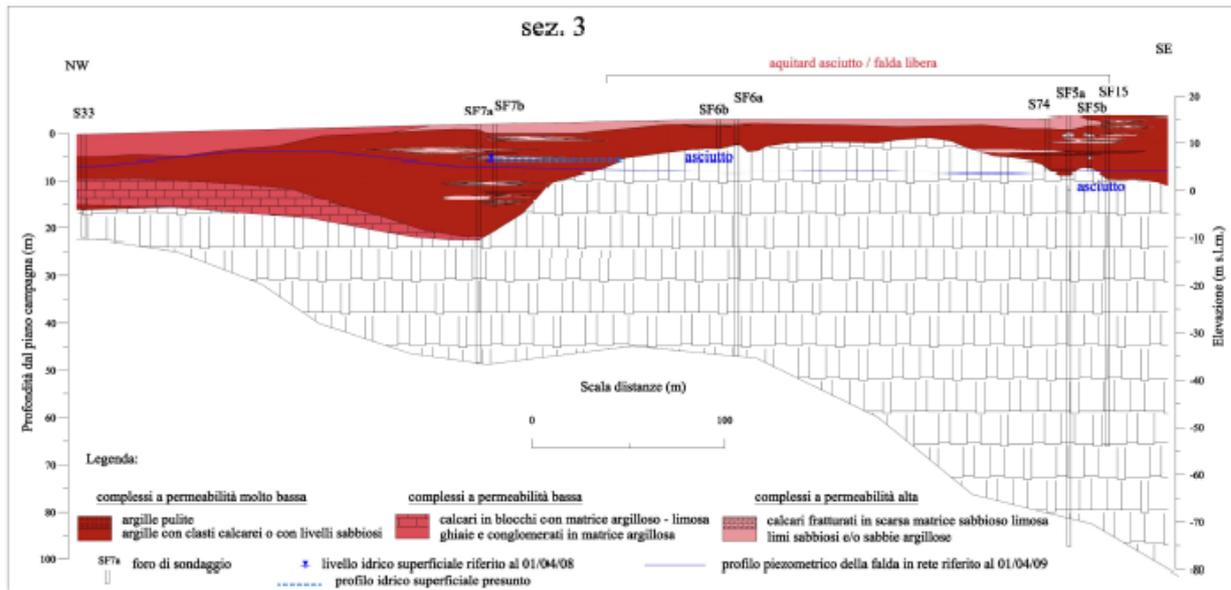
Fonte dati: Relazione di Progetto

Figura 4.3.9 - Sezione idro-stratigrafica 1



Fonte dati: Relazione di Progetto

Figura 4.3.10 - Sezione idro-stratigrafica 2



Fonte dati: Relazione di Progetto

Figura 4.3.11 - Sezione idro-stratigrafica 3

Dalle figure sopra riportate si evincono i seguenti elementi:

- al di sotto dell'area SA.PE.I., è identificabile una zona di alto morfologico (e/o strutturale) del substrato carbonatico, la cui elevazione media è di circa 7÷8 metri s.l.m.; i sondaggi distribuiti ai margini di tale area indicano quote decisamente più basse (localmente fino a 15 m circa sotto il livello del mare);
- lungo il Fiume Santo, il tetto del substrato carbonatico digrada, sia pure irregolarmente, verso mare e, a circa 100 metri dalla linea di costa, si individua una rottura di pendenza del substrato che determina un notevole incremento di spessore dei depositi di copertura (da 10 a 50 metri circa);
- il calcare è sub-affiorante o affiorante in prossimità della sorgente di monte ubicata lungo il Fiume Santo, a poche centinaia di metri dall'alto morfologico soggiacente l'area SA.PE.I.;
- la sorgente presente nella zona di foce del Fiume Santo, riconducibile al rastremarsi della copertura impermeabile e all'affioramento dei depositi alluvionali permeabili sottostanti (Pietracaprina, 1971), è anch'essa posizionata in una zona di alto morfologico e/o strutturale del substrato carbonatico, in grado di determinare lo sfioro della falda in rete.
- nel settore costiero, l'assetto geometrico del substrato carbonatico è caratterizzato da una serie di alti e bassi morfologici (e/o strutturali) che influenzano in vario modo la circolazione idrica sotterranea; localmente, la quota del top del basamento carbonatico determina il rinvenimento di acqua nei terreni di copertura e le diverse condizioni di deflusso (libero o confinato) della falda in rete.

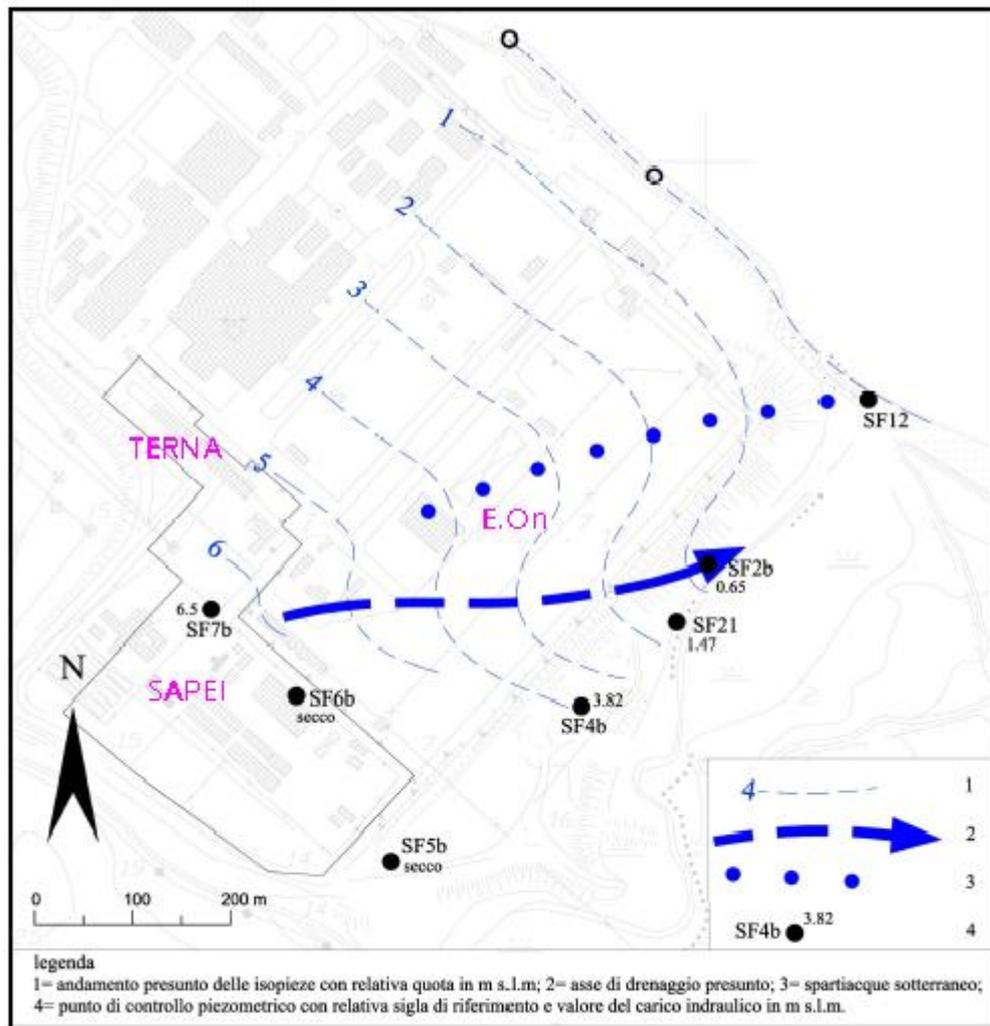
#### 4.3.1.7.2 Andamento della falda

A scala locale, nell'ambito del settore di piana in sinistra idrografica del Fiume Santo si individua un sistema acquifero "composito", costituito da un aquitard superficiale e da un acquifero carbonatico profondo.

L'aquitard superficiale, costituito prevalentemente da argille e argille sabbiose di bassa permeabilità e subordinatamente da livelli calcarei e lenti sabbioso-ghiaiose più permeabili, è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea di entità molto modesta ("pseudo-falda") che trova il recapito ultimo in mare e nel Fiume Santo.

I principali elementi idrogeologici sono rappresentati da un asse di drenaggio preferenziale che, dal confine TERNA-SA.PE.I., convoglia le acque sotterranee verso Fiume Santo e da uno spartiacque sotterraneo che separa il flusso in due settori, aventi recapito rispettivamente verso la linea di costa e il Fiume Santo (Figura 4.3.12).

La piezometrica non è tracciata a monte del sito TERNA-SA.PE.I., per la presenza del già citato alto morfologico del basamento calcareo che costituisce una sorta di barriera naturale, in grado di ostacolare il transito della pseudo-falda provocandone l'assorbimento verso la falda profonda.



Fonte dati: Relazione di Progetto

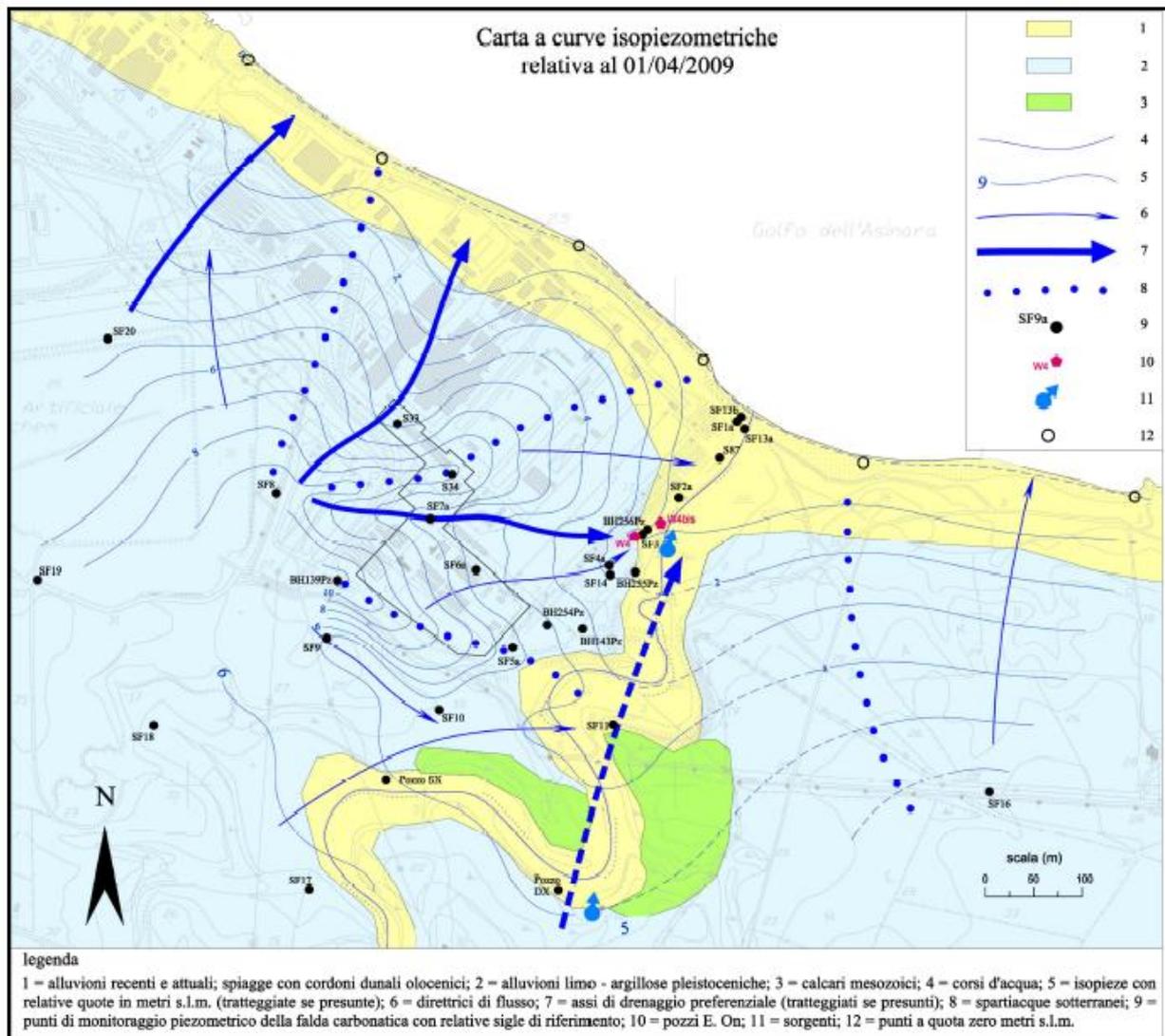
**Figura 4.3.12 - Ricostruzione del flusso della pseudo-falda superficiale**

L'acquifero carbonatico profondo, costituito da calcari dolomitici carsificati e fratturati, è sede di una circolazione idrica sotterranea più significativa e bene alimentata, in quanto rappresenta l'estensione verso mare dei rilievi carbonatici del Monte S. Giusta e del Monte Elva. L'acquifero presenta elevata eterogeneità ed anisotropia, come indicato da osservazioni stratigrafiche e dai risultati di prove di permeabilità in foro di sondaggio.

Conseguentemente la produttività può risultare variabile in ragione delle caratteristiche locali delle discontinuità.

I principali elementi idrogeologici sono rappresentati da due assi di drenaggio che attraversano l'Area TERNA-SA.PE.I. e si indirizzano rispettivamente verso il tratto di Fiume Santo prossimo alla foce e verso la linea di costa, separati da uno spartiacque sotterraneo (Figura 4.3.13).

Si osservano, inoltre, una zona di spartiacque sotterraneo a monte del sito TERNA-SA.PE.I.- e una possibile azione di richiamo generata dai pozzi E.On. (Figura 4.3.13).



Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.3.13 - Ricostruzione del flusso della falda nell'acquifero carbonatico profondo**

### 4.3.1.7.3 Qualità delle acque sotterranee

Le indagini del Piano della Caratterizzazione eseguito nel 2006<sup>19</sup> hanno indicato per l'area TERNA-SA.PE.I. uno stato qualitativo delle acque di falda caratterizzato da:

- diffusa presenza di composti alifatici clorurati in concentrazioni dello stesso ordine delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), che interessa anche i piezometri

<sup>19</sup> CESI. Piano di Caratterizzazione della Stazione Elettrica Terna S.p.A. e Area Stazione Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo. Relazione Tecnica delle Indagini Svolte. Prot. A6034757 del 07/02/2007

posti a monte, nel senso del gradiente idraulico, e si manifesta principalmente lungo il confine nord dell'area TERNA-SA.PE.I.;

- alcuni sporadici superamenti delle CSC per alcuni metalli e per i solfati; per tutti i parametri, i valori misurati sono di poco superiori alle rispettive CSC.

Le successive indagini di approfondimento<sup>20</sup>, eseguite nel 2009 sia in area TERNA-SA.PE.I. che in sponda sinistra del Fiume Santo, lungo il tracciato delle opere di barrieramento lato fiume, hanno confermato, per la prima, la situazione riscontrata nel Piano della Caratterizzazione e hanno evidenziato, per la seconda, una contaminazione da composti clorurati sensibilmente più elevata (fino a 3 ordini di grandezza superiori alle CSC).

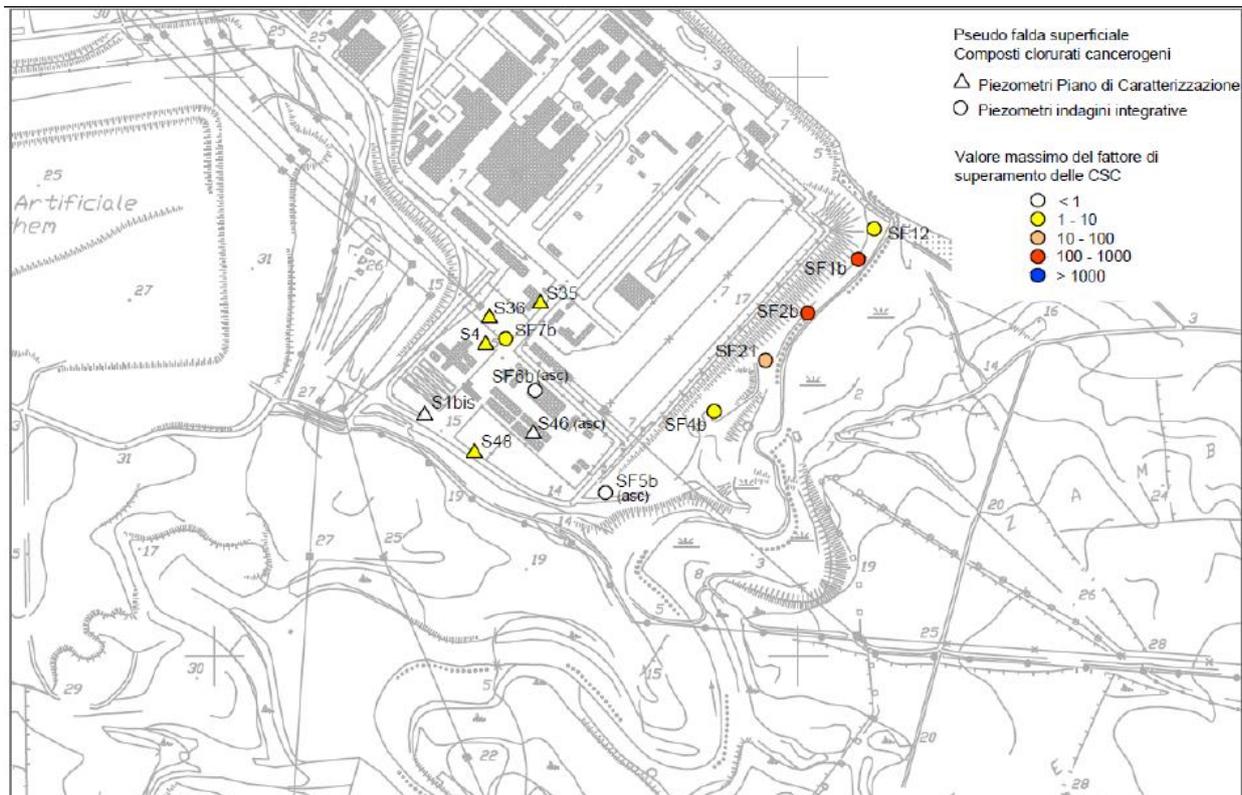
Il settore con le maggiori concentrazioni è localizzato nel tratto terminale del Fiume Santo, tra i pozzi E.On. e il mare, e interessa sia la pseudo-falda superficiale che la falda carbonatica profonda. Nei piezometri a monte del sito TERNA-SA.PE.I., le concentrazioni sono generalmente inferiori alle CSC o appena superiori. Anche in un piezometro posto a Est del sito in direzione dell'impianto Syndial (ex Enichem), sono state riscontrate concentrazioni sensibilmente inferiori a quelle del tratto di foce del Fiume Santo.

Le indagini integrative hanno confermato la presenza locale di valori eccedenti le CSC per alcune sostanze inorganiche (solfati, manganese e, subordinatamente, ferro) riconducibili alle caratteristiche geo-litologiche del sito. In particolare l'elevato tenore di solfati è associabile alla presenza di depositi evaporitici nella successione stratigrafica (spessore presumibilmente superiore a 20 m nel sondaggio SF14) e, per i pozzi più prossimi al litorale, a mescolamenti con acqua di mare. Valori elevati di manganese e ferro sono frequenti nei contesti geologici caratterizzati dalla presenza di materiali argillosi, che localmente sono presenti sia nei terreni superficiali sia all'interno delle successioni carbonatiche in forma di intercalazioni marnose o di materiali residuali legati a dissoluzione carsica.

Nella figure successive sono riportati, per ciascuna falda, i valori più elevati dei fattori di superamento delle CSC osservati per i composti clorurati cancerogeni, sostanze non previste nel ciclo produttivo di TERNA.

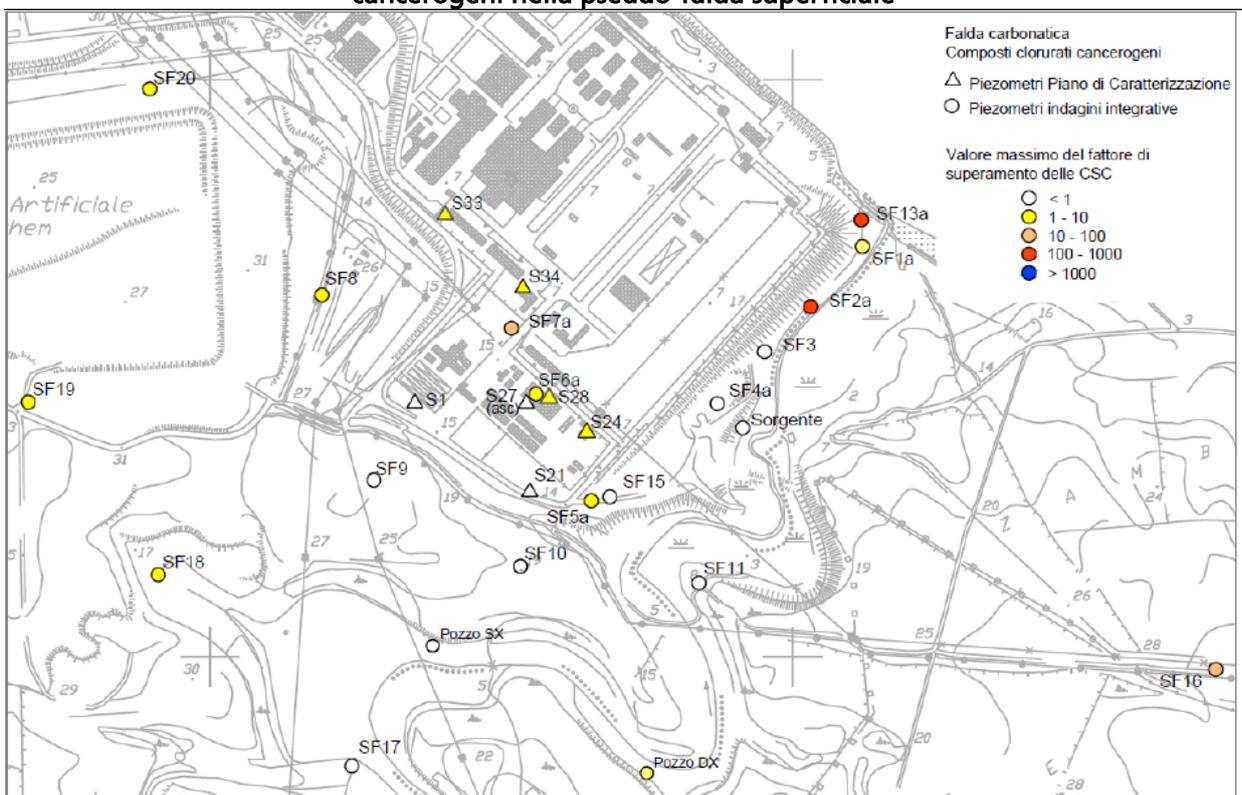
---

<sup>20</sup> CESI. Sito Fiume Santo (Area SA.PE.I.). Progetto delle opere di bonifica della falda e relative indagini integrative. Voce 2.1.3 - Indagini integrative nell'area interessata dalle opere di bonifica - Relazione Finale. Prot. A9033075 del 10/12/2009;  
CESI. Rapporto di prova "Acque di falda provenienti dal sito di Fiume Santo" Prot. A9028223 del 17-18/08/2009



Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.3.14 - Valore massimo del fattore di superamento delle CSC per i composti clorurati cancerogeni nella pseudo-falda superficiale**



Fonte dati: Relazione di Progetto

**Figura 4.3.15 - Valore massimo del fattore di superamento delle CSC per i composti clorurati cancerogeni nell'acquifero carbonatico**

### 4.3.2 *Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente*

In premessa, si ricorda, come già espresso per la componente "Ambiente idrico" che l'intervento di bonifica si configura come un intervento con impatto complessivamente positivo sulla componente in esame. Tuttavia, nel seguito, si propongono alcune valutazioni circa gli impatti potenziali, anche negativi, che l'intervento potrebbe avere su tale comparto, in relazione soprattutto alla fase di cantiere.

#### 4.3.2.1 *Fase di cantiere*

L'area di intervento si colloca in un ambito territoriale già da tempo occupato da attività industriali e, di conseguenza, i caratteri naturali morfologici primitivi sono stati totalmente sostituiti da strutture e infrastrutture antropiche.

I principali impatti che si potranno generare in fase di cantiere derivano da:

- volumi di scavo derivanti dalla realizzazione della barriera fisica e relativa gestione dei rifiuti prodotti nella fase di cantiere;
- cedimenti strutturali del rilevato realizzato per le piste di cantiere.

#### *Volumi di scavo e gestione dei rifiuti*

Ai fini della conduzione dell'intervento e delle operazioni di smaltimento sarà eseguita la classificazione dei rifiuti nella completa ottemperanza della normativa vigente. Nell'ambito del progetto è previsto un "Piano di gestione dei rifiuti" nel quale sono riportati le tipologie di rifiuto previste, il CER presunto e le stime delle quantità. Se ne deduce che i rifiuti prodotti saranno:

- Rifiuti solidi:
  - terre e rocce derivanti dall'esecuzione della barriera fisica e della trincea drenante per un totale previsto di 78,144 t (lato fiume) e 51.534 t (lato mare);
  - rifiuti misti derivante dall'esecuzione della barriera fisica (scavo del calcestruzzo plastico/miscela cementizia del prescavo) per un totale previsto di 19.905 t (solo lato fiume);
  - calcestruzzo derivante dall'esecuzione della barriera fisica per un totale previsto di 1.495 t (lato fiume) e 2.831 t (lato mare);
  - asfalto e pavimentazioni stradali derivanti dall'esecuzione della barriera fisica per un totale previsto di 1.895 t (solo lato mare);
  - fanghi di perforazione derivanti dalla realizzazione dei pozzi e dei piezometri per un totale previsto di 808 t<sup>21</sup>(lato fiume) e 1.091 t<sup>22</sup>(lato mare);

<sup>21</sup> I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa 808 t e un volume di acqua separata pari a circa 523 m<sup>3</sup>

<sup>22</sup> I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa 1091 t e un volume di acqua separata pari a circa 709 m<sup>3</sup>.

- terre e rocce derivanti dalle attività di posa di collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche, dalle attività di posa dei pozzetti di protezione delle teste pozzo e dei piezometri per un totale previsto di 2.187 t (lato fiume) e 4.634 t (lato mare).
- Rifiuti liquidi:
  - I rifiuti liquidi comprendono le acque derivanti dai seguenti processi: spurgo e sviluppo dei pozzi e dei piezometri e prove di pompaggio; dewatering dei fanghi di perforazione; raccolta delle acque meteoriche sulle aree impermeabilizzate destinate al deposito temporaneo dei rifiuti (quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno); lavaggio dei mezzi e delle attrezzature di scavo, per un totale previsto di 9.459 t (lato fiume) e 16.187 t (lato mare).

Sono tre le tipologie di aree di deposito temporaneo dei rifiuti:

- aree relative alle baie di deposito temporaneo terre e rocce da scavo e cementi;
- area per deposito scarrabili;
- area per posizionamento di serbatoi di deposito temporaneo liquidi.

Le dimensioni delle aree di deposito temporaneo sono state valutate tenendo conto delle produzioni attese con l'obiettivo di soddisfare i seguenti requisiti:

- massimizzare la volumetria depositata in ciascuna area nel rispetto delle prescrizioni normative riguardo la permanenza nelle aree di deposito temporaneo;
- garantire la continuità e ottimizzare le operazioni di deposito e di caratterizzazione analitica per lo smaltimento.

All'atto della dismissione delle aree saranno eseguite le operazioni di ripristino e le verifiche delle condizioni del terreno in posto.

Prima dell'inizio delle attività, saranno individuati gli impianti di smaltimento/recupero per i rifiuti prodotti in sito. Sarà reperita copia di tutte le autorizzazioni per verificarne la compatibilità con le tipologie di rifiuti da movimentare. La scelta finale degli impianti di destinazione sarà effettuata sulla base della tipologia dei rifiuti prodotti e in relazione ai risultati della caratterizzazione analitica del rifiuto e dei test di cessione.

Laddove possibile, sarà data preferenza al recupero dei rifiuti per i quali tale pratica è ammessa, ad eccezione di quelli per i quali tale destinazione finale non sia tecnologicamente/economicamente sostenibile. Il test di cessione finalizzato al recupero dei rifiuti sarà eseguito in conformità a quanto previsto dal D.M. 05/02/1998 e s. m. i.

### Cedimenti

Considerate le scadenti caratteristiche geotecniche del terreno di appoggio dell'allargamento del rilevato, in opera si verificheranno dei cedimenti centimetrici dello stesso dovrà essere compensata con la ricarica di materiale di cava adeguatamente compattato.

#### *4.3.2.2 Fase di esercizio*

In fase di esercizio non si rilevano evidenti impatti sul suolo e sottosuolo e in particolare non è ritenuto rilevante il consumo di suolo associato all'esercizio degli interventi.

#### *4.3.2.3 Fase di dismissione*

Poiché la fase prevede la rimozione di materiale alloctono, non naturale, compresso, con maggiori sforzi rispetto a materiale in sito, e la sua sostituzione con materiale idoneo appositamente conferito, gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati almeno analoghi a quelli della precedente fase di cantiere.

## 4.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

### 4.4.1 Caratterizzazione della componente

#### 4.4.1.1 Vegetazione e flora

##### 4.4.1.1.1 Vegetazione potenziale

La classificazione climatica illustrata nel § 4.1.1.2 consente di individuare in generale una vegetazione potenziale dell'area caratterizzata dalle formazioni termofile sempreverdi con dominanza di oleastro (*Olea oleaster* Hoffm. & Link), carrubo (*Ceratonia siliqua* L.) e lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), elementi base per il climax dell'oleastro e del carrubo (*Oleo-Ceratonion* Br.-Bl. 1936).

La Carta delle serie di vegetazione della Sardegna (Bacchetta et al., 2009) riporta con maggiore dettaglio i seguenti ambiti omogenei relativi alla vegetazione potenziale:

- a) Serie sarda nord-occidentale, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato (*Euphorbia characias-Juniperetum turbinatae*).
- b) Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del leccio (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*).
- c) Geosigmeto mediterraneo, talvolta subalofilo, edafoigrofilo, termomediterraneo del tamerice (*Tamaricion africanae*).
- d) Geosigmeto sardo, alofilo, termomediterraneo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (*Ruppietea, Thero-Suaedetea, Saginetea maritima, Salicornietea fruticosae, Juncetea maritimi, Phragmito-Magnocaricetea*).

La serie al punto a), caratteristica del territorio della Nurra con bioclimate mediterraneo pluvistagionale oceanico, piano fitoclimatico termomediterraneo superiore, ombrotipo secco superiore e inferiore, è rappresentata da microboschi edafoxerofili a *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* con *Euphorbia characias*, *Calicotome villosa*, *Pistacia lentiscus*. Sono frequenti le lianose *Rubia peregrina* e *Prasium majus*. Lo strato erbaceo, molto rado, è dominato da *Brachypodium retusum* e *Arisarum vulgare*.

La serie sarda del leccio (punto b), che occupa il territorio a sud e a est dell'area di studio con bioclimate mediterraneo pluvistagionale oceanico, piano fitoclimatico termomediterraneo con ombrotipi da secco inferiore a subumido inferiore, è caratterizzata, nello stadio maturo, da microboschi climatofili sempreverdi a *Quercus ilex* e *Quercus suber*. Nello strato arbustivo sono presenti alcune caducifoglie come *Pyrus spinosa*, *Prunus spinosa* subsp. *spinosa* e *Crataegus monogyna*, oltre ad entità termofile come *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* e *Rhamnus alaternus*. Abbondante lo strato lianoso con *Clematis cirrhosa*, *Tamus communis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Rosa sempervirens*. Nello strato erbaceo le specie più abbondanti sono *Arisarum vulgare*, *Arum italicum* e *Brachypodium retusum*.

Il Geosigmeto al punto c), associato al corso del Fiume Santo, è formazione climacica in condizioni bioclimatiche di tipo mediterraneo pluvistagionale oceanico con termotipi variabili dal termomediterraneo inferiore al mesomediterraneo inferiore. Esso è caratterizzato da boscaglie edafoigrofile e microboschi parzialmente caducifogli, con uno strato arbustivo denso ed uno strato erbaceo assai limitato, costituito prevalentemente da specie rizofitiche e giunchiformi. Tali tipologie vegetazionali appaiono dominate da specie del genere *Tamarix* e solo secondariamente si rinvengono altre fanerofite igrofile e termofile quali *Vitex agnus-castus* e *Nerium oleander*.

Il punto d) è riferito al Geosigmeto riscontrabile lungo la costa, a partire dallo stagno di Pilo verso Stintino. Si tratta di una serie complessa che varia in funzione dei gradienti ecologici determinati dai periodi di inondazione e/o sommersione, granulometria del substrato, salinità delle acque e sostanzialmente è rappresentata dalle seguenti comunità:

- Vegetazione alofila sommersa - Nelle lagune e stagni sono presenti diverse comunità vegetali mono o paucispecifiche costituite da fanerogame sommerse (*Ruppia maritima* L., *R. cirrhosa* (Petagna) Grande, *R. drepanensis* e *Althenia filiformis* Petit subsp. *filiformis*), riferite alla classe *Ruppietea*.
- Vegetazione alofila terofitica - Comunità annuali che si sviluppano su suoli iperalini allagati per periodi più o meno lunghi caratterizzate dalle associazioni *Salicornietum emerici* (O. de Bolòs 1962) Brullo & Fumari 1976, *Suaedo maritima*-*Salicornietum patulae* Brullo & Fumari ex Géhu & Géhu-Franck 1984 e *Salicornietum venetae* S. Pignatti 1966.
- Vegetazione alo-nitrofila terofitica - Nelle zone soggette a periodiche inondazioni, che rilasciano consistenti depositi di materia organica, si sviluppano comunità annuali alo-nitrofile rappresentate dalle associazioni *Salsoletum sodae* S. Pignatti 1953, *Cressetum creticae* Brullo & Fumari 1976 e *Spergulario salinae-Hordeetum marini* Biondi, Filigheddu & Farris 2001.
- Vegetazione xero-alo-fila terofitica - Le radure terofitiche a mosaico con le comunità camefitiche ed emicriptofitiche, sono riferite alla classe *Saginetea maritima* (ordine *Frankenietalia pulverulenta* Rivas-Martinez ex Castroviejo & Porta 1976). Tra queste è particolarmente diffusa l'associazione *Parapholido incurvae-Catapodietum balearici* Rivas-Martinez, Lousà, T.E. Diaz, Fernandez-Gonzalez & Costa 1990 corr. Brullo & Giusso 2003.
- Vegetazione alofila camefitica - Su suoli limoso-sabbiosi e limoso-argillosi allagati per periodi più o meno lunghi da acque salate, si sviluppano comunità perenni a dominanza di *Chenopodiaceae*, *Plumbaginaceae* e *Poaceae* specializzate, riferite all'ordine *Salicornietalia fruticosae* della classe *Salicornietea fruticosae* (associazioni *Puccinellio festuciformis-Halimionetum portulacoidis* Géhu, Biondi, Géhu-Frank & Costa 1992, *Cynomorio coccinae-Halimionetum portulacoidis* Biondi 1992, *Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi* (Br.-Bl. (1928) 1933) Géhu ex Géhu et al. 1984, *Limoniastro monopetali-Arthrocnemetum macrostachyi* Tadros 1952, *Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae* (Br.-Bl. 1928) 1952 Géhu 1976, *Sarcocornietum deflexae* Lahondère, Géhu & Paradis 1992);

- Vegetazione alofila emicriptofitica – Queste comunità vegetali occupano le depressioni retrodunali e peristagnali allagate nei mesi invernali, su substrato limoso-sabbioso. Sono conosciute cinque associazioni, caratterizzate dalla presenza di specie endemiche del genere *Limonium*, riferite all'alleanza endemica sarda *Triglochino barrelieri-Limonium glomerati* dell'ordine *Limonietales* (classe *Salicornietea fruticosae*).
- Vegetazione alofila emicriptofitica e geofitica – Le depressioni retrodunali e peristagnali su substrato sabbioso, umido anche in estate, sono occupate da comunità perenni paucispecifiche, a prevalenza di geofite ed emicriptofite delle famiglie *Juncaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* e *Plumbaginaceae*. Sono riferite alle alleanze *Juncion maritimi* e *Plantaginion crassifoliae* della classe *Juncetea maritimi* (associazioni *Inulo crithmoidis-Juncetum maritimi* Brullo in Brullo, De Sanctis, Fumari, Longhitano & Ronsisvalle 1988, *Junco maritimi-Spartinetum junceae* O. de Bolòs 1962 *nom. inv.* Filigheddu, Farris & Biondi 2000, *Limonio narbonensis-Juncetum gerardii* Géhu & Biondi 1994, *Junco acuti-Schoenetum nigricantis* Géhu, Biondi, Géhu-Frank & Taffetani 1987, *Schoeno-Plantaginietum crassifoliae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952).
- Vegetazione alofila emicriptofitica, geofitica ed elofitica - La vegetazione subalofila di transizione verso le comunità elofitiche, si sviluppa su substrati limosi, perennemente allagati o asciutti solo per brevi periodi, delle zone interne delle lagune. Viene inquadrata nell'ordine *Scirpetalia compacti* della classe *Phragmito-Magnocaricetea* con le associazioni *Scirpo-Juncetum subulati* Géhu, Biondi, Géhu-Franck & Costa 1992, *Scirpetum compacto-littoralis* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) O. Bolòs 1962 *corr.* Rivas-Martinez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980, *Astero tripolii-Bolboschoenetum maritimi* Filigheddu, Farris & Biondi 2000.

#### 4.4.1.1.2 Vegetazione reale

La vegetazione presente all'interno dell'area considerata può essere sintetizzata come segue.

##### Vegetazione delle Aree Umide Costiere

Si tratta in prevalenza di piante alofile che vegetano nelle condizioni di elevata salinità, propria di questi ambienti continuamente soggetti a fenomeni di concentrazione salina per evaporazione e di diminuzione della salinità per inondazione. Le variazioni della concentrazione salina comportano anche una variazione delle specie e di conseguenza delle associazioni vegetali presenti.

All'interno dell'area considerata, sono presenti anche formazioni vegetali di ambienti di acqua dolce ubicate sulle sponde più interne dello Stagno di Pilo. Le specie legate alle acque dolci si ritrovano nella parte più interna dello stagno dove affluiscono piccoli ruscelli che alimentano lo stagno. Qui si possono osservare sia associazioni tipiche delle zone paludose come il *Phragmitetum australis* sia un'ampia formazione costituita da arbusti a Tamerice maggiore (*Tamarix africana*) di grandi dimensioni che ospitano anche

alcune specie lianose, come il Vilucchione (*Calistegia sepium*) e la Salsapariglia (*Smilax aspera*), oltre alla malvacea Altea comune (*Althaea officinalis*) presente sotto le tamerici. Le sponde laterali sono ricoperte da una stretta fascia di specie arbustive da considerarsi probabilmente come relitti di una più estesa zona a macchia mediterranea: all'interno di queste fasce si ritrovano l'Alaterno (*Rhamnus alaternus*), il Corbezzolo (*Arbutus unedo*), l'Erica arborea (*Erica arborea*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), lo Gnidio (*Daphne gnidium*), la Spazzaforno (*Thymelaea hirsuta*) ed altre.

#### Vegetazione delle aree interne *Fitocenosi erbacee*

Si tratta di una vegetazione ampiamente diffusa nelle aree marginali non coltivate.

Sono in prevalenza comunità pioniere che sono presenti nelle radure della vegetazione a Ginepro fenicio (*Juniperus turbinata*), nelle formazioni forestali e nelle garighe di degradazione. In particolare si identificano:

- L'*Evaco pygmaeae-Bellietum bellidioidis* che è presente su suoli detritici in aree pianeggianti sottoposte a calpestio, con scorrimento e ristagno d'acqua nei mesi invernali e primaverili, ma con modesta capacità di ritenzione idrica, e secche d'estate.
- Il *Bupleuro fontanesii-Scorpiuretum muricati* è presente nei settori calcarei; le radure della macchia sono occupate da una comunità terofitica dominata da leguminose tra cui prevale l'Erba-lombrica comune (*Scorpiurus muricatus*).
- Il *Dactylo hispanicae-Camphorosmetum monspeliacae* è presente sui versanti a mare della falesia scistosa nel tratto tra Stintino e l'Argentiera; è una vegetazione discontinua a Erba mazzolina meridionale (*Dactylis hispanica*) che colonizza i versanti con acclività variabile e i settori sommitali subpianeggianti, con terreno sabbioso-argilloso, in aree pascolate da ovini e caprini, dove si arricchisce in specie alo-nitrofile come la Canforata di Montpellier (*Camphorosma monspeliaca*) e Filigrana comune (*Lobularia maritima*).
- Lo *Stachydi glutinosae-Genistetum corsicae* si rinviene a quote più elevate o in posizione più interna rispetto alle garighe alofile dell'associazione *Centaureetm horridae*, su creste esposte ai venti, ma non interessate dall'influsso dell'aerosol marino, su substrati rocciosi con suoli erosi. Sugli scisti dove c'è il contatto con il *Centaureetum horridae* è diffusa la *subass. teucrietosum mari* che corrisponde ai suoli più degradati. La Stregonò spinosa (*Stachys glutinosa*) è ampiamente diffusa su substrati diversi.
- Il *Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis* vegetazione a *Cistus monspeliensis* domina in situazioni postincendio grandi tratti della Nurra settentrionale dove rappresenta uno stadio dinamico di recupero precedente alla macchia a Sparzio villosa (*Calicotome villosa*) nell'area di potenzialità per formazioni termofile e acidofile di Leccio (*Quercus ilex*).

#### *Fitocenosi di macchia*

La macchia mediterranea è costituita da una fitta boscaglia formata da alberi a portamento arbustivo in prevalenza sempreverdi derivata dalla distruzione di foreste causata dai tagli, dal pascolo e dagli incendi. Queste formazioni rappresentano lo stadio evolutivo più avanzato verso il quale tendono la vegetazione dunale, quella delle falesie, delle garighe e delle aree salmastre anche se non corrisponde al loro climax. Infatti, la successione delle comunità che colonizzano le sabbie dei sistemi dunali si chiude con la formazione di macchie a ginepro, costituite in prevalenza da Ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*) e talvolta esemplari di Ginepro fenicio (*J. turbinata*). Stadi più evoluti della macchia sono rappresentati da formazioni a *Juniperus turbinata* dell'ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, dense, generalmente confinanti con le garighe che si rinvengono fino alla sommità delle falesie, al limite con la vegetazione aeroalina. Sia sugli scisti sia sui calcari la vegetazione a ginepro costituisce la testa di serie delle successioni dinamiche. In altre situazioni la macchia riveste il ruolo di vegetazione di sostituzione alle serie dinamiche della vegetazione forestale a Leccio (*Quercus ilex*), talvolta con la Quercia da sughero (*Q. suber*). In particolare si distinguono:

- L'*Euphorbio characiae-Juniperetum turbinatae* inquadra la vegetazione di macchia sugli scisti paleozoici, nelle zone sommitali delle falesie e sui depositi delle alluvioni fluviali che precedono il litorale sabbioso. Sono in contatto con le garighe subprimarie delle associazioni *Centaureetum horridae* ed *Euphorbio pithyusae-Helicrhysetum microphylli*. Nelle zone più interne è presente come testa di serie edafo-xerofila a contatto con elementi della serie edafo-igrofila o lembi della vegetazione climacica delle leccete.
- Il *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae* a *Calicotome villosa* domina in situazioni postincendio su micascisti dove rappresenta uno stadio dinamico di recupero successivo alla gariga a cisti con le specie Cisto di Montopellier (*Cistus monspeliensis*) e Cisto femmina (*C. salvifolius*) nell'area di potenzialità per formazioni termofile di lecceta.
- Le formazioni arbustive meso-igrofile su terreni pianeggianti alluvionali rientrano nella serie edafo-igrofila dell'*Allio triquetri-Ulmeto minoris sigmetum*. Sono formazioni dominate da *Rosaceae* caducifoglie in zone con surplus idrico. Nelle situazioni più fresche ci sono anche l'Alloro (*Laurus nobilis*), l'Orniello (*Fraxinus ornus*), il Terebinto (*Pistacia terebinthus*), mentre in quelle più calde compaiono l'Erica multiflora (*Erica multiflora*), l'Euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*), il Ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea*), con le foglie squamiformi, il Ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*), con foglie aghiformi e grosse bacche brune, dette coccole, che colonizza le dune sabbiose, il Mirto (*Myrtus communis*), l'Oleastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), progenitore e a volte portainnesto degli olivi coltivati, il Carrubo (*Ceratonia siliqua*), le querce spinose (*Quercus coccifera* e *Q. calliprinos*), con le foglie sempreverdi dal margine fortemente spinoso, la Fillirea a foglie strette (*Phillyrea angustifolia*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), la Barba di giove (*Anthyllis barba-jovis*), e la Palma nana (*Chamaerops humilis*), unica specie di palma spontanea in Italia.

### *Fitocenosi forestali (Bosco Mediterraneo)*

La vegetazione forestale che si sviluppa nelle zone più interne è rappresentata da cenosi relitte a dominanza di Leccio (*Quercus ilex*) la cui composizione specifica varia in funzione del substrato e delle condizioni mesoclimatiche.

L'*Erico-Quercetum ilicis* rappresenta la vegetazione forestale del settore paleozoico, acidofilo; le cenosi risultano frammentate e localmente destrutturate a causa dell'intenso uso agropastorale dell'area. Le formazioni di *Quercus ilex* sono abbastanza diffuse in situazioni aperte, intensamente pascolate e risultano destrutturate a causa del periodico passaggio del fuoco.

Nelle cenosi a Leccio sono presenti diverse specie arbustive come la Fillirea sottile (*Phillyrea angustifolia*), la Fillirea comune (*Phillyrea media*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*), il Mirto mortella (*Myrtus communis*), rampicanti come la Salsapariglia (*Smilax aspera*) e, tra le erbacee, l'Asparago pungente (*Asparagus acutifolius*), il Dafne gnidio (*Daphne gnidium*) e la Carice mediterranea (*Carex distachia*). Nelle aree più calde si possono rinvenire alcuni nuclei in cui compare la Sughera (*Quercus suber*).

### *Fitocenosi prative e pascoli*

Si tratta di formazioni erbacee ben caratterizzate dal punto di vista floristico ma molto alterate, dal punto di vista strutturale, dalle attività antropiche.

Le specie sono riconducibili al *Thero-Brachypodietea* per i suoli calcarei e all'*Helianthemetea* annua per i suoli silicei. Nel primo caso si possono rinvenire aggruppamenti a Evax comune (*Evax pygmaea*) e Carlina raggio d'oro (*Carlina corymbosa*), nel secondo a *Vulpia spp.* e Forasacco pendolino (*Bromus hordeaceus*).

### *Vegetazione del Territorio Urbanizzato*

Gli insediamenti urbani e produttivi sono caratterizzati da un ristretto numero di specie sinantropiche e ruderali come l'Ortica perenne (*Urtica dioica*), l'Ortica annuale (*Urtica urens*) e la Parietaria (*Parietaria officinalis*).

### *Fitocenosi sinantropiche*

Le fitocenosi sinantropiche sono sinteticamente rappresentate dai seguenti tipi di vegetazione:

- La vegetazione ad assenzio arbustivo (*Artemisia arborescens*) della classe *Pegano-Salsoletea*, alla *Stellarietea mediae* appartengono il *Resedo albae-Chrysanthemetum coronarii*, il *Lavateretum ruderale*, il *Sysymbrio irionis-Malvetum parviflorae* e il

*Sinapidetum albae* che occupano principalmente i luoghi di deposito di rifiuti organici.

- La *Stellarietea mediae* che viene riferita anche alla vegetazione annuale dei prati falciati, mesofila della serie dell'olmo (*Allio triaetris-Ulmeto minoris sigmetum*) attribuita all'associazione *Bromo rigidi-Dasyphyretum villosi*.
- La vegetazione della classe *Galio-Urticetea* costituita da formazioni sciafile si rileva in situazioni più umide, in prossimità dei fossi. Le associazioni che ne fanno parte sono il *Galio aparines-Conietum maculati*, il *Sileno albae-Acanthetum mollis* e l'*Urtico membranaceae-Smyrniyetum olusatris* a cui si aggiungono le associazioni endemiche della Sardegna di grande interesse biogeografico: il *Bryonio marmoratae-Aretum picti* e il *Dauco maximi-Magydaridetum pastinaceae*.

#### 4.4.1.2 Fauna e rete ecologica

##### 4.4.1.2.1 Inquadramento generale

La fauna presente nell'area di studio è in prevalenza influenzata dalle attività antropiche, solamente l'area dello Stagno di Pilo, ubicata a NW rispetto al sito di intervento, mostra una notevole ricchezza faunistica specialmente per l'avifauna presente.

##### Fauna delle Zone Umide

Le zone umide presenti nell'area di interesse sono essenzialmente lo Stagno di Pilo e l'estuario del Fiume Santo.

La zoocenosi terrestre è caratterizzata in prevalenza dall'avifauna, sia di passo sia svernante, e dagli anfibi.

Le zone umide locali, tra cui quelle d'acqua dolce interne, sono frequentate da diverse specie di anfibi. Si rilevano in particolare il Discoglossino sardo (*Discoglossus sardus*), che frequenta anche le acque salmastre, la Raganella sarda (*Hyla sarda*) e la Rana verde minore (*Rana esculenta*).

Tra i Rettili, anche la Natrice viperina (*Natrix maura*) frequenta sia gli ambienti di acque dolci sia quelli di acque salmastre, così come la Tartaruga d'acqua (*Emys orbicularis*).

Le specie ornitiche, che costituiscono la fauna più numerosa, comprendono sia specie svernanti sia specie di passo. Tra le svernanti si segnalano il Tarabuso (*Botaurus stellaris*), la Garzetta (*Egretta garzetta*), l'Airone cinereo (*Ardea cinerea*), l'Airone bianco maggiore (*Egretta alba*), l'Oca selvatica (*Anser anser*), la Volpoca (*Tadorna tadorna*), la Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*), l'Albanella reale (*Circus cyaneus*), il Falco pescatore (*Pandion haliaetus*), specie protetta, il Fenicottero rosa (*Phoenicopterus ruber*), il Corriere grosso (*Charadrius hiaticula*), il Beccaccino (*Gallinago gallinago*) e la Pettegola (*Tringa totanus*).

L'avifauna nidificante lungo i canneti ai bordi degli specchi d'acqua è rappresentata dall'Airone rosso (*Ardea purpurea*), dal Falco di palude (*Circus aeruginosus*) e dal Pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*). Le distese di fango, i bordi degli specchi d'acqua, gli isolotti sabbiosi e le zone di vegetazione cespugliosa ai bordi dell'acqua costituiscono le zone di nidificazione del Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), del Gabbiano comune (*Larus ridibundus*), della Sterna comune (*Sterna hirundo*) e del Fraticello (*Sterna albifrons*). I Passeriformi sono rappresentati dall'Usignolo di fiume (*Cettia cetti*), dalla Cisticola (*Cisticola jundicis*), dalla Cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*) e dal Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*).

Tra i frequentatori dello Stagni di Pilo, inoltre, si annoverano la Spatola (*Platalea leucorodia*), e la Ghiandaia marina (*Coracias garrulus*).

Si registrano anche gli arrivi autunnali di anatidi tra cui Morette (*Aythya fuligola*), Alzavole (*Anas crecca*), Moriglioni (*Aythya ferina*), Germani (*Anas platyrhynchos*).

#### Fauna dei Territori Interni

Il bosco mediterraneo, distribuito in modo frammentario nell'area vasta, ospita zoocenosi di interesse naturalistico.

Tra le specie legate a habitat forestali, si segnala:

avifauna - il Colombaccio (*Columba palumbus*) e la Tortora dal collare orientale (*Streptopelia turtur*), il Torcicollo (*Jynx torquilla*), il Picchio rosso maggiore (*Picooides major*), il Pettiroso (*Erithacus rubecola*), l'Usignolo (*Luscinia megarhynchos*), la Tordella (*Turdus viscivorus*), il Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*) e la Ghiandaia (*Garrulus glandarius*) e rapaci diurni come la Poiana (*Buteo buteo*).

mammiferi – alcune specie di chiroteri, carnivori come la Martora (*Martes martes*) ed il Gatto selvatico (*Felis silvestris*) e per gli ungulati il Cinghiale (*Sus scrofa*).

La macchia mediterranea presenta generalmente un popolamento faunistico abbastanza ricco:

- Tra gli Anfibi si rilevano il Discoglossio sardo (*Discoglossus sardus*), il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*) e la Raganella sarda (*Hyla sarda*) sebbene nel periodo riproduttivo frequentino ambienti umidi. Tra le specie di Rettili la Testugine comune o Tartaruga terrestre (*Testudo hermanni*) e la Testugine marginata (*Testudo marginata*), l'Algiroide nano (*Algyroides fitzingeri*) e la Lucertola sarda (*Podarcis tiliguerta*), il Colgilo (*Chalcides ocellatus*) ed il Biacco (*Coluber viridiflavus*).
- Tra le specie ornitiche la Tottavilla (*Lullula arborea*) e il Calandro (*Anthus campestris*) nidificano al suolo, la Magnanina sarda (*Sylvia sarda*), la Magnanina (*Sylvia undata*), la Sterpazzolina (*Sylvia cantillans*), l'Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*) e la Capinera (*Sylvia atricapilla*) nidificano a pochi metri dal suolo.

- Tra le specie di Mammiferi gli Insettivori il Riccio (*Erinaceus europaeus*), il Mustiolo etrusco (*Suncus etruscus*) e la Crocidura rossiccia (*Crocidura russula*), i Lagomorfi la Lepre sarda (*Lepus capensis*) e il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), tra i Roditori il Topo quercino (*Elyomys quercinus*) e il Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) e il Cinghiale (*Sus scrofa*).

I prati e i pascoli sono frequentati da Rettili quali la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), il Gongilo (*Chalcides ocellatus*) e la Luscengola (*Chalcides chalcides*).

Per l'avifauna si rileva la presenza della Pernice sarda (*Alectoris barbara*), della Quaglia (*Coturnix coturnix*), della Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), dell'Occhione (*Burhinus oediconemus*), della Calandra (*Melanocorypha calandra*), della Calandrella (*Calandrella brachydactyla*) e dell'Allodola (*Alauda arvensis*).

Il popolamento faunistico che caratterizza le colture erbacee (tipologia di uso del suolo prevalente nell'area considerata) è piuttosto monotono, anche se non mancano specie interessanti la cui presenza è condizionata dalle attività antropiche.

I rettili rinvenibili sono la Testuggine comune e la Tartaruga marginata. Le specie ornitiche sono le più numerose e sono: la Quaglia, la Pernice sarda, la Gallina prataiola e l'Occhione, oltre alle specie legate alla presenza di manufatti umani in cui nidificano il Barbagianni (*Tyto alba*), la Rondine comune (*Hirundo rustica*), il Balestruccio (*Delichon urbica*), la Calandrella, la Calandra e l'Allodola.

Mammiferi i Lagomorfi la Lepre sarda e il Coniglio selvatico.

#### Fauna del Territorio Urbanizzato

Il popolamento faunistico è povero e influenzato dalle attività umane.

Tra i Rettili si rilevano Tarantola muraiola e l'Emidattilo (*Hemidactylus turcicus*); tra le specie ornitiche il Rondone (*Apus apus*) ed il Rondone pallido (*Apus pallidus*) nidificano sotto le tegole o le grondaie, il Merlo (*Turdus merula*) e la Capinera colonizzano le aree con un po' di vegetazione.

Tra i Mammiferi si rilevano alcune specie di Roditori, tra cui il Ratto nero (*Rattus rattus*) e il Ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*), legati agli ambienti più degradati, e Chiroterteri antropofili come il Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) e il Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*).

#### 4.4.1.2.2 Rete ecologica dell'area di intervento

L'area di intervento, adiacente al tratto terminale del Fiume Santo, non presenta particolari funzioni ecologiche. Solamente la vegetazione di macchia dell'alveo del Fiume Santo potrebbe assolvere alla funzione di *stepping stone*, anche se in misura ridotta

poiché le dimensioni non sono tali da garantire una buffer di protezione di ampiezza significativa.

Il resto del territorio intensamente antropizzato, è caratterizzato da una frammentazione elevata e non presenta corridoi ecologici ben definiti nemmeno nelle fasce ripariali, ma piuttosto diversi *stepping stones* di dimensioni piuttosto ridotte.

#### **4.4.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente**

##### **4.4.2.1 Vegetazione e flora**

L'analisi degli impatti ritenuti potenziali e/o cumulativi su vegetazione e flora viene illustrata in base alle realizzazioni progettuali ed alle diverse fasi della loro messa in opera.

Per effettuare l'analisi previsiva relativa alle eventuali influenze indotte dal progetto sulla vegetazione locale, occorre considerare le fasi principali in cui si svilupperanno le azioni in progetto: la fase di cantiere e la fase di esercizio.

###### **4.4.2.1.1 Fase di cantiere**

Durante la fase di cantiere le azioni di progetto per la realizzazione delle opere previste maggiormente responsabili dell'impatto sulla componente sono rappresentate da:

- allestimento ed esercizio delle aree di lavoro;
- creazione delle vie di transito;
- operazioni di scavo e sbancamento;
- realizzazione dei pozzi dei piezometri;
- realizzazione dell'impianto di trattamento delle acque emunte.

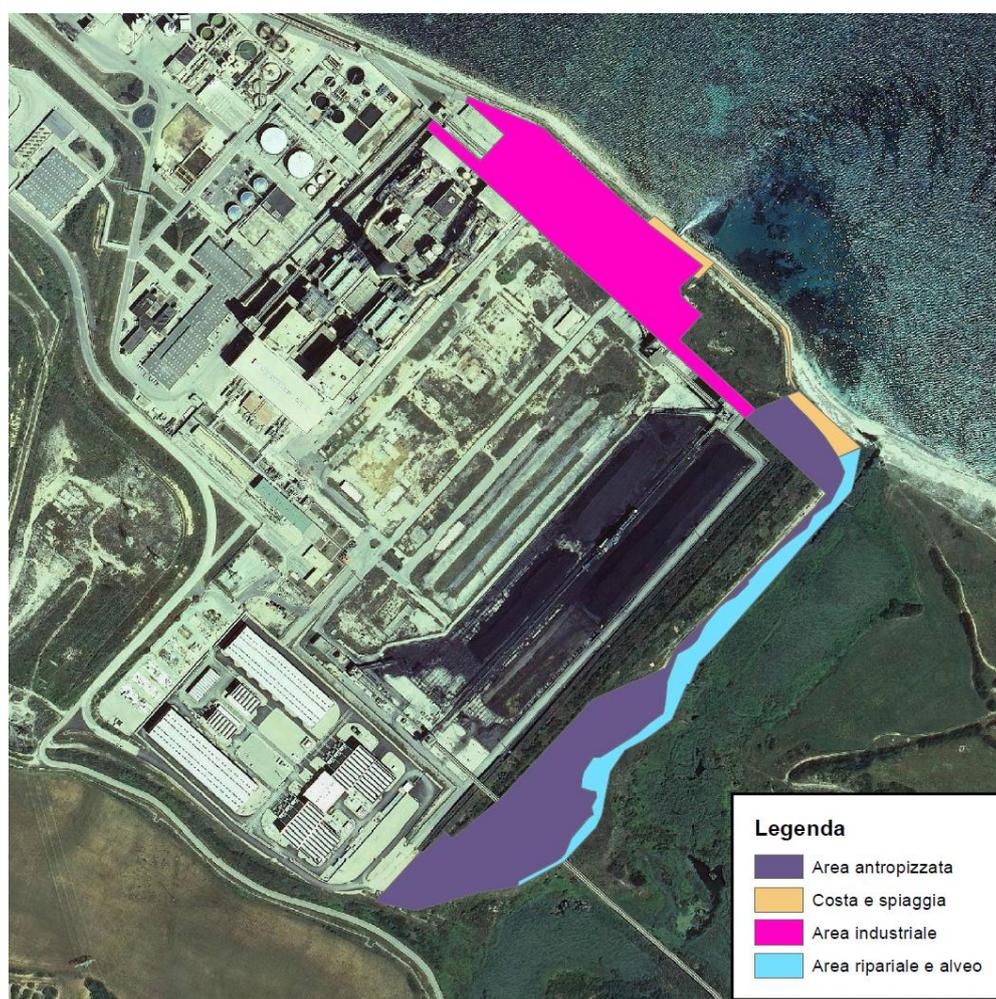
Gli impatti potenziali previsti per la fase di costruzione dell'impianto sono quindi da ricondurre essenzialmente a:

- sottrazione di habitat e soppressione di essenze vegetali, per la realizzazione delle opere e dell'allestimento del cantiere;
- dispersione di polveri e gas di scarico, sia derivante dalle attività del cantiere stesso che dal traffico lungo le strade ad esso asservite per la movimentazione dei materiali.

La realizzazione delle opere per la bonifica delle acque di falda potranno interferire in qualche modo con gli habitat e la vegetazione esistente in loco, anche se gli interventi previsti interesseranno anche aree industriali e limitrofe ad esse.

Per quanto concerne l'occupazione del suolo, le opere si inseriscono in un territorio già caratterizzato dalla presenza di ampie aree industriali, in prossimità del Fiume Santo, il cui alveo, nella parte terminale, sarà direttamente interessato dagli interventi in progetto.

Per il calcolo della sottrazione di suolo, nella fase di cantiere, è stata cautelativamente considerata tutta la superficie compresa nella recinzione dei due cantieri lato fiume e lato mare, per una superficie complessiva pari a circa 74.300 m<sup>2</sup>. Circa 28.400 m<sup>2</sup> della superficie occupata in fase di cantiere è rappresentata dall'area industriale interna all'area E.On.; 3.000 m<sup>2</sup> sono rappresentati da area costiera; 33.200 m<sup>2</sup> sono rappresentati dall'area limitrofa al sito industriale e già interessata da diversi interventi antropici più o meno invasivi (strada, realizzazione di pozzi, piezometri, ecc.); 9.700 m<sup>2</sup> interessati dalla parte terminale dell'alveo del Fiume Santo e dell'area ripariale (Figura 4.4.1).



**Figura 4.4.1 – Tipologie di aree interessate nella fase di cantiere**

Quasi l'83% della superficie occupata in fase di cantiere ha una valenza naturalistico-vegetazionale molto bassa, con un impatto sulla componente trascurabile; mentre l'impatto generato dall'interferenza dovuta all'occupazione dell'area ripariale e alveale, seppur rappresentata dal 13,2 % dell'intera superficie occupata, è da considerarsi medio-alto per il valore naturalistico-vegetazionale dell'area.

L'impatto delle polveri, generato dalla movimentazione dei mezzi d'opera, che si esplica essenzialmente come una riduzione temporanea dell'efficienza fotosintetica della

vegetazione presente nelle immediate vicinanze delle sorgenti, può essere facilmente attenuato con semplici accorgimenti operativi come la bagnatura con appositi nebulizzatori delle superfici non pavimentate, così come previste nelle misure di mitigazione che saranno adottate.

Per quanto riguarda il possibile impatto dovuto alla ricaduta di inquinanti emessi dagli automezzi e dalle macchine operatrici si ritiene trascurabile anche in considerazione dell'entità e della reversibilità dell'impatto nonché dell'utilizzo di macchine in buone condizioni di manutenzione ed efficienza.

Le potenziali interferenze connesse alle attività di cantiere avranno comunque un carattere temporaneo e reversibile e coinvolgeranno prevalentemente l'area di cantiere caratterizzata dalla presenza prevalente aree antropizzate, ad esclusione dell'area ripariale.

Gli impatti potenziali sulla componente vegetazione e flora dovute alla produzione di polveri e all'emissione di gas di scarico sono da considerarsi trascurabili.

#### 4.4.2.1.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio, con il progredire dell'opera di bonifica della falda, sono attesi impatti positivi sulla componente flora e vegetazione.

#### 4.4.2.2 Fauna ed ecosistemi

L'analisi sugli impatti ritenuti potenziali e/o cumulativi sulla fauna e sugli ecosistemi viene illustrata in base alle realizzazioni progettuali ed alle diverse fasi della loro messa in opera.

##### 4.4.2.2.1 Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere le azioni di progetto per la realizzazione delle opere previste maggiormente responsabili dell'impatto sulla componente sono rappresentate da:

- allestimento ed esercizio delle aree di lavoro;
- creazione delle vie di transito;
- operazioni di scavo e sbancamento;
- realizzazione dei pozzi dei piezometri;
- realizzazione dell'impianto di trattamento delle acque emunte.

Le pressioni potenzialmente generate dalle azioni di progetto, in grado di produrre interferenze dirette o indirette sulla componente, sono:

- sottrazione e/o frammentazione di habitat, per la realizzazione delle opere e dell'allestimento del cantiere;
- perturbazione della fauna potenzialmente presente, per le emissioni acustiche e la presenza antropica;

- alterazioni delle caratteristiche ambientali degli habitat.

Le opere in progetto occupano prevalentemente un'area già caratterizzata da interventi antropici (area industriale e aree limitrofe), quindi già sottoposta ad un'alterazione dovuta alle attività presenti. Le attività in progetto interesseranno anche parzialmente l'alveo e le aree ripariali del Fiume Santo, che rappresenta una *stepping stone*, anche se in misura ridotta, poiché le dimensioni non sono tali da garantire una buffer di protezione di ampiezza significativa. L'area ripariale può essere considerata una zona di foraggiamento o di caccia per alcune specie animali anche provenienti dalle aree limitrofe, soprattutto anfibi e specie ornitiche. Essendo comunque un'area per caratteristiche altamente vicariabile dalle aree adiacenti, si ritiene che l'impatto sulla fauna dovuto alla sottrazione di habitat è da considerarsi basso.

Il resto del territorio intensamente antropizzato, è caratterizzato da una frammentazione elevata e non presenta corridoi ecologici ben definiti, per cui, complessivamente, si può ritenere che anche l'impatto generato per la frammentazione di habitat sia di bassa entità.

Le emissioni di rumore originate dalle attività di allestimento ed esercizio delle aree di lavoro potrebbero costituire un elemento di disturbo per le specie faunistiche individuate nelle differenti unità ambientali dell'area di studio. Tale impatto si ritiene, tuttavia, trascurabile in relazione al rumore di fondo già presente a cui le specie faunistiche sono abituate e in relazione alla sua reversibilità al termine del periodo lavorativo. Le specie sensibili alla presenza dell'uomo possono essere disturbate, e quindi allontanate, dalla maggiore presenza umana dovuta alla fase di costruzione. La fauna locale potrà reagire alla presenza del cantiere allontanandosi inizialmente dalle fasce di territorio circostanti il sito, soprattutto l'ornitofauna che risulta particolarmente sensibile a sollecitazioni di questo tipo; in un secondo tempo, tenderà a rioccupare tali habitat.

Le attività in progetto riguarderanno anche la modificazione della parte terminale dell'alveo del Fiume Santo, con alterazioni dirette alle caratteristiche ambientali del sito. Tali modificazioni potrebbero comportare impatti significativi alle specie di anfibi potenzialmente presenti nell'area.

La produzione di polveri e l'emissione dei gas di scarico dovuta ai mezzi cantiere saranno limitate e circoscritte alle aree di cantiere, così da non provocare cambiamenti negli elementi principali del sito e di conseguenza alterazione agli habitat.

#### 4.4.2.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio, con il progredire dell'opera di bonifica della falda, non si rilevano impatti sulla componente fauna ed ecosistemi.

#### *4.4.2.3 Interventi di mitigazione*

Gli accorgimenti in fase di cantiere riguarderanno innanzi tutto la gestione del cantiere stesso con l'allontanamento dei rifiuti prodotti e il loro smaltimento in accordo con la normativa vigente. Il passaggio degli automezzi su strade non asfaltate sarà effettuato a velocità ridotta e, in caso di strade particolarmente polverose, sarà necessario provvedere alla loro bagnatura.

#### *4.4.2.4 Fase di dismissione*

Gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati analoghi a quelli della precedente fase di cantiere.

## 4.5 Rumore

### 4.5.1 Caratterizzazione della componente

#### 4.5.1.1 Premessa

Nel seguente capitolo sono analizzati gli impatti sulla componente rumore derivanti dalla realizzazione dell'intervento di bonifica della falda nell'area della Stazione Elettrica Terna di Conversione SA.PE.I. presso il sito di Fiume Santo, nel territorio comunale di Sassari (SS). Tali interventi, volti all'intercettazione dei flussi idrici sotterranei contaminati diretti verso il Fiume Santo e verso il mare, saranno attuati mediante la realizzazione di una barriera fisica ed idraulica e delle opere civili associate. L'opera interessa una zona priva di insediamenti abitativi, ove insistono però importanti realtà industriali.

Gli interventi si svilupperanno lungo due lati: "lato fiume" in sponda sinistra del Fiume Santo in prossimità dell'alveo lungo l'area adiacente al confine Sud-Est della Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, a partire dall'area a Sud Ovest della Stazione Terna, fino al mare e "lato mare", all'interno della centrale E.On. e lungo la costa, congiungendosi alle opere "lato fiume" in corrispondenza della foce del Fiume Santo.

Dal punto di vista dell'impatto acustico, nel corso della realizzazione degli interventi (cantiere), si avranno fasi potenzialmente disturbanti legate all'utilizzo dei mezzi meccanici, in funzione delle attività previste.

Durante la fase di esercizio l'impatto acustico, di limitatissimo rilievo, è legato solamente ai nuovi impianti di pompaggio e di trattamento dell'acqua di falda.

#### 4.5.1.2 Quadro normativo di riferimento

##### 4.5.1.2.1 Legislazione nazionale

Le emissioni sonore, che accompagnano normalmente qualsiasi tipo d'attività, producono un "inquinamento acustico" quando, secondo la definizione dell'art. 2 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono tali da *"provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi"*.

Il fenomeno delle emissioni sonore è stato disciplinato nel tempo da diversi provvedimenti normativi che avevano definito, fra l'altro, i limiti d'esposizione e previsto le modalità di misurazione del rumore; è stata tuttavia la citata Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" che ha fornito una disciplina organica in materia, creando le condizioni per un più articolato sistema normativo.

La completa operatività della legge quadro è legata all'emissione, oramai completata, di un consistente numero di decreti ministeriali integrativi e all'attuazione degli

adempimenti da questi previsti. Alle Regioni, Province e Comuni la legge attribuisce principalmente compiti di programmazione (predisposizione dei piani di zonizzazione acustica) e di pianificazione degli interventi di risanamento.

Particolarmente rilevante ai fini dell'applicazione della legge quadro è il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che stabilisce, ai sensi dell'art. 2 della Legge 447/95, i valori limite di emissione<sup>23</sup>, di immissione<sup>24</sup>, di attenzione e di qualità da riferire al territorio nelle sue differenti destinazioni d'uso (Tabella A allegata al decreto), di seguito ripresa:

**Tabella 4.5.1 - DPCM 14.11.97: descrizione delle classi acustiche (tabella A)**

<b>Classe I</b>	Aree particolarmente protette: aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere scolastiche aree destinate al riposo ed allo svago aree residenziali rurali aree di particolare interesse urbanistico parchi pubblici ecc.
<b>Classe II</b>	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale con bassa densità di popolazione con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
<b>Classe III</b>	Aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
<b>Classe IV</b>	Aree di intensa attività umana: aree urbane interessate da intenso traffico veicolare con alta densità di popolazione con elevata presenza di attività commerciali ed uffici con presenza di attività artigianali le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie le aree portuali le aree con limitata presenza di piccole industrie.
<b>Classe V</b>	Aree prevalentemente industriali: aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
<b>Classe VI</b>	Aree esclusivamente industriali: aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

I valori dei limiti sono definiti, per ogni classe, nell'Allegato al DPCM 14/11/97: le tabelle ivi riportate indicano i valori da non superare per le "emissioni", cioè per il rumore prodotto da ogni singola "sorgente"<sup>25</sup> presente sul territorio, e i valori limite da non superare per le "immissioni", per il rumore cioè determinato dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nel sito. Con riferimento ai limiti di emissione il decreto stabilisce che "i rilevamenti e le verifiche devono essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità".

<sup>23</sup> Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

<sup>24</sup> Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

<sup>25</sup> Per "sorgente" s'intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale.

Nella seguente tabella sono riportati tali valori limite, espressi come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A ( $L_{Aeq,TR}$ ) relativo al tempo di riferimento diurno (ore 06:00÷22:00) o notturno (ore 22:00÷06:00).

**Tabella 4.5.2 - DPCM 14.11.97: Limiti di immissione e di emissione – Leq in dBA**

	Tempi di riferimento (TR)	Classi di destinazione d'uso del territorio					
		I	II	III	IV	V	VI
Valori limite assoluti di immissione [dB(A)]	Diurno (ore 06.00÷22.00)	50	55	60	65	70	70
	Notturmo (ore 22.00÷06.00)	40	45	50	55	60	70
Valori limite di emissione [dB(A)]	Diurno (ore 06.00÷22.00)	45	50	55	60	65	65
	Notturmo (ore 22.00÷06.00)	35	40	45	50	55	65

I limiti di emissione, pari a 5 dB in meno dei corrispondenti limiti di immissione, costituiscono un aspetto controverso e poco chiaro nella legislazione italiana in materia di inquinamento acustico. Infatti, mentre la Legge Quadro 447/95 definisce il limite di emissione come "il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa", il DPCM 14/11/1997, con riferimento ai limiti di emissione, stabilisce che "i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità".

Nel caso in cui un comune non disponga ancora del Piano di Classificazione acustica del proprio territorio ai sensi del DPCM 14/11/97, come stabilito dalla Legge Quadro 447/95, si applicano, ai sensi dell'art.8 del DPCM 14/11/97, i limiti transitori di cui all'art.6, comma 1 del DPCM 01/03/91, che richiamano le destinazioni territoriali di cui al DM n. 1444 del 2 aprile 1968, art. 2. Tali limiti vengono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 4.5.3 - Limiti transitori di accettabilità in assenza della classificazione acustica comunale (DPCM 01/03/1991, art.3) – Leq in dBA**

	Tempi di riferimento (TR)	
	Diurno (ore 06.00÷22.00)	Notturmo (ore 22.00÷06.00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n° 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n° 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Le zone A e B sono individuate nei Piani Regolatori.  
**Zone A:** parti del territorio interessato da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale. o porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.  
**Zone B:** parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A (si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore a un ottavo della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq.

Oltre ai limiti assoluti precedentemente richiamati, la legislazione prescrive il rispetto dei limiti differenziali di immissione in corrispondenza degli ambienti abitativi individuati quali ricettori. I valori stabiliti per questi limiti sono pari a + 5 dB(A) per il periodo diurno

e a + 3 dB(A) per il periodo notturno. Tali valori non si applicano nelle aree in classe VI (esclusivamente industriali) e nel caso in cui le misure ai ricettori risultino inferiori ai valori minimi di soglia precisati dal decreto.

Il DMA 16/03/1998 definisce le tecniche di rilevamento da adottare per la misurazione dei livelli di emissione ed immissione acustica, dell'impulsività dell'evento, della presenza di componenti tonali e/o di bassa frequenza.

Tra gli altri decreti attuativi emanati a seguito della Legge Quadro si segnala il DPR 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Quest'ultimo testo attua quanto previsto dal DPCM 14/11/1997. In tale decreto si evinceva, infatti, che le sorgenti sonore costituite dalle arterie stradali, all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza 26, "concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione", mentre all'interno di queste esse sono regolamentate da apposito decreto, per l'appunto, il D.P.R. 30/03/2004, n. 142. Tali fasce presentano ampiezze variabili in relazione al genere e alla categoria dell'infrastruttura. Il D.P.R. n. 142, sulla falsariga dell'analogo decreto per le infrastrutture ferroviarie (D.P.R. n. 459), stabilisce, all'Allegato 1, l'estensione delle fasce di pertinenza (Fascia di pertinenza acustica) per le diverse tipologie di infrastruttura sia esistenti che di nuova realizzazione ed indica i valori limite di immissione diurni e notturni delle infrastrutture stradali per ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e per gli altri ricettori all'interno della fasce stesse.

In pratica quindi, per le fasce di pertinenza vengono stabiliti dei valori limite di immissione riferiti alla sola rumorosità prodotta dal traffico sull'infrastruttura medesima, mentre solo al di fuori delle fasce di pertinenza il rumore prodotto dalle infrastrutture concorre direttamente al livello di rumore complessivo immesso<sup>27</sup>, da confrontare con i limiti di zona.

#### 4.5.1.2.2 Legislazione regionale

La legislazione regionale di riferimento è costituita dalla D.G.R. 62/9 del 14/11/2008: "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale". Tale testo è articolato in otto parti, che trattano rispettivamente di: criteri di classificazione acustica e piani di risanamento dei territori comunali, regolamento acustico comunale, impatto

---

<sup>26</sup> Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

<sup>27</sup> Tali fasce di pertinenza costituiscono, di fatto, fasce di esenzione relative alla sola rumorosità prodotta dal traffico stradale sull'arteria a cui si riferiscono, rispetto al limite di zona locale, che dovrà invece essere rispettato dall'insieme di tutte le altre sorgenti che interessano detta zona. In considerazione di quanto sopra, gli insediamenti abitativi all'interno delle fasce potranno essere sottoposti ad un livello di rumore aggiuntivo rispetto a quello massimo della zona cui la fascia appartiene.

acustico e clima acustico, attività rumorose temporanee, requisiti acustici passivi degli edifici, determinazione e gestione del rumore ambientale in applicazione del D.Lgs. 194/05 ed infine della figura del tecnico competente in acustica ambientale.

La parte V, relativa alle attività rumorose a carattere temporaneo, tratta anche di cantieri edili ecc., che impiegano macchinari e/o impianti rumorosi. Si stabilisce che le attività rumorose sono soggette in generale a specifica autorizzazione da parte dell'Autorità comunale competente. L'Autorità comunale, così come previsto dall'art. 6 lett. h) della L. 447/95, può prevedere con proprio regolamento eventuali deroghe al rispetto dei valori dei livelli sonori previsti dalla normativa vigente, nell'ambito dell'esercizio delle attività sopra citate. Il provvedimento di autorizzazione in deroga deve comunque prescrivere le misure necessarie a ridurre al minimo le molestie a terzi e i limiti temporali e spaziali di validità della deroga. I limiti della deroga devono sempre essere considerati come limiti di emissione dell'attività nel suo complesso, intesa come sorgente unica. Tali limiti sono sempre misurati in facciata degli edifici in corrispondenza dei ricettori più disturbati o più vicini. Le misurazioni vanno effettuate conformemente a quanto prescritto nel D.M. 16 marzo 1998 recante "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

#### 4.5.1.2.3 Stato attuale di applicazione della normativa sul rumore

Si è provveduto a caratterizzare la componente dal punto di vista dello stato della pianificazione di settore, tramite la lettura dei Piani di Zonizzazione Acustica dei comuni interessati per una porzione di territorio adiacente al tracciato.

Gli interventi sono concentrati nel territorio comunale di Sassari, il cui confine con Porto Torres si trova immediatamente ad Est delle aree interessate dal progetto.

Il Comune di Sassari si è dotato di un Piano di classificazione acustica la cui bozza è stata approvata in prima lettura dal Consiglio comunale (delibera n. 30 del 01/03/2007), ma attualmente il suo iter di approvazione definitiva è sospeso in attesa di armonizzarlo con il nuovo Piano Urbanistico Comunale. Nell'ambito di questo studio è stato comunque preso in considerazione.

Lo stralcio cartografico del piano per la porzione di territorio interessato dal progetto è riportato all'interno del Quadro Programmatico (§ 2.4.6).

La zona industriale di Fiume Santo, a cui fanno capo la centrale termoelettrica E.On., la stazione Terna SA.PE.I. è stata inserita in classe VI "Aree esclusivamente industriali", mentre al territorio comunale verso l'entroterra è stata assegnata la classe III "Aree di tipo misto", con l'interposizione di fasce cuscinetto in classe V e IV, assegnate scalarmente, mantenendo il principio di decadimento dei 5 dB(A) per ogni salto di classe, come richiesto dalle Linee Guida emanate dalla Regione Sardegna.

Lungo il litorale, a Nord-Ovest dell'area industriale si segnala il territorio interessato dal SIC – Stagno di Pilo e Casaraccio , assegnato alla Classe I, che va a raccordarsi con le classi superiori (la classe VI e la classe III) mediante l'interposizione di classi intermedie ovvero inserendo fasce cuscinetto.

Nel caso specifico, la tabella 13 della relazione di accompagnamento della zonizzazione acustica, che fa riferimento all'elaborato grafico "Tav. 5", non inserisce la SP 57 tra le "Extraurbane secondarie" di categoria Cb.

Il comune di Porto Torres non dispone del Piano di Classificazione acustica del proprio territorio ai sensi del DPCM 14/11/97. In carenza di una zonizzazione acustica, come stabilito dalla Legge Quadro 447/95, si applicano, ai sensi dell'art.8 del DPCM 14/11/97, i limiti transitori di cui all'art.6, comma 1 del DPCM 01/03/91, che richiamano le destinazioni territoriali di cui al DM n. 1444 del 2 aprile 1968 (Tabella 4.5.3).

L'area industriale dello stabilimento petrolchimico occupato dagli stabilimenti si configura come "Zona esclusivamente industriale", con limiti di accettabilità diurno e notturno pari a 70 dB(A); l'area esterna a questa rientra invece nella tipologia di zone definita "Tutto il territorio nazionale", con limite di accettabilità diurno di 70 dB(A) e limite notturno di 60 dB(A).

#### *4.5.1.3 Caratterizzazione del sistema insediativo e del carico emissivo*

L'area è attraversata da due corsi d'acqua, il Fiume Santo e il Riu S. Nicola; si segnala inoltre l'area di pregio naturalistico dello Stagno di Pilo.

L'area di indagine risulta in gran parte disabitata, ad eccezione di un unico ricettore abitativo, ubicato nel Comune di Sassari, in località Cazza Larga a circa 2 km di distanza dall'impianto in direzione sud (il centro abitato più vicino alla Centrale è Porto Torres, che dista circa 8 km dall'impianto in direzione est, mentre a circa 4 km in direzione sud-ovest si trova la località Pozzo S. Nicola).

L'area è raggiungibile mediante la S.P. 57, che transita a circa 2 km a sud del sito, alla quale è collegata attraverso viabilità secondaria.

La zona in cui si svilupperanno gli interventi è limitrofa a due importanti realtà industriali, costituite dalla centrale termoelettrica E.On. di Fiume Santo e dalla stazione elettrica Terna SA.PE.I..

La rumorosità ambientale del sito è caratterizzata dalla presenza di più sorgenti sonore:

- la centrale termoelettrica E.On., dotata di quattro sezioni termoelettriche convenzionali e di due sezioni turbogas da 40 MWe con finalità esclusiva di stabilizzazione e sicurezza della rete di trasmissione;
- l'annesso nastro di trasporto che collega la centrale al vicino porto industriale di Porto Torres;

- la stazione elettrica Terna;
- la centrale Alta Nurra di Enel Green Power dotata di n°7 aerogeneratori tripala e di un impianto fotovoltaico;
- il traffico veicolare lungo la SP 27;
- una importante area estrattiva di materiali per uso civile, nei pressi in località Cazza Larga;
- il complesso dello stabilimento petrolchimico, che dista circa 2 km dall'area di intervento.

L'area è stata alterata nel tempo dall'antropizzazione sviluppatasi attorno al complesso industriale limitrofo attraverso strade, elettrodotti, servizi e sottoservizi. Ampie porzioni di territorio sono di pertinenza degli insediamenti industriali e sono quindi recintate.

#### *4.5.1.4 Caratterizzazione acustica del territorio*

Verificata la sostanziale assenza di ricettori abitativi nell'immediato intorno delle aree di intervento, non è stata eseguita una campagna di misura specifica sul sito; un quadro orientativo del clima acustico del sito è stato però ricavato dai dati reperiti in rete (provvedimento di AIA per centrale E.On. di Fiume Santo n° DVA-DEC-2010-0000207 del 26/04/2010 disponibile su [www.aia.minambiente.it](http://www.aia.minambiente.it)).

Presso l'unico corpo ricettore presente nella zona, costituito da alcuni fabbricati in località Cazza Larga, che distano però circa 2 km dal sito di intervento, sono stati rilevati valori del livello equivalente sul tempo di riferimento ( $L_{Aeq,TR}$ ) pari a circa 47 dB(A) in periodo diurno e a circa 45 dB(A) in periodo notturno. Presso l'area immediatamente ad Est della zona di intervento, nei pressi del nastro carbone, sono stati rilevati valori diurni compresi tra 50 e 60 dB e valori notturni compresi tra 45 e 55 dB.

#### *4.5.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente*

L'impatto acustico dell'opera durante la fase realizzativa (cantiere) riguarda essenzialmente l'utilizzo di macchine operatrici e altre apparecchiature nell'ambito delle aree di intervento ed il traffico indotto.

In fase di esercizio l'impatto acustico è legato essenzialmente alla rumorosità prodotta dai macchinari afferenti al nuovo impianto di trattamento dell'acqua di falda.

##### *4.5.2.1 Fase di cantiere*

###### *4.5.2.1.1 Descrizione della fase di cantiere*

In fase di cantiere, il rumore sarà generato prevalentemente dai macchinari utilizzati per le diverse attività di costruzione, oltre che dal traffico di veicoli pesanti per il trasporto dei materiali e di veicoli leggeri per il trasporto delle maestranze. La sua intensità

dipende quindi sia dal momento della giornata considerata, sia dalla fase realizzativa in cui il cantiere si trova.

Il sito in esame si trova nella zona adiacente alla Stazione di Conversione SA.PE.I di Terna S.p.A. e alla centrale termoelettrica E.On., nei pressi della foce del Fiume Santo, ad Ovest di Porto Torres.

Gli interventi sono suddivisi in due stralci: il primo stralcio è denominato convenzionalmente "lato fiume", il secondo, in corrispondenza della linea di costa, è denominato "lato mare". In particolare le opere in progetto sono collocate:

- "lato fiume": lungo il confine Sud-Est della centrale termoelettrica di Fiume Santo, in prossimità dell'alveo del Fiume Santo sulla sponda sinistra, a partire dall'area a Sud Ovest della Stazione di conversione Terna, fino al mare;
- "lato mare": all'interno della centrale E.On. e lungo la linea costiera, congiungendosi alle opere "lato fiume" in corrispondenza della foce del Fiume Santo.

I lavori per la realizzazione della barriera fisica ed idraulica e delle opere civili associate "lato fiume" avranno una durata complessiva è stimata in 58 mesi; quelli per la realizzazione delle opere di barrieramento fisico e idraulico delle falde sotterranee "lato mare" avranno una durata complessiva stimata in 66 mesi circa e saranno successivi a quelli "lato fiume". Pertanto non vi sarà alcuna sovrapposizione significativa tra le attività previste.

Su entrambi i fronti, i lavori saranno suddivisi in "partite" parzialmente sovrapposte: partita 1 (Barriera fisica), partita 2 (Barriera idraulica), partita 3 (Trincea drenante superficiale), ecc.

Tutte le partite saranno eseguite operando con singolo turno di lavoro.

Le lavorazioni della Partita 4 (Collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche) saranno eseguite dopo il completamento delle partite precedenti allo scopo di evitare interferenze operative. Le lavorazioni della Partita 5 (Gestione rifiuti prodotti nel corso delle attività) saranno contestuali alla conduzione delle altre partite.

La realizzazione degli impianti tecnologici sarà effettuata al completamento delle opere di barrieramento fisico-idraulico.

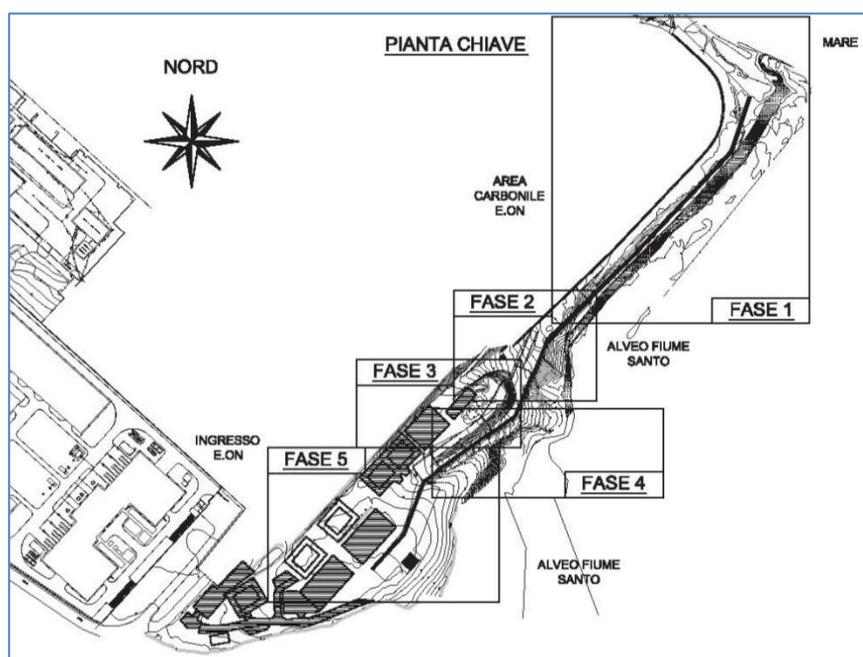
Dal punto di vista dei macchinari coinvolti, si possono distinguere tre assetti, esplicitati nella Tabella 4.5.4.

**Tabella 4.5.4 – Fasi operative e macchinari coinvolti**

Fase	Macchinari
CANTIERIZZAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n° variabile di camion da trasporto provenienti dall'esterno per approvvigionamenti, autopompa per il getto del cls, autobotti trasporto liquidi;</li> <li>• n° variabile di automobili e autocarri di supporto alle attività.</li> </ul>
Realizzazione della BARRIERA IDRAULICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n° 2 perforatrici per il Lato Fiume e n° 4 per il Lato Mare</li> <li>• n° 1 escavatore per scavi principali</li> <li>• n° 1 miniescavatore per scavi localizzati</li> <li>• n° 1 pala gommata movimento terra e gestione aree di deposito terreni</li> <li>• n° 2 camion per movimento terra</li> </ul>
Realizzazione della BARRIERA FISICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n° 1 attrezzatura per diaframma</li> <li>• n° 1 attrezzatura per pali secanti trincea</li> <li>• n° 1 perforatrice per jet grouting</li> <li>• n° 1 impianto preparazione e ricircolo fanghi bentonitici</li> <li>• n° 1 rullo per posa in opera geomembrana in HDPE</li> </ul>

Ai fini della valutazione dell'impatto, sulla base del cronoprogramma di progetto, è stato selezionato un intervallo temporale di circa 4 mesi, al partire dal mese n° 23 da inizio lavori. In tale periodo si avrà la sovrapposizione di diverse fasi lavorative "lato fiume", che potranno avere potenzialmente un maggiore impatto verso l'entroterra, in quanto meno schermate rispetto alle altre e rispetto a tutte quelle "lato mare". Si tratta di:

- fase 5 delle attività "lato fiume" (Figura 4.5.1), partita 1 – Barriera fisica verticale. Si prevedono essenzialmente due attività: l'esecuzione del prescavo mediante pali secanti o sistema alternativo e la realizzazione del diaframma composito;
- partite 2-4 realizzazione di alcuni pozzi (tra P01 e P022) e piezometri (tra 23 e 29);
- partita 3: realizzazione di trincea drenante mediante pali secanti e pozzi di raccolta acque della trincea drenante.



**Figura 4.5.1 – Fasi delle attività lato fiume**

#### 4.5.2.1.2 Caratterizzazione delle emissioni

Il livello di potenza sonora attribuito ai macchinari nel modello previsionale è stato ricavato dalle seguenti fonti informative:

- documentazione fornita dai produttori delle attrezzature segnalate dai progettisti;
- banca dati<sup>28</sup> predisposta da C.P.T. Torino, ampiamente utilizzata per le valutazioni previsionali d'impatto acustico dei cantieri edili;
- standard BS 5228-1:2009 "Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites. Noise".

I macchinari inseriti nel modello per la simulazione dell'emissione sonora delle attività di cantiere sono indicati con le rispettive potenze sonore nella Tabella 4.5.5. Si indica anche una percentuale di utilizzo della apparecchiatura rispetto all'intero orario lavorativo. Tutti i macchinari, considerati in funzione contemporaneamente, sono stati rappresentati mediante sorgenti puntuali.

Sono state assunte alcune ipotesi conservative: per alcuni macchinari, tra l'altro quelli più rumorosi (le perforatrici e le attrezzature per diaframma, pali secanti e jet-grouting) è stato utilizzato il livello di potenza sonora garantito, che risulta superiore di 2-3 dB rispetto a quello misurato sperimentalmente; tale dato tiene conto, su base statistica, della possibile variabilità dell'emissione sonora del macchinario rispetto all'esemplare testato. Inoltre le lavorazioni presso la barriera idraulica, svolte dalle due perforatrici, sono state localizzate presso i due pozzi P13 e P22, che, tra quelli previsti dal cronoprogramma per l'intervallo temporale considerato, risultano più lontani dalla costa nella direzione dell'entroterra e quindi potenzialmente più impattanti.

**Tabella 4.5.5 - Sorgenti sonore inserite nel modello e livello di potenza sonora**

Sorgente	N°	Livello Potenza sonora [dB(A)]	Fonte dei dati	% di utilizzo
<i>Barriera idraulica</i>				
Perforatrice (tipo Casagrande C8 o assimilabile)	2	<b>112 cad.</b>	Documentazione del produttore	70%
Escavatore per scavi principali (tipo Komatsu PC 240 o assimilabile)	1	<b>104</b>	Documentazione del produttore	70%
Miniescavatore per scavi localizzati (tipo Komatsu PC 50 MR o assimilabile)	1	<b>98</b>	Banca dati C.P.T. Torino	50%
Pala gommata movimento terra e gestione aree di deposito terreni (tipo Komatsu WA 180 o assimilabile)	1	<b>106</b>	Documentazione del produttore	70%
Camion per movimento terra (tipo Iveco Eurotrakker o assimilabile)	2	<b>103 cad.</b>	Banca dati C.P.T. Torino	50%
<i>Barriera fisica</i>				

<sup>28</sup> <http://www.cpt.to.it/pag.aspx?id=14>

Sorgente	N°	Livello Potenza sonora [dB(A)]	Fonte dei dati	% di utilizzo
Attrezzatura per diaframma (tipo Casagrande B250XP o assimilabile)	1	114	Dati ottenuti sulla base dello standard BS 5228	70%
Attrezzatura per pali secanti trincea (tipo Casagrande B125XP o assimilabile)	1	109	Documentazione del produttore	70%
Perforatrice per jet grouting (tipo Casagrande C7 o assimilabile)	1	113	Dati ottenuti sulla base dello standard BS 5228	80%
Impianto preparazione e ricircolo fanghi bentonitici (tipo Soilmec o assimilabile)	1	98	Dati ottenuti sulla base dello standard BS 5228	80%

Nella valutazione è stato trascurato il rullo per la posa in opera della geomembrana in HDPE.

Il calcolo è stato eseguito su uno scenario di simulazione tridimensionale ricavato dalla cartografia digitale del sito e dalla documentazione progettuale.

Nella simulazione le sorgenti sono state poste ad una altezza da terra di 1 metro; per il terreno è stato scelto il comportamento assorbente.

La simulazione è stata effettuata utilizzando il software previsionale SoundPLAN, con applicazione dell'algoritmo di calcolo di cui alla norma ISO 9613-2.

Nella Figura 4.5.2 si riportano le curve isofoniche relative ai valori del livello sonoro prodotto dalle macchine indicate; il calcolo è relativo ad un'altezza da terra di 2 metri.

I livelli sono rappresentativi del solo intervallo lavorativo e non tengono conto delle fasi di inattività del cantiere nell'arco del TR diurno (ore 06-22). Ai fini della valutazione dei limiti di immissione essi sono quindi da intendersi come cautelativi.

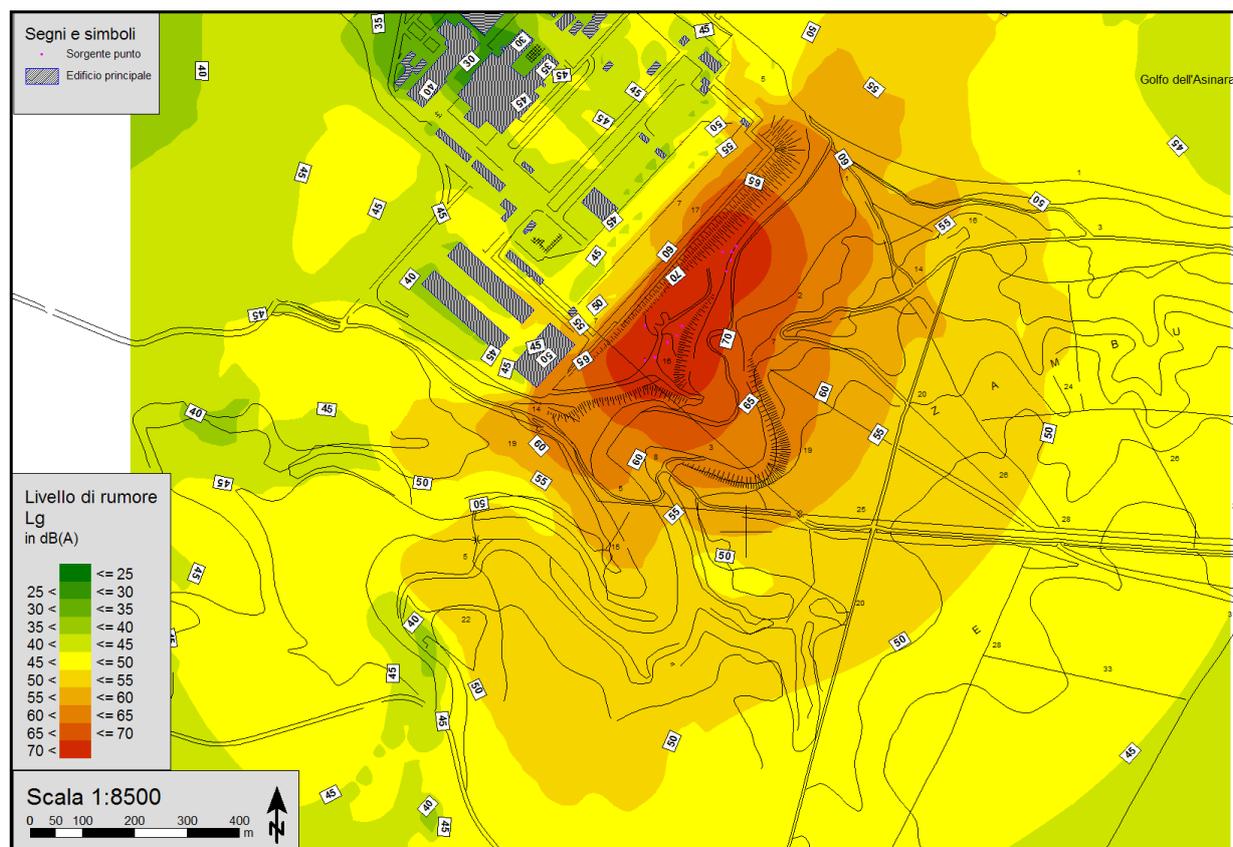


Figura 4.5.2 - Curve isofoniche di immissione specifica del cantiere

### 4.5.2.1.3 Traffico indotto

Durante la fase di realizzazione dell'intervento, nell'area vi sarà un aumento del traffico veicolare dovuto agli automezzi in arrivo e in partenza dall'area di cantiere.

Il traffico veicolare indotto è relativo all'alienazione dei rifiuti solidi e liquidi prodotti e stoccati nelle baie di deposito temporaneo predisposte all'interno dell'area di cantiere, nonché all'approvvigionamento del materiale necessario alla realizzazione delle opere a progetto. Un ulteriore contributo è associato al trasporto del personale operante nel cantiere. Per questo aspetto, tuttavia, in base ai dati di progetto, il numero massimo presunto di lavoratori, sia per le opere lato fiume che per quelle lato mare, è pari a 10, tale dunque da poter ritenere assolutamente trascurabile il contributo associato al loro trasporto anche dal punto di vista dell'impatto acustico.

Per quanto riguarda il trasporto dei materiali in ingresso e in uscita dal cantiere, in base alla documentazione progettuale, i rifiuti solidi complessivamente prodotti si possono stimare pari a circa 165'000 t, mentre quelli liquidi pari a circa 26'000 m<sup>3</sup>. I principali materiali di approvvigionamento possono invece essere complessivamente stimati in 41'600 m<sup>3</sup> di materiale da cava e conglomerati bituminosi, 26'000 t di cemento e 3'500 t di bentonite. Considerando che la durata complessiva delle attività, in base al

cronoprogramma di progetto, è di 58 mesi per le opere lato fiume e di 66 mesi per quelle lato mare, e che i lavori si svolgeranno in singolo turno lavorativo, considerando l'utilizzo di veicoli pesanti della capacità di 26 t, si può valutare un flusso medio di mezzi necessario alla movimentazione di tutto il materiale in ingresso e in uscita dal cantiere di circa 5 veicoli al giorno.

L'accesso all'area d'intervento avverrà tramite le principali infrastrutture viarie di collegamento al sito e quindi principalmente dalla SP 57. Tale viabilità ha la possibilità di accogliere tranquillamente il traffico aggiuntivo legato alla fase di cantiere/realizzazione dell'intervento in oggetto e già oggi è interessata dal traffico da e per l'area industriale, caratterizzato anche da veicoli pesanti. Il contributo del traffico indotto dalle attività di barrieramento all'inquinamento acustico della zona è quindi ampiamente trascurabile.

#### 4.5.2.1.4 Valutazione dei livelli di impatto

L'analisi della Figura 4.5.2, relativa alle attività di cantiere con i macchinari di cui alla Tabella 4.5.5, con le ipotesi cautelative descritte, evidenzia come, già alla distanza di 100÷150 m ca. dall'area di lavoro, si prevedano livelli sonori inferiori a 70 dB; a circa 300 m di distanza, il livello sonoro previsto sarà inferiore a 60 dB(A). Le aree degli impianti industriali adiacenti all'area di intervento saranno interessate da livelli sonori inferiori a 70 dB.

Presso l'unico corpo ricettore presente nella zona, costituito da alcuni fabbricati in località Cazza Larga, che distano però circa 2 km dal sito di intervento, la simulazione prevede un livello sonoro leggermente superiore a 36 dB(A) sul TR diurno (ore 22.00-06.00), assolutamente trascurabile rispetto al livello attuale rilevato sperimentalmente ( $L_{Aeq,TR}$ ), pari a circa 47 dB(A) in periodo diurno, di oltre 10 dB superiore.

Verificata la sostanziale assenza di ricettori abitativi nell'immediato intorno delle aree di intervento, si conferma la compatibilità del progetto con i limiti transitori di accettabilità di cui all'art.6, comma 1 del DPCM 01/03/91 da applicare, ai sensi dell'art.8 del DPCM 14/11/97, in carenza del provvedimento di zonizzazione acustica comunale, anche con l'ipotesi conservativa di funzionamento continuo del macchinario su tutto il tempo di riferimento. Il limite di accettabilità diurno, pari a 70 dB per le aree classificabili come "tutto il territorio nazionale", identico al limite diurno per le "zone esclusivamente industriali", sarà verificato già a poche decine di metri dalle aree di lavoro, in una zona peraltro priva di ricettori assimilabili ad "ambiente abitativo" ai sensi della Legge Quadro.

Nessuna implicazione si avrà invece in merito al tempo di riferimento notturno (ore 22.00-06.00), in quanto non sono previste lavorazioni in tale orario.

Trattandosi in ogni caso di attività rumorosa a carattere temporaneo, in presenza di specifiche lavorazioni particolarmente rumorose, temporalmente circoscritte e ad oggi

non prevedibili, potrà essere utilizzato lo strumento dell'autorizzazione in deroga (art. 6, comma 1, lett. h., della legge n. 447/1995, e s.m.i., D.G.R. n. 30/9 del 08/07/2005), da richiedere presso gli uffici comunali competenti.

Per l'accesso alle aree di cantiere si utilizzeranno prevalentemente le arterie locali (SP 57) e la viabilità di accesso agli impianti; il n° di transiti giornalieri previsti per i mezzi pesanti di cantiere sarà molto limitato, tale da non avere alcuna incidenza sugli attuali flussi veicolari e conseguentemente sulla rumorosità da traffico ad oggi presente.

#### 4.5.2.1.5 Interventi di mitigazione in fase di cantiere

Saranno adottati particolari accorgimenti, sia di tipo tecnico che gestionale, per ridurre l'impatto acustico in fase di cantiere.

- Terna richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale (D.Lgs n. 262 del 04/09/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" come modificato dal Decreto 24 Luglio 2006). Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (carterature, oculati posizionamenti dei mezzi nel cantiere, ecc.) e dovranno essere attuati gli interventi manutentivi previsti.
- L'operatività del cantiere sarà ristretta alle fasce orarie stabilite all'interno del normale orario lavorativo in periodo diurno dei giorni feriali.
- Verranno evitate sovrapposizioni di attività rumorose, sarà ottimizzato il n° di trasporti previsti dei mezzi pesanti.
- Qualora, in presenza di particolari situazioni non prevedibili si rendessero necessari ulteriori interventi mitigativi, potranno essere utilizzate barriere fonoisolanti mobili in prossimità dei corpi ricettori o a ridosso delle sorgenti.

#### 4.5.2.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio, l'impatto è limitato alla rumorosità prodotta dall'impianto di trattamento e agli impianti tecnologici asserviti al barrieramento. Infatti, nei pozzi di emungimento della falda carbonatica saranno installate pompe elettriche sommerse. Analoghe pompe saranno installate nei pozzi interni alla trincea drenante della pseudo-falda superficiale. Nei pozzi di immissione saranno installate pompe elettriche esterne.

L'impianto di trattamento è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi). L'acqua derivante dalla sezione di osmosi sarà reimpressa in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione.

Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

L'impianto sorgerà su tre platee distinte, due per la sezione di filtrazione e la sezione di finitura finale ed una per la sezione di filtrazione fanghi. La sezione di filtrazione sarà allocata ad di sotto di una tettoia di protezione, le linee di ultrafiltrazione ed osmosi inversa saranno collocate all'interno di un edificio che accoglierà anche il posto di conduzione, il magazzino ed il laboratorio chimico; la sezione di trattamento fanghi sarà invece totalmente all'aperto.

Gli impianti tecnologici associati al barrieramento fisico e idraulico delle acque sotterranee comprendono: sistemi di pompaggio, con relativa componentistica idraulica ed elettronica, da installare in corrispondenza dei pozzi di emungimento, di drenaggio e di immissione. Ogni pozzo sarà dotato di una pompa centrifuga (sommersibile nei pozzi di emungimento ed esterna nei pozzi di immissione), di un quadro elettrico di regolazione e comando, di un circuito idraulico di collegamento alla relativa linea di trasporto e della sensoristica accessoria.

#### 4.5.2.2.1 Caratterizzazione delle emissioni

Le principali sorgenti sonore dell'impianto sono costituite dai gruppi di pompaggio per la movimentazione dei fluidi, che saranno dislocati a piè di impianto, vicino ai rispettivi serbatoi. Le pompe per l'ultrafiltrazione saranno quindi all'interno, le pompe del trattamento fanghi invece all'aperto. Si tratta comunque di pompe centrifughe ad alta pressione, tipiche degli impianti di processo, di caratteristiche tali da non ingenerare elevati livelli di rumorosità, come verificato su installazioni similari a quella in progetto.

Le pompe asservite ai pozzi saranno in parte esterne, ma, sulla base delle loro dimensioni e caratteristiche meccaniche, si ritiene del tutto trascurabile la loro rumorosità a distanza.

#### 4.5.2.2.2 Valutazione dei livelli di impatto

L'impatto acustico verso l'ambiente esterno in fase di esercizio risulterà del tutto trascurabile; l'opera in se stessa, non potrà arrecare quindi disturbi particolari a distanza.

#### 4.5.2.3 Fase di dismissione

Gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati analoghi a quelli della precedente fase di cantiere.

## 4.6 Paesaggio

### 4.6.1 *Caratterizzazione della componente*

#### 4.6.1.1 *Introduzione*

Il paesaggio, in particolar modo quello italiano, è frutto di un delicato equilibrio di elementi naturali e elementi "costruiti", in cui alla morfologia dei luoghi e alle loro caratteristiche ambientali si sono sovrapposti i segni che l'uomo vi ha lasciato nel corso dei secoli, quali testimonianza degli usi e delle attività che vi ha svolto, in relazione all'assetto sociale, economico e culturale delle diverse epoche.

Per questo stretto legame con l'organizzazione che l'uomo imprime al territorio per soddisfare i propri bisogni di vita e relazione, il paesaggio è una realtà in continua evoluzione, lenta o repentina a seconda delle forze e degli equilibri che si determinano.

Proprio per tale motivo una corretta lettura del paesaggio non solo deve riuscire ad individuare le permanenze che ne testimoniano l'evoluzione storica, ma deve altresì riuscire a delineare quali siano le tendenze evolutive, per poter controllare la qualità delle trasformazioni in atto, affinché i nuovi segni, che verranno a sovrapporsi sul territorio, non introducano elementi di degrado, ma si inseriscano in modo coerente con l'intorno. Inoltre il testo della Convenzione Europea del Paesaggio, sottoscritto a Firenze il 20 ottobre del 2000 dagli Stati membri del Consiglio d'Europa, amplia il significato del termine sostenendo che il paesaggio è anche frutto della percezione dell'uomo stesso.

Esistono quindi differenti livelli di approfondimento del concetto di "paesaggio": da un lato l'analisi dello stato del paesaggio, frutto dei cambiamenti subiti nel tempo, unitamente alla valutazione di quelle che potrebbero essere le sue future variazioni, dovute al riproporsi ciclico dei fenomeni, dall'altro l'approfondimento di come tale insieme viene percepito dalla popolazione. Il paesaggio, infatti, è tale solo quando entra in gioco anche la dimensione percettiva, non solo del singolo abitante dei luoghi ma, più che altro, della cultura popolare dell'intera comunità interessata.

L'analisi della componente "paesaggio" permette, quindi, di individuare i suoi caratteri fondamentali e stabilire le possibili compatibilità tra sviluppo e conservazione. In tale analisi sono importanti, quindi, sia gli aspetti storico-culturali, sia i valori estetico-visuali.

Lo studio dell'area in esame interessata dagli interventi in progetto è stato condotto considerando il paesaggio come un sistema complesso a cui rapportarsi con un approccio transdisciplinare, esaminando le componenti sia naturali che antropiche che lo caratterizzano, partendo da un'analisi generale per poi esaminare le aree direttamente interessate dalle opere in progetto.

#### 4.6.1.2 *Analisi dello stato attuale*

##### 4.6.1.2.1 Caratterizzazione paesaggistica e morfologica di area vasta

Una delle caratteristiche fondamentali del paesaggio della provincia di Sassari è l'assenza di grandi pianure alluvionali. Le poche presenti sono infatti osservabili alle foci dei principali corpi idrici: Mannu di Porto Torres, Mannu di Ozieri - Coghinas, Liscia, Padrongianu. Lungo gli stessi, le pianure alluvionali sono limitate a delle fasce, ampie da qualche metro a poche centinaia, più o meno parallele all'asta fluviale.

Il territorio provinciale è quindi caratterizzato da una morfologia variabile: dalla debolmente ondulata alla collinare. Tra le forme debolmente ondulate sono da ricordare quelle della Nurra, dove è possibile distinguere una successione di pianure che degradano sia a nord verso il golfo dell'Asinara, sia a sud verso il golfo di Alghero o la piana di Olbia dove ai graniti fortemente alterati si alternano depositi alluvionali di varia età. Altre aree dalle forme pianeggianti o debolmente ondulate sono osservabili lungo il Mannu di Ozieri - Coghinas, sia lungo i principali affluenti (esempio le pianure di Bonorva - Santa Lucia, Tola di Ardara, Pianure di Ozieri, Oschiri, Tula, Perfugas) dove, di solito, i depositi alluvionali sono frammisti a depositi fluviali, eolici e colluviali di varia età.

Un caso a sé stante è rappresentato dalla Piana di Campu Giavesu e di parte della adiacente Piana di Bonorva - Santa Lucia, dove i depositi sono in gran parte lacustri. Le forme collinari si presentano con aspetti tra di loro notevolmente differenti in funzione della mineralogia dei singoli substrati.

Nei calcari miocenici una forma molto diffusa è rappresentata dalle "cuestas" in cui i versanti dei rilievi assumono un caratteristico aspetto a gradinata. È da sottolineare come l'uomo abbia sempre destinato queste superfici ad un uso agricolo intensivo, spesso ampliando le aree coltivabili mediante il lavoro di più generazioni. Così, fino a tempi recenti, le piccole pianure tra i singoli gradoni o le aree colluviali tra i versanti principali, sono state destinate alla cerealicoltura, alle colture ortive, dove possibile irrigue, alle colture arboree tra cui fondamentali vite ed olivo.

Al contrario nei calcari cristallini del Giura - Creta, diffusi sui rilievi della Nurra, a capo Figari e nell'isola di Tavolara, i rilievi hanno sempre forme molto aspre ed accidentate: su queste aree l'asprezza del paesaggio ostacola fortemente qualsiasi uso agricolo del territorio diverso dal pascolo e dai rimboschimenti finalizzati alla protezione del scarso suolo presente.

Ai piedi di questi rilievi sono frequenti depositi di materiali colluviali, ghiaie e ciottoli calcarei frammisti a materiali fortemente pedogenizzati su cui è possibile lo sviluppo di una buona copertura vegetale e un uso agricolo estensivo.

I paesaggi interessati dalla presenza delle formazioni metamorfiche paleozoiche sono caratterizzati da una successione di rilievi dalle forme generalmente dolci ed arrotondate fortemente incise da un fitto reticolo idrografico. Questi rilievi sono, o sono stati in un recente passato, soggetti a intensi processi erosivi (causati o accelerati dal sovrapascolamento, da incendi ripetuti, da interventi di miglioramento dei pascoli, disboscamenti o rimboschimenti) che hanno asportato ingenti volumi di suolo.

Il paesaggio dei graniti paleozoici, il più diffuso nell'area provinciale, è caratterizzato da una molteplicità di forme. Si passa infatti dalle citate piane interne dove prevalgono superfici dalle morfologie debolmente ondulate, interrotte da depositi alluvionali di varia età, a forme collinari che, come nelle metamorfite a causa di filoni di quarzo o di litotipi più ricchi in quarzo, diventano aspre ed accidentate.

Elemento caratterizzante di questi paesaggi è la presenza di un uso agricolo più intensivo dei suoli, rispetto al restante territorio.

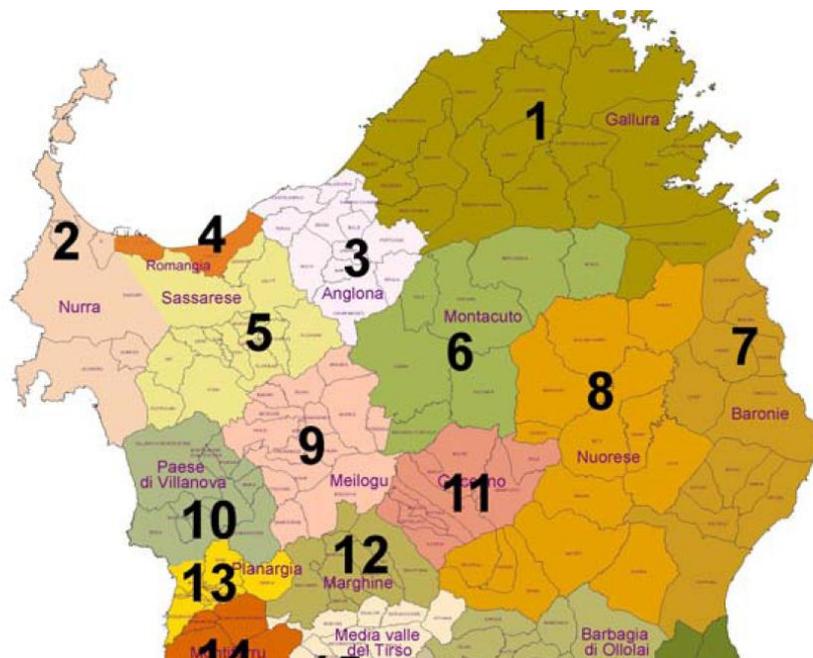
Anche nelle formazioni effusive si assiste ad una grande variabilità delle forme. Si passa infatti - talvolta quasi senza soluzione di continuità - da forme quasi pianeggianti o debolmente ondulate, incise da un fitto reticolo idrografico e destinate alle colture agrarie e al pascolo quali quelle diffuse nell'Anglona, Logudoro e Meilogu a forme aspre ed accidentate con ampi tratti a roccia affiorante, spesso destinate al bosco o alla macchia. Alcuni esempi sono rappresentati dai rilievi di Monte Minerva, di Pedra Etori, e dai ripidi versanti che dalla piana di Santa Lucia salgono fino ai tavolati basaltici di Campeda e di Su Pranu Mannu.

Nei basalti la forma prevalente è rappresentata dalle colate. Si tratta di superfici pianeggianti o debolmente ondulata, di ampiezza variabile con ampi tratti a roccia affiorante e soggetti a prolungati ristagni idrici invernali. I processi di inversione del rilievo hanno agito per lungo tempo su queste colate che oggi appaiono isolate rispetto al territorio circostante da cui sono separate da ripidi pendii che si collegano a bordi di colate dalle pareti verticali alte talvolta qualche decina di metri.

Alcuni esempi sono rappresentati dall'altopiano di Campeda, da Su Pranu Mannu, da Su Culu in agro di Ploaghe e dai diversi tavolati presenti negli agri di Cossoine, Pozzomaggiore, Padria, al confine con la provincia di Nuoro.

#### 4.6.1.2.2 La struttura paesaggistica della Nurra

Rispetto al quadro morfologico e paesaggistico sopra delineato, le aree interessate dalle opere in progetto ricadono, secondo il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna, all'interno della regione storica n. 2 "Nurra" (cfr. Figura 4.6.1).



**Figura 4.6.1 - Le regioni storiche della Sardegna (PPR)**

La Nurra è un'area agricola pianeggiante posta all'estremità Nord - Occidentale dell'isola, situata nel quadrilatero compreso fra Alghero, Sassari, Porto Torres e Stintino, tra il Golfo dell'Asinara a nord-est, il Mar di Sardegna ad ovest, dal Riu Mannu ad est e dai rilievi del Logudoro a sud-est. L'area è interamente inclusa nella Provincia di Sassari.

Il territorio della Nurra è stato suddiviso in due dagli ambiti di paesaggio riconosciuti nella fase costiera dal Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna: la parte Sud, cioè dalla torre di Poglina fino alla torre di Porto Ferro, è stata racchiusa nell'ambito 13 denominato "Alghero", mentre la porzione di territorio ricompreso da Porto Ferro fino all'Isola dell'Asinara è stata racchiusa nell'ambito 14 che prende il nome di "Golfo dell'Asinara".



**Figura 4.6.2 - La Nurra (nei pressi di Alghero e di Porto Torres)**

La Nurra è caratterizzata da una ricca complessità paesaggistica, dove alla pianura si alternano aree collinari, vigneti, zone minerarie, villaggi nuragici fino ad arrivare, nella

zona a Nord, al mare e alle spiagge della Pelosa presso Stintino o, a Sud, al promontorio di Capocaccia.

La costa occidentale, con le sole eccezioni della baia di Porto Conte, della rada di Alghero e di poche cale distese qua e là fra le rocce (la più ampia delle quali è la spiaggia di Porto Ferro), è alta, scoscesa, difficilmente accessibile da terra e battuta dai violenti venti del quadrante di nord-ovest.

La costa settentrionale, al contrario, si apre subito ad Est di capo Falcone nella celebre spiaggia della Pelosa, proprio di fronte allo stretto braccio di mare che separa la Sardegna dall'Asinara, e prosegue con un lunghissimo arenile candido che collega senza interruzione la Tonnara di Stintino alla zona industriale di Porto Torres, assumendo via via il nome di spiaggia delle Saline, di Ezimannu e di Fiume Santo.

L'entroterra è occupato da una vasta e fertile pianura, resa ancor più produttiva dalla bonifica di Fertilia, una delle più importanti fra quelle realizzate nel ventennio fra le due guerre, e interrotta con una certa frequenza dall'emergere di colli isolati, dalle cui cime svettano ben visibili i resti talora imponenti dei nuraghi.

La Nurra è in effetti una delle regioni di più antica e intensa antropizzazione della Sardegna e la sua ricchezza di tesori archeologici costituisce un motivo di attrazione difficilmente eguagliabile, sia per l'eccellenza e l'interesse scientifico dei singoli monumenti sia per l'estensione temporale delle testimonianze, che dalla remota preistoria si spinge fino alla Roma tardo-imperiale.

Nello specifico, la Nurra di Sassari, che rappresenta la parte più cospicua, collocata a cavallo tra il golfo dell'Asinara e quello di Alghero, confinante con il cosiddetto "mare di fuori", a ovest, e con l'altipiano calcareo di Sassari – Ittiri, ad est, presenta alcuni elementi peculiari quali, ad esempio, le tipiche borgate come "La Corte" e "Palmadula", ad Ovest del capoluogo, e "Pozzo S. Nicola", a Nord -Ovest.

Il territorio comunale di Sassari si estende sulle falesie della costa occidentale che definiscono una relazione tra il mare e i paesaggi interni attraverso le miniere dell'Argentiera e Porto Palmas, fino a giungere al Lago Baratz e alla spiaggia di Porto Ferro. Sul litorale sabbioso del Golfo dell'Asinara, attraverso il paesaggio tipico dei pascolativi e dei seminativi della Nurra, il Comune di Sassari comprende lo Stagno di Pilo e le strutture industriali di Fiume Santo.

La direttrice idrografica del Rio Mannu struttura le relazioni tra l'insediamento di Sassari e quello di Porto Torres.

#### 4.6.1.2.3 Elementi di pregio paesaggistico locale

##### Elementi di pregio archeologico

Il territorio di Sassari fu abitato sin dalla preistoria. Prima ancora vi si stanziarono scimmie antropomorfe: nella località di Fiume Santo, sulla costa del Golfo dell'Asinara, sono stati ritrovati resti fossili di ominidi. Il sito è di grande importanza: ha restituito i resti di animali (coccodrilli, orsi, giraffe, antilopi, alci, ecc.) e di ben sei individui appartenenti alla scimmia antropomorfa denominata *Oreopiteco*, *Oreopithecus bambolii*. Nel giacimento sono state compiute campagne di scavo organizzate nel 1994 e 1995 dalla Soprintendenza archeologica per le Province di Sassari e Nuoro.

I siti preistorici nel territorio comunale sono numerosissimi, concentrati soprattutto nella Nurra centrale e nelle colline su cui si estende la città. Si contano in totale 40 luoghi censiti e studiati dalla Soprintendenza archeologica. A oggi si conoscono quattro villaggi preistorici in località Monte Forte, Cabula Muntones, Molafà e Tropuide. Si contano numerose necropoli ipogeiche e singoli ipogei (le domus de janas, ossia "case delle fate"), frequenti soprattutto nelle colline intorno a Sassari.

Anche la civiltà nuragica è presente nel territorio sassarese con oltre 150 siti, suddivisi tra nuraghi a torre singola e nuraghi complessi, villaggi, pozzi o fonti, Tombe di Giganti (costruzioni megalitiche costruite con una particolare forma a pianta rettangolare absidata, edificati mediante lastre di pietra di grandi dimensioni conficcate nella terra). Si contano sette Tombe di Giganti, poste nelle località Sfundadu, Attentu, Piandanna, Patanca de sa Serra, Ladrofurtis e Iscalaccas. Si conoscono quattro villaggi, in località Monte Furrù, Chighizzu, Casteddu di Santa Anatolia e Mancini. Si conosce una sola fonte sacra nuragica, posta a Zunchini. Tra i nuraghi prevalgono in numero quelli mono-torre; i tre soli nuraghi complessi, ossia dotati di più torri (o bastioni), sono posti nelle località Ladrofurtis, Attentu ed Estru.

L'area su cui sorge la città di Sassari fu abitata dall'uomo sin dal Neolitico finale: i ritrovamenti in una grotta dell'attuale via Besta dimostrano una frequentazione fino all'Età del Bronzo.

L'ampio piano tra le colline di Sassari e la costa furono intensamente abitati invece in epoca romana, tanto da assumere il nome di *Romàngia*. La campagna e le colline di Sassari, lungo il corso del rio Mannu e presso le vallate ricche d'acqua verso Sorso, erano punteggiate da fattorie, di proprietà di latifondisti di *Turrìs Libisonis*, colonia romana e importante porto che sorgeva sul luogo dell'odierna città di Porto Torres.

La città di Sassari nacque nell'Alto Medioevo: probabilmente intorno al IX secolo la sempre più insicura situazione di *Turrìs* portò la popolazione a cercare scampo dai pirati africani e di fede musulmana sulle colline dell'interno. Così mentre *Turrìs* si spegneva, le colline iniziarono ad accogliere le famiglie in cerca di sicurezza e di un posto per vivere.

L'aspetto attuale del centro storico ha conservato nel tessuto viario e in poche strutture murarie tracce del passato medievale. Si ipotizza che il primo villaggio sia sorto nell'area triangolata oggi tra la Cattedrale di San Nicola, la chiesa delle Monache Cappuccine e la piazzetta denominata Pozzu di Bidda, ossia "Pozzo del villaggio".

Tra la fine del XIII secolo e l'inizio del successivo, Sassari si dotò, dapprima con la collaborazione pisana, poi con quella genovese, di mura e torri di difesa: la cinta muraria si allungava per due chilometri e mezzo, cingendo una superficie di circa quaranta ettari a forma di pentagono irregolare, che assecondando la morfologia del piano di campagna (a nord-est il Fosso della Noce, sorta di fossato naturale, a sud-ovest una depressione meno pronunciata). Questa forma è quella posseduta ancora oggi dal centro storico, che fino al primo Ottocento, a causa del divieto di edificare oltre le mura, fu l'unica area in cui si stratificarono secoli ed epoche storiche.

### Elementi di pregio storico-culturale

Sassari vanta pregevoli edifici religiosi, molti dei quali presenti nel centro storico: il Duomo (**Cattedrale di San Nicola**) ha origini duecentesche e si presenta oggi in una suggestiva fusione di stili architettonici: è infatti abbellito da una facciata settecentesca in stile barocco, aggiunta alla già esistente struttura gotica.

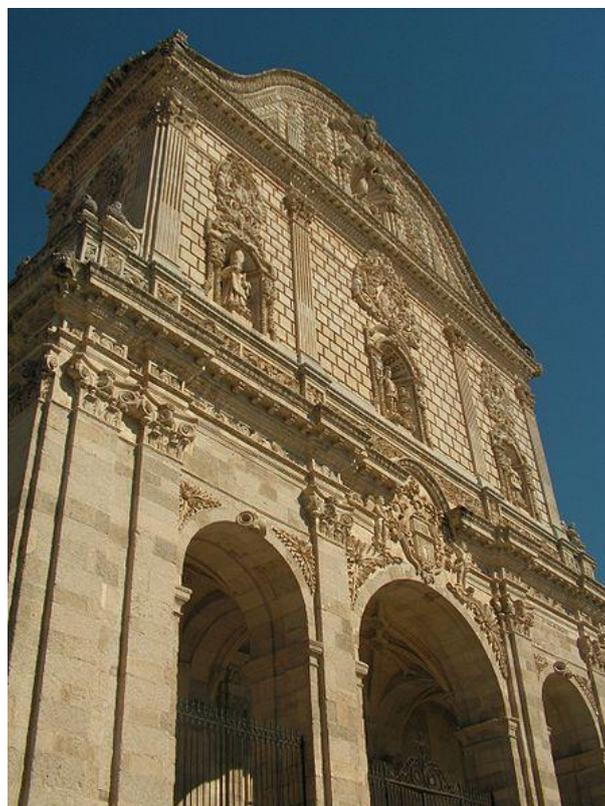


Figura 4.6.3 - Cattedrale di San Nicola

L'origine architettonica è tuttavia romanico-pisana, struttura che pare derivare da un precedente edificio paleocristiano. Lo stile gotico deriva dal rinnovo avvenuto durante il XV secolo, e si abbellisce di spunti puramente catalani. L'interno, a una navata, è gotico e ospita diverse opere d'arte sacra, tra cui il pulpito marmoreo del genovese Giuseppe Gaggini (XIX secolo), sculture in stile neoclassico e opere di autori sconosciuti del XV secolo.

Il corso Vittorio Emanuele II divide la città in due zone ben distinte: un secolare quartiere settentrionale completamente dedicato al commercio, e una più nobile zona meridionale: alcune delle chiese più importanti della città sono infatti qui presenti; tra le più importanti la monumentale **Chiesa di Santa Caterina**, eretta con i canoni del classicismo rinascimentale, prima in Sardegna ad essere stata costruita secondo i principi del Concilio di Trento del 1545. All'interno sono presenti importanti opere di Giovanni Marghinotti e Domenico Fiasella, due rinomati artisti sardi; la vetrata centrale è opera di Filippo Figari.



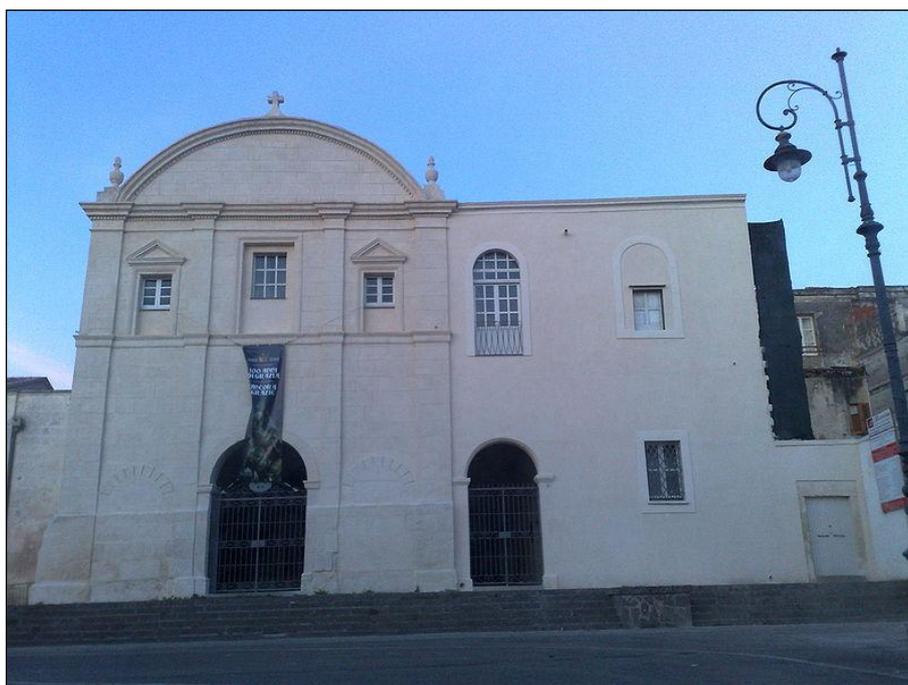
Figura 4.6.4 - Chiesa di Santa Caterina

Lungo il corso Vico è presente la **Chiesa di Santa Maria di Betlem**, costruita nel 1100 e caratterizzata dal grande rosone quattrocentesco della facciata e dall'impressionante cupola argentea. Degne di nota sono anche le **Chiese della Madonna del Rosario e di S. Antonio Abate**, apprezzabili per gli altari barocchi, intagliati e dorati.



**Figura 4.6.5 - Chiesa di Santa Maria in Betlem**

Tra tutte merita anche particolare menzione, la **Chiesa di San Pietro di Silki**, a sud-ovest del centro storico, tra le più antiche chiese di Sassari (prende il nome da uno dei villaggi che andarono a fondersi nell'odierna città, Silki). Si menziona in particolare per il suo Condaghe, un codice manoscritto sugli atti patrimoniale delle chiese e dei monasteri della Sassari del XI secolo. All'interno è presente l'altare maggiore in legno dorato.



**Figura 4.6.6 - Chiesa di San Pietro di Silki**

Il cuore sociale della città è immerso nella **Piazza Italia**, una grande area circondata da edifici pubblici datati XIX secolo, il Palazzo della Provincia e il neo-gotico Palazzo Giordano.



**Figura 4.6.7 - Piazza Italia**

Tra il centro storico e la parte più nuova di Sassari troviamo **Piazza Castello**, che prende il nome dall'antica fortezza un tempo qui presente, costruita dagli aragonesi nel 1330 e demolita nel 1877. Nello stesso sito sorge attualmente la **Caserma La Marmora** (sede della Brigata Sassari e annesso Museo) e l'omonima piazza. Sono diversi i lavori di recupero archeologico dell'intera area, atti ad evidenziare tra l'altro il grande fossato e la fabbrica di maioliche del XV secolo. Sassari era un tempo anche circondata da mura e alti bastioni, nel XIII secolo. Le torri erano in totale 36, di cui oggi solo 6 rimangono, tra queste una torre tonda (la **Turondola**) accessibile da piazza Università.



**Figura 4.6.8 - Piazza Università e la Turondola**

In città è presente anche il **Palazzo Ducale**, non lontano dal Duomo, che fu prima residenza privata di don Antonio Manca, marchese di Mores e duca dell'Asinara e di Vallombrosa e poi diventata sede del Municipio sin dal XX secolo. A suo tempo fu uno degli esempi architettonici più importanti della Sardegna.



Figura 4.6.9 - Palazzo Ducale

A due passi, si trova il **Collegio dei Gesuiti**, costruito tra il 1559 e il 1605, che si accompagna alla **Chiesa di San Giuseppe**. Nel 1617 diventò la prima università della Sardegna. Al momento la struttura ospita importanti mostre e convegni d'arte temporanea.

All'estremità orientale del centro storico sorge via Lamarmora, che i locali usano chiamare *Carra Longa*, la quale si unisce con Piazza Tola, anche questa nota come *Carra Manna*. La piazza era una delle più importanti della città e lo si deduce ancora oggi dai palazzi alto-borghesi presenti, tra tutti quello di **Casa di Maramaldo** del Seicento.



**Figura 4.6.10 - Scorcio di Piazza Tola**

Passato il Teatro Civico di Sassari, il nord della piazza conduce a **via al Rosello**, una delle strade più note del centro storico e sede dell'antico cuore commerciale.

Passato il Ponte Rosello, costruito durante l'era fascista italiana in Sardegna, si arriva alla bella **Fontana di Rosello**, la più famosa fontana monumentale di tutta l'Isola. Venne costruita tra il 1603 e il 1606 da artigiani genovesi sul sito di una fonte preesistente. Lo stile è tardo-rinascimentale, in marmo bianco e verde e a pianta rettangolare; la statua nel mezzo rappresenta la divinità, mentre in cima si impone la statua di San Gavino. Per portare l'acqua dal Rosello alle case era necessaria una squadra di 300 portatori d'acqua, che usavano riempire i propri barili caricandoli a traino da asini da trasporto.



Figura 4.6.11 - Fontana del Rosello

Tra le aree verdi di Sassari occorre citare il **Parco di Monserrato** recentemente restaurato, una bella e antica area verde situata alla periferia sud occidentale e originatasi dalle terre seicentesche dei Navarro, antica famiglia di commercianti spagnoli trasferitesi in Sardegna.



Figura 4.6.12 - Parco del Monserrato

I dintorni di Sassari sono tutti estremamente interessanti: la storia conduce a località di eccellenza archeologica come quelle sopra nominate, o quelle di grande fascino architettonico. La **Basilica della Santissima Trinità di Saccargia**, in località Codrongianus, verso sud e a pochi chilometri da Sassari, è uno degli esempi più belli d'architettura romanico-pisana in Sardegna. Completata nel 1116 sulle rovine di un ben più antico

monastero, è questo un sito di rara bellezza visiva, posto nel mezzo di una verde vallata e circondata solo dalla natura. La struttura è realizzata in pietra, basalto nero e calcaree bianco, il portico sulla facciata è probabilmente una tarda aggiunta ed è attribuito a degli artisti di Lucca. La chiesa fu abbandonata nel corso del XVI secolo, fino a quando venne restaurata e riaperta nel XX secolo.

### Elementi di pregio naturalistico-ambientale

Dal punto di vista naturalistico ed ambientale, gli elementi che maggiormente caratterizzano le aree indagate sono, oltre il mare e le spiagge che creano paesaggi suggestivi nei pressi dell'intera fascia costiera, il Sistema delle Aree Protette e della Rete Natura 2000. In particolare sono presenti:

- SIC ITB010002 - Stagno di Pilo e di Casaraccio;
- ZPS ITB013012 - Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino;
- Area Naturale Marina Protetta - Santuario dei Mammiferi Marini.

#### Stagno di Pilo

Lo Stagno di Pilo si trova nella parte occidentale del Golfo dell'Asinara, immediatamente a contatto con il complesso della centrale termoelettrica di Fiumesanto e in posizione equidistante rispetto ai centri di Porto Torres e Stintino dai quali dista una dozzina di chilometri. Per tre lati è racchiuso tra basse colline e, a nord-est è delimitato dal mare da un cordone sabbioso che si eleva 3-4 metri, attraverso il quale è stato aperto un breve canale artificiale per consentire il ricambio idrico. Gli apporti d'acqua dolce sono legati alle modeste portate degli immissari e di conseguenza il valore di salinità delle sue acque è variabile. Lo stagno ha un'estensione di circa 120 ettari e una profondità massima di 2 m. Il suo bacino imbrifero ha un sviluppo complessivo di circa 56 km<sup>2</sup> ed è in buona parte coincidente con il bacino idrografico del Rio Badde d'Issi.

#### Santuario dei Mammiferi Marini

In territorio italiano, il Santuario per i mammiferi marini è stato istituito nel 1991 come area naturale marina protetta di interesse internazionale, e occupa una superficie a mare di 2.557.258 ha nelle regioni Liguria, Sardegna e Toscana.

Una serie di studi ha rilevato che in questa zona del mar Mediterraneo vi è una massiccia concentrazione di cetacei, grazie soprattutto alla ricchezza di cibo. I mammiferi marini sono rappresentati da dodici specie: la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) il secondo animale più grande al mondo, il capodoglio (*Physeter macrocephalus*), il delfino comune (*Delphinus delphis*), il tursiopo (*Tursiops truncatus*), la stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), il globicefalo (*Globicephala melas*), il grampo (*Grampus griseus*), lo zifio (*Ziphius cavirostris*). Più rari, la balenottera minore (*Balaenoptera acutorostrata*), lo steno (*Steno bredanensis*), l'orca (*Orcinus orca*) e la pseudorca (*Pseudorca crassidens*).

#### 4.6.1.2.4 Gli elementi morfologici, naturali e antropici delle aree interessate dagli interventi

Nel presente paragrafo sono identificati gli elementi ricompresi nelle aree che potenzialmente potrebbero essere suscettibili di impatti derivanti dalla realizzazione degli interventi in esame.

Suddetti elementi sono stati così suddivisi:

- **elementi morfologici e naturali** prevalenti: la struttura morfologica (orografica e idrografica) e gli elementi naturali prevalenti di un territorio contribuiscono a determinare il suo "aspetto" e incidono notevolmente sulle modalità di percezione dell'opera in progetto, sia nella visione in primo piano che come sfondo dell'oggetto percepito;
- **elementi antropici**: l'aspetto visibile di un territorio dipende in maniera determinante anche dalle strutture fisiche di origine antropica (edificato, infrastrutture, ecc.) che vi insistono. Oltre a costituire elementi ordinatori della visione, esse possono contribuire, positivamente o negativamente, alla qualità visiva complessiva del contesto.

Gli elementi morfologici e naturali caratterizzanti il paesaggio in esame sono rappresentati:

- dalla costa che corre in direzione Nord-Ovest/Sud-Est lungo la quale si collocano gli interventi in esame;
- dallo stagno di Pilo, importante zona umida di livello europeo;
- dalle alture M. Elveddu e M. Elva, riconoscibili in un territorio caratterizzato dalla piana agricola con i loro boschi;
- dal Fiume Santo, torrente che nasce come rio de Astimini sul monte Lu Ferru a 228 m e sfocia nel mar Mediterraneo in prossimità delle aree in cui gli interventi in esame si collocano.

Gli elementi antropici che caratterizzano le aree indagate sono principalmente di grande pregio, in quanto testimonianza storico-archeologica di un territorio in cui l'uomo vive da sempre. Numerosi sono infatti i nuraghe presenti (alcuni dei quali tutelati dal PPR della Regione Sardegna, come quello di San Nicola e di Renuzzu - Pozzo d'Esse.

Sono inoltre presenti i Fortini della Seconda Guerra Mondiale di Scala Erre e il cosiddetto "Cuile Issi" e un'area archeologica a ridosso delle aree interessate dagli interventi (elementi, questi, sempre tutelati dal PPR). Il Piano Paesaggistico tutela inoltre il Fiume Santo per, probabilmente, la presenza di fossili.

Altri elementi antropici sono costituiti da:

- la zona industriale presente intorno alla quale sono presenti impianti di produzione di energia eolica;
- l'area portuale di Porto Torres.

#### 4.6.1.2.5 Descrizione sotto il profilo paesaggistico delle aree interessate dal progetto

Le aree interessate dal progetto si collocano, dunque, in prossimità della costa e lungo il tratto finale del Fiume Santo, a ridosso di un'area sottoposta a vincolo archeologico. Sebbene l'area in questione sia fortemente antropizzata per la presenza dell'esistente centrale elettrica, tuttavia la zona assume particolare valore dal punto di vista paesaggistico, per i numerosi elementi di pregio storico-archeologico e ambientale-naturale.

Di seguito si riportano alcune immagini delle aree interessate dagli interventi.



**Figura 4.6.13 - Vista di insieme della centrale esistente**



**Figura 4.6.14 - Muro perimetrale all'area di centrale, a ridosso del mare**



**Figura 4.6.15 - Spiaggia in prossimità delle opere in progetto**



**Figura 4.6.16 – Stazione elettrica SA.PE.I. e carbondotto**



**Figura 4.6.17 - Stazione elettrica SA.PE.I. e parco eolico**



Figura 4.6.18 - Vista della centrale e del carbondotto da Sud-Est

## ***4.6.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente***

### ***4.6.2.1 La metodologia di studio degli impatti***

Al fine di cogliere le potenziali interazioni che una nuova opera può determinare con il paesaggio circostante, è necessario, oltre che individuare gli elementi caratteristici dell'assetto attuale del paesaggio, riconoscerne le relazioni, le qualità e gli equilibri, nonché verificare i modi di fruizione e di percezione da parte di chi vive all'interno di quel determinato ambito territoriale o di chi lo percorre.

Per il raggiungimento di tale scopo, in via preliminare, è stato delimitato il campo di indagine in funzione delle caratteristiche dimensionali delle opere da realizzare, individuando, in via geometrica, le aree interessate dalle potenziali interazioni visive e percettive, attraverso una valutazione della loro intervisibilità con le aree di intervento.

È stato quindi definito un ambito di intervisibilità tra gli elementi in progetto e il territorio circostante, in base al principio della "reciprocità della visione" (bacino d'intervisibilità).

Lo studio dell'intervisibilità è stato effettuato tenendo in considerazione diversi fattori: le caratteristiche degli interventi, la distanza del potenziale osservatore, la quota del punto di osservazione paragonata alle quote delle componenti di impianto ed infine, attraverso la verifica sul luogo e attraverso la documentazione a disposizione, l'interferenza che elementi morfologici, edifici e manufatti esistenti o altri tipi di ostacoli pongono alla visibilità delle opere in progetto.

Lo studio si configura pertanto come l'insieme di una serie di livelli di approfondimento che, interagendo tra loro, permettono di definire l'entità e le modalità di visione e percezione delle nuove opere nell'area in esame. Esso si compone di tre fasi:

- **l'analisi cartografica**, effettuata allo scopo di individuare preliminarmente i potenziali punti di visibilità reciproca nell'intorno dell'area indagata;
- **il rilievo fotografico in situ**, realizzato allo scopo di verificare le ipotesi assunte dallo studio cartografico;
- **l'elaborazione delle informazioni** derivanti dalle fasi precedenti, attraverso la predisposizione della carta di intervisibilità.

#### 4.6.2.1.1 Analisi cartografica

Una prima analisi è stata effettuata sulla cartografia a disposizione e sulla fotografia aerea acquisita da Terraitaly™, data volo maggio 2010. L'analisi è stata finalizzata ad approfondire la conformazione del territorio in modo da verificare la presenza di punti particolarmente panoramici.

Per valutare la superficie in cui verificare la visibilità del progetto si è fatto riferimento alla letteratura in cui si distingue tra un'area di impatto locale e una di impatto potenziale.

L'area di impatto locale corrisponde alle zone più vicine a quella in cui gli interventi saranno localizzati, mentre l'area di impatto potenziale corrisponde alle zone più distanti, per la visibilità dalle quali occorre tenere conto degli elementi antropici, morfologici e naturali che possono costituire un ostacolo visivo.

#### 4.6.2.1.2 Rilievo fotografico in situ

Durante il sopralluogo, oltre ad individuare la posizione dei nuovi manufatti, oggetto di intervento, sono stati identificati in campo gli elementi morfologici, naturali e antropici precedentemente individuati off site e ritenuti potenziali punti di vista/recettori sensibili. Tali sopralluoghi hanno avuto inoltre lo scopo di verificare la presenza di ostacoli visivi eventualmente non rilevati dalla lettura della cartografia (ad esempio la presenza di vegetazione o di edifici o altri ostacoli non segnalati sulla cartografia).

In fase di rilievo fotografico si è inoltre proceduto alla determinazione di alcuni punti riconoscibili come parti degli elementi presenti nell'area, così che potessero costituire dei riferimenti dimensionali, propedeutici alla realizzazione degli inserimenti fotografici.

#### 4.6.2.1.3 Risultati dell'analisi di intervisibilità

La carta di intervisibilità, riportata nella *Tavola 8 – Carta di intervisibilità* specifica la porzione di territorio nella quale si verificano condizioni visuali e percettive delle opere in progetto nel contesto. Di seguito sono riportate le definizioni dei concetti di "visibilità" e

di “percepibilità” di un eventuale elemento in un determinato contesto paesaggistico/territoriale.

Per ciò che concerne il concetto di “visibilità” sono state individuate tre categorie:

- **Zone a visibilità totale**, quando le opere possono essere osservate nella loro totalità e di esse sono distinguibili le forme, i colori, le linee che le caratterizzano;
- **Zone a visibilità parziale**, quando possono essere osservate solo alcune parti delle opere, delle quali sono distinguibili le forme, i colori, le linee che le caratterizzano;
- **Zone a visibilità nulla**, quando nessuna parte delle opere può essere osservata.

Per quanto riguarda, invece, il concetto di “percepibilità” dell’opera, vengono individuate le seguenti classi di livello, così definite:

- **Zone a percepibilità medio/alta**, quando le opere in progetto vengono riconosciute dal potenziale osservatore quali elementi nuovi e/o di modificazione del contesto nel quale vengono collocate;
- **Zone a percepibilità bassa/nulla**, quando le opere in progetto non vengono chiaramente identificate nel contesto di riferimento dal potenziale osservatore, in quanto assorbite e/o associate ad altri elementi già esistenti e assimilabili nel bagaglio culturale/percettivo dell’osservatore stesso.

Risulta evidente, quindi, che la percepibilità, strettamente legata alla visibilità, può essere valutata solo nel caso in cui una particolare opera risulti visibile totalmente o parzialmente.

La percezione del paesaggio dipende da molteplici fattori, che vanno presi in considerazione: profondità, ampiezza della veduta, illuminazione, esposizione, posizione dell’osservatore; a seconda della profondità della visione possiamo distinguere tra primo, secondo piano e piano di sfondo, l’osservazione dei quali contribuisce in maniera differente alla comprensione degli elementi del paesaggio.

La qualità visiva di un paesaggio dipende dall’integrità, rarità dell’ambiente fisico e biologico, dall’espressività e leggibilità dei valori storici e figurativi, e dall’armonia che lega l’uso alla forma del suolo.

La definizione di “paesaggio percepito” diviene dunque integrazione del fenomeno visivo con i processi culturali, che derivano dall’acquisizione di determinati segni. L’analisi percettiva non riguarda, per le ragioni sopra riportate, solo gli aspetti strettamente e fisiologicamente visivi della percezione, ma investe altresì quel processo di elaborazione mentale del dato percepito che costituisce la percezione culturale, ossia il frutto di un’interpretazione culturale della visione, sia a livello singolo sia sociale, che va ben oltre il fenomeno nella sua accezione fisiologica.

Ciò considerato, il bacino di visuale sarà il risultato delle seguenti matrici:

	Visibilità totale	Visibilità parziale	Visibilità nulla
Percepibilità medio/alta			n.d
Percepibilità bassa/nulla			n.d

**Tabella 4.6.1 – Individuazione dei bacini di visuale**

Come si evince dalla *Tavola 8* allegata al presente documento, il bacino di intervisibilità degli interventi in progetto risulta piuttosto contenuto e, nello specifico, lungo l'alveo del fiume e nelle zone immediatamente adiacenti.

La visibilità sarà pressoché totale, sebbene la percepibilità sia bassa, solo nelle aree prossime agli interventi (lato fiume). Nel restante bacino visuale le opere saranno visibili parzialmente e la percepibilità delle stesse potrà considerarsi bassa, se non addirittura nulla, in relazione alla scarsa fruizione delle aree.

#### 4.6.2.1.4 Individuazione dei recettori sensibili e identificazione di punti di vista

La fase successiva all'identificazione del bacino di intervisibilità riguarda l'individuazione di recettori particolarmente sensibili, poiché appartenenti a contesti in cui la popolazione vive (ad esempio i centri urbanizzati compatti o le aree caratterizzate dalla presenza di un urbanizzato disperso), trascorre del tempo libero (alcune aree lungo i corsi d'acqua) o transita (ad esempio gli assi viari delle strade esistenti). Tali recettori costituiscono, per le loro caratteristiche di "fruibilità" punti di vista significativi dai quali è possibile valutare l'effettivo impatto delle opere sul paesaggio.

Vengono definiti "punti di vista statici" quelli in corrispondenza di recettori in cui il potenziale osservatore è fermo, mentre "punti di vista dinamici" quelli in cui il potenziale osservatore è in movimento: maggiore è la velocità di movimento, minore è l'impatto delle opere osservate. L'impatto, in pari condizioni di visibilità e percepibilità, può considerarsi, quindi, inversamente proporzionale alla dinamicità del punto di vista.

I sopralluoghi effettuati hanno permesso di individuare i canali di massima fruizione del paesaggio (punti e percorsi privilegiati, per esempio), dai quali indagare le visuali principali dell'opera in progetto, ricorrendo a fotosimulazioni dell'intervento previsto.

Per valutare l'interferenza delle opere in progetto prodotte sul paesaggio, in relazione alla loro visibilità-percepibilità, tenendo conto dei canali di massima fruizione del paesaggio, i punti di vista sono stati selezionati in modo da essere rappresentativi del bacino di intervisibilità dell'intervento in esame, che risulta, come precedentemente

esposto, limitato alle aree immediatamente circostanti il polo industriale e l'alveo del Fiume Santo.

In particolare, i punti di vista prescelti per la valutazione degli impatti, indicati *Tavola 9 - Localizzazione dei punti di vista*, sono i seguenti:

- Punto di vista N.1 a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 350 m di distanza);
- Punto di vista N.2: a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 130 m di distanza);
- Punto di vista N.3: in prossimità degli interventi Lato Fiume vicino alla costa.

Entrambi i punti di vista sono caratterizzati, come del resto tutta la zona circostante compresa nel bacino di intervisibilità, da una fruizione correlata esclusivamente alle attività dei presidi industriali.

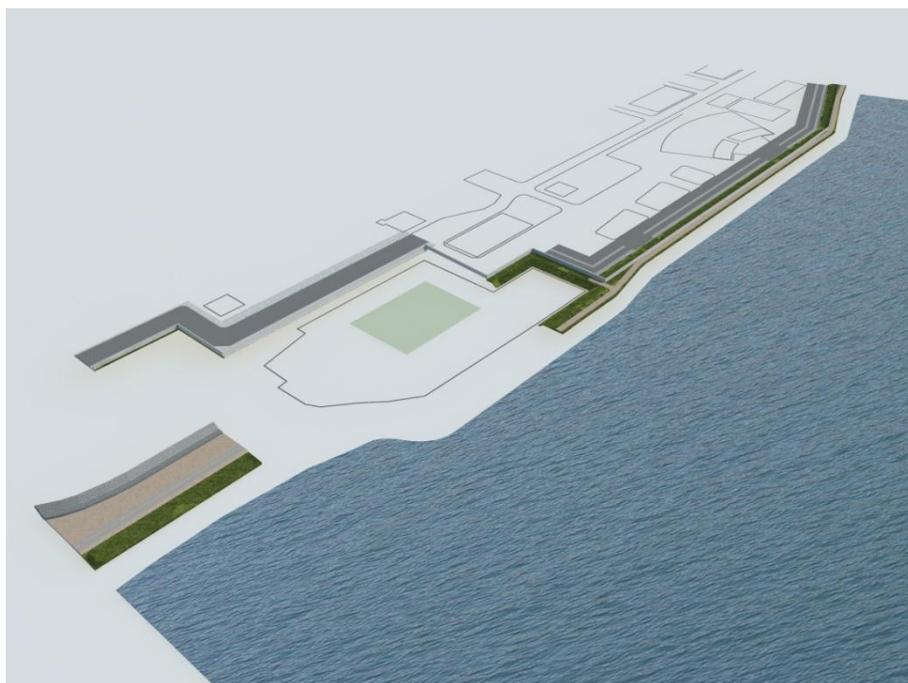
#### 4.6.2.1.5 Valutazione d'impatto sul paesaggio

Una volta selezionate le viste più rappresentative del rapporto tra i siti interessati dagli interventi e l'ambiente circostante, si è proceduto all'elaborazione delle planimetrie e dei prospetti degli interventi, base di partenza per la creazione del modello 3D a partire dagli elaborati progettuali.

La realizzazione del modello 3D è stata realizzata con un programma di elaborazione grafica tridimensionale che permette di creare modelli fotorealistici. Tale modello è stato, quindi, posizionato sulla planimetria dell'area, prendendo in considerazione anche i punti di riferimento dimensionale rilevati durante il sopralluogo, allo scopo di mettere in corrispondenza la fotografia con la vista virtuale del progetto e di elaborare quindi i corretti inserimenti fotografici.

Per quanto concerne le opere Lato Mare, poichè per le loro caratteristiche e il loro posizionamento non risultano visibili dal perimetro esterno all'area industriale, di seguito sono riportati alcune simulazioni 3D del progetto in modo da fornire una visuale di dettaglio sulle caratteristiche costruttive e dimensionali che lo caratterizzeranno.

Nella Figura 4.6.19 viene proposta una vista aerea, mentre nelle successive Figura 4.6.20 e Figura 4.6.21 sono riportate delle simulazioni di dettaglio, il cui punto di vista risulta interno all'area industriale.



**Figura 4.6.19 –Render delle opere lato mare, vista aerea**



**Figura 4.6.20 –Render delle opere, lato mare (parziale)**

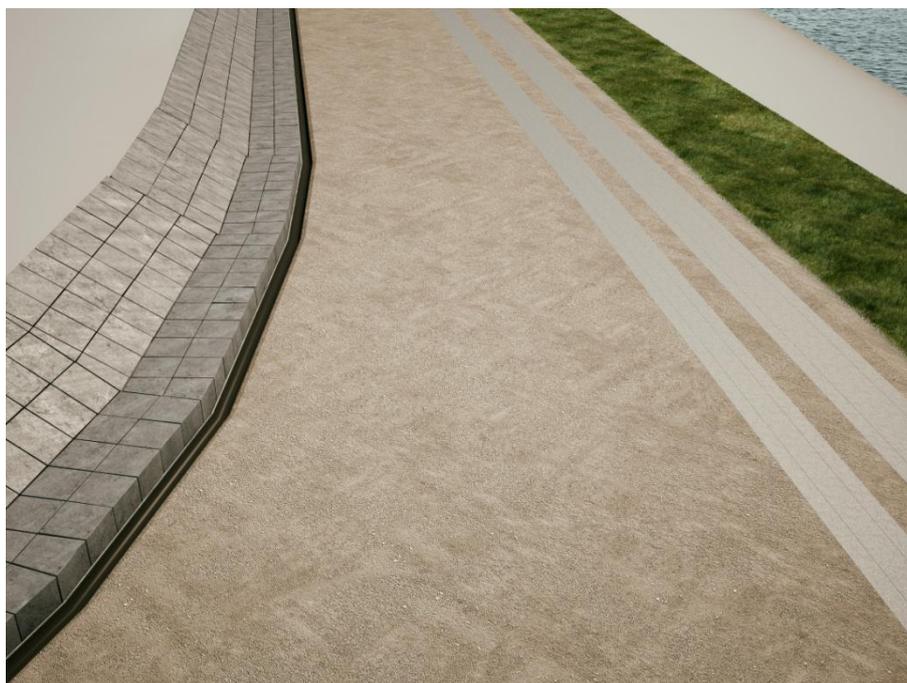


Figura 4.6.21 –Render delle opere, lato mare (parziale)

La valutazione dell'entità degli impatti generati fa riferimento alla seguente classificazione:

- impatto alto;
- impatto medio;
- impatto basso;
- impatto trascurabile;
- impatto nullo.

Tale classificazione tiene conto non solo della visibilità e della percepibilità delle opere dai punti di vista selezionati, ma anche delle peculiarità e dei livelli di fruizione del luogo presso il quale è stato considerato il punto di vista. Per meglio definire l'entità degli impatti spesso sono state utilizzate accezioni di valutazione derivanti dagli incroci di quelli sopra individuati (es. "impatto medio-basso" o "impatto basso-trascurabile").

Lo stato attuale e le simulazioni di inserimento paesaggistico relativi ai punti di vista sono indicati nelle Tavole 10, 11a e b, 12a e b, allegate al presente documento.

Si riporta di seguito la descrizione dei punti di vista selezionati e la relativa valutazione dell'impatto sulle visuali interessate e sul contesto paesaggistico interferito.

#### *4.6.2.2 Fase di esercizio*

##### Punto di vista N.1 a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 350 m di distanza) (Tavola 10)

Il punto di vista selezionato è stato scattato lungo la strada che conduce in prossimità della costa, non accessibile al pubblico e può considerarsi sia di tipo statico che dinamico. Tuttavia, esso non è accessibile al pubblico.

Lo scatto, che offre un'ampia visuale sulla Centrale esistente, è localizzato in un contesto in principio naturale ed oggi fortemente antropizzato (è possibile vedere i tralicci dell'alta tensione, le pale del parco eolico, la strada asfaltata, i volumi della Centrale e delle opere accessorie).

Da tale posizione è visibile l'impianto di trattamento, sebbene la distanza, la presenza della vegetazione e lo sfondo caratterizzato da alti volumi permettano di associare tale elemento a quelli esistenti.

Per tali ragioni gli impatti possono essere considerati BASSI.

##### Punto di vista N.2: a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 130 m di distanza) (Tavole 11a e 11b)

Il punto di vista selezionato è stato scattato nella stessa direzione del precedente, ma offre una visuale più ravvicinata delle opere in progetto e può essere considerato di tipo statico.

Anche questo scatto è localizzato in un contesto in principio naturale ed oggi antropizzato, sebbene la vegetazione lungo la costa sia in certi tratti piuttosto rigogliosa.

Da tale posizione è visibile la modifica morfologica lungo l'alveo del fiume, la quale attenua, in parte, la vista sui volumi retrostanti esistenti

Per tali ragioni gli impatti possono essere considerati BASSI.

##### Punto di vista N.3: in prossimità degli interventi Lato Fiume vicino alla costa (Tavole 12a e 12b)

Il punto di vista selezionato è localizzato in prossimità degli interventi previsti per il Lato Fiume, nel loro tratto più vicino al mare, in un luogo non accessibile al pubblico.

Lo scatto è stato effettuato in cima al modesto rilievo, a ridosso di alcuni edifici esistenti, e può considerarsi di tipo statico.

Il punto di vista offre una vista ravvicinata sugli interventi previsti per il lato fiume: da qui, infatti, sono visibili in modo chiaro gli interventi per la realizzazione della pista di cantiere e la modificazione fisica dell'alveo del fiume.

Sebbene dal punto di vista paesaggistico tali interventi comportino una riduzione della vegetazione esistente e una variazione morfologica di un elemento naturale, tuttavia per la bassa, se non nulla, frequentazione del luogo, gli impatti sul paesaggio possono considerarsi BASSI.

#### *4.6.2.3 Fase di cantiere*

Come precedentemente segnalato, la fase di cantiere per la realizzazione delle opere in progetto avrà una durata di 59+66 mesi.

Le aree di cantiere, quindi, sebbene tutte in prossimità alle zone interessate dalla realizzazione delle opere in esame, saranno presenti per un arco di tempo piuttosto lungo, apportando una modificazione visiva dei luoghi più significativa rispetto alla successiva fase di esercizio.

In particolare saranno visibili oltre che gli allestimenti necessari alla differenti lavorazioni, i mezzi e le strumentazioni necessari alla movimentazione e alla lavorazione dei materiali.

Per tutte le ragioni sopra espresse gli impatti durante la fase di cantiere possono considerarsi MEDI, sebbene REVERSIBILI a lavori ultimati.

#### *4.6.2.4 Fase di dismissione*

Gli impatti in fase di dismissione possono essere indicativamente considerati analoghi a quelli della precedente fase di cantiere.

#### *4.6.2.5 Considerazioni finali*

Le nuove opere in progetto saranno inserite in contesto industriale e non andranno a modificare significativamente lo skyline e il paesaggio percepito poiché saranno assorbiti e/o associati ad altri elementi già esistenti e assimilabili nel bagaglio culturale e percettivo del potenziale osservatore.

Le interazioni con l'aspetto visivo-paesaggistico nelle fasi realizzativa e di dismissione, in funzione prevalentemente della durata del cantiere, possono essere considerati di MEDIA entità ma completamente REVERSIBILI ad ultimazione dei lavori.

Per ciò che concerne la fase di esercizio dell'impianto, dall'analisi delle simulazioni effettuate, tenendo conto dei punti di vista sopra menzionati e descritti, risulta che le previste modifiche, date le caratteristiche dell'intervento, non comportano una

significativa variazione della connotazione paesaggistica di fondo della zona, poiché gli impatti avranno BASSA entità.

## 5 MITIGAZIONI E MONITORAGGI

### 5.1 Mitigazioni

Sulla base di quanto riportato nella Sezione relativa al Quadro di Riferimento Progettuale, il progetto è stato realizzato tenendo conto delle diverse possibili misure di ottimizzazione ambientale, sia per quanto riguarda i componenti dell'impianto, sia per quanto riguarda le modalità di realizzazione. Tali misure permettono di ridurre gli impatti generati dal progetto sulle diverse componenti ambientali interferite, come esposto nei seguenti paragrafi.

#### *5.1.1 Atmosfera e qualità dell'aria*

Durante la fase di cantiere saranno adottate buone pratiche comportamentali di esecuzione e azioni di mitigazione che consentiranno una notevole riduzione delle quantità di polvere generate.

Per limitare lo sviluppo e la propagazione di tale materiale polverulento durante la fase di cantiere, si dovrà ricorrere a modalità operative idonee, correlate con le necessità, quali:

- bagnatura con acqua dei cumuli di materiali inerti polverulenti trasportati e stoccati, delle superfici interessate dalle aree e dalle piste di cantiere e delle ruote dei mezzi e macchinari impiegati;
- limitazione della velocità dei mezzi operanti in cantiere (velocità massima consigliata 10 km/h);
- protezione del materiale inerte polverulento durante il trasporto con idonea copertura;
- utilizzo dei mezzi/attrezzature di cantiere per il tempo strettamente necessario allo svolgimento delle attività di scavo e riporto;
- riduzione ed eventuale interruzione, delle operazioni di movimento del materiale polverulento in presenza di forte vento.

#### *5.1.2 Ambiente idrico*

Durante la fase di cantiere saranno applicate le opportune misure atte ad evitare eventuali contaminazioni accidentali del Fiume Santo, soprattutto per effetto del dilavamento superficiale.

L'area di intervento di progetto sarà dotata di una rete di drenaggio delle acque reflue con raccolta delle stesse e loro relativo trattamento prima di essere allontanate e scaricate nel reticolo idrografico superficiale.

Anche le acque meteoriche di drenaggio, dilavamento, lavaggio autocarri delle aree di deposito temporaneo confluiranno in un pozzetto di raccolta, dal quale, previa analisi chimica, saranno prelevate mediante autospurgo e accumulate nei serbatoi di stoccaggio

e quindi, previa omologazione, conferite ad idoneo impianto di trattamento o conferite direttamente ad idoneo impianto autorizzato.

Per minimizzare le interferenze con le acque del Fiume Santo, durante la realizzazione del nuovo alveo si opererà con il mezzo di scavo direttamente dalla strada sterrata attuale, ricavando la nuova sede del fiume, senza occupazione dell'attuale alveo. Successivamente si infiggerà una palancola allo scopo di proteggere dall'erosione il piede della scarpata.

### **5.1.3 Suolo e sottosuolo**

Al fine di ridurre la quantità rifiuti derivanti dall'attività di scavo per la realizzazione del barriera e da smaltire in apposite discariche autorizzate, laddove possibile, sarà data preferenza al recupero dei rifiuti per i quali tale pratica è ammessa, ad eccezione di quelli per i quali tale destinazione finale non sia tecnologicamente/economicamente sostenibile. Il test di cessione finalizzato al recupero dei rifiuti sarà eseguito in conformità a quanto previsto dal D.M. 05/02/1998 e s. m. i.

### **5.1.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi**

L'impatto connesso alla dispersione di polveri, che si manifesta essenzialmente come una riduzione temporanea dell'efficienza fotosintetica della vegetazione presente nelle immediate vicinanze delle sorgenti, può essere facilmente attenuato con semplici accorgimenti operativi come la bagnatura con appositi nebulizzatori delle superfici non pavimentate.

### **5.1.5 Rumore**

Saranno adottati particolari accorgimenti, sia di tipo tecnico che gestionale, per ridurre l'impatto acustico in fase di cantiere.

Sarà richiesto alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale (D.Lgs n. 262 del 04/09/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" come modificato dal Decreto 24 Luglio 2006). Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (carterature, oculati posizionamenti dei mezzi nel cantiere, ecc.) e dovranno essere attuati gli interventi manutentivi previsti.

L'operatività del cantiere sarà ristretta alle fasce orarie stabilite all'interno del normale orario lavorativo in periodo diurno dei giorni feriali.

Verranno evitate sovrapposizioni di attività rumorose, sarà ottimizzato il numero di trasporti previsti dei mezzi pesanti.

Qualora, in presenza di particolari situazioni non prevedibili si rendessero necessari ulteriori interventi mitigativi, potranno essere utilizzate barriere fonoisolanti mobili in prossimità dei corpi ricettori o a ridosso delle sorgenti.

## 5.2 Monitoraggi

### 5.2.1 Monitoraggio degli interventi di bonifica

#### 5.2.1.1 Monitoraggio qualitativo

Il monitoraggio qualitativo delle acque sarà finalizzato a verificare l'efficacia dell'azione di intercettazione operata dalle barriere idrauliche e l'assenza di superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dei parametri di interesse e l'evoluzione del processo di bonifica.

Il monitoraggio sarà eseguito in corrispondenza dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e di alcuni pozzi delle barriere di emungimento (indicativamente almeno 4 pozzi per ciascuna falda e per ciascun ramo di intervento).

La frequenza dei controlli sarà mensile per il primo anno di esercizio delle barriere e successivamente trimestrale.

L'attività di monitoraggio includerà il prelievo di campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimica quantitativa di laboratorio.

Il prelievo dai piezometri sarà eseguito mediante idonee pompe di campionamento. Il prelievo dai pozzi delle barriere idrauliche sarà eseguito dalle tubazioni di mandata dei singoli pozzi.

Le analisi chimiche riguarderanno i composti organici di origine antropica individuati attraverso le indagini pregresse, rappresentati dai Composti Clorurati: Tricloroetano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1 Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene (PCE), 1,1,2-Tricloroetano, Tribromometano (bromofornio).

#### 5.2.1.2 Monitoraggio quantitativo

Il monitoraggio quantitativo sarà finalizzato a verificare l'effetto idraulico indotto dalle barriere sui corpi idrici sotterranei (pseudo-falda superficiale e falda carbonatica).

Il monitoraggio consisterà nella misura dei livelli piezometrici per mezzo dei trasduttori di pressione installati nei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e nei pozzi di emungimento e di immissione.

Con cadenza trimestrale sarà effettuata una misura manuale per la verifica dei dati acquisiti con i sistemi automatici.

### ***5.2.2 Monitoraggio e controllo dell'impianto di trattamento delle acque***

Durante l'esercizio dell'impianto di trattamento delle acque si effettuerà un controllo chimico ufficiale con frequenza quindicinale sia delle acque scaricate nel corpo recettore sia delle acque reimmesse in falda. Su entrambe le destinazioni finali (scarico nel corpo recettore e reimmissione in falda) potrebbe essere installato un campionatore automatico programmato per prelevare una aliquota con frequenza oraria e preparare un campione medio composito sull'arco temporale indicato. Un ulteriore campionatore automatico potrebbe essere installato sulla linea dell'acqua inviata al primo trattamento.

Tutte le vasche saranno attrezzate con indicatori di livello per la gestione dei flussi di acqua e con prese campione per la caratterizzazione, se richiesto, di ogni singolo batch di acqua processata dall'impianto. Parimenti, tutti i filtri saranno attrezzati con prese campione in ingresso e in uscita per una caratterizzazione puntuale dell'efficienza di ciascun filtro.

L'impianto sarà dotato di un proprio quadro elettrico alimentato da una cabina di trasformazione di Terna e di un quadro di comando e controllo. Entrambi saranno installati in un container prefabbricato. L'impianto è caratterizzato da un elevato grado di automazione.

## 6 IMPATTO SUL SISTEMA AMBIENTALE COMPLESSIVO

Al fine di pervenire ad una descrizione dell'impatto sul sistema ambientale complessivo sono stati dapprima esaminati gli effetti diretti attribuibili alla realizzazione delle opere e del loro esercizio sulle singole componenti ambientali, tenendo conto anche degli effetti indiretti o mediati da una componente all'altra e considerando, infine, le eventuali interazioni ed azioni mitigative da adottare.

I risultati degli studi settoriali di analisi e previsioni degli effetti della realizzazione dell'opera sulle componenti ambientali potenzialmente interessate, presentati nel § 4, consentono di presentare le seguenti considerazioni conclusive.

### 6.1 Atmosfera e qualità dell'aria

Nelle fasi di cantiere, le principali interazioni sono determinate dalle emissioni di polveri dovute alle attività di perforazione, alla posa delle strutture e alla mobilitazione delle terre scavate, dalle emissioni di gas di scarico associate ai mezzi meccanici di cantiere, e dalle emissioni da traffico stradale indotto relativo al trasporto di materiali e di personale.

Per quanto riguarda l'emissione di polveri durante la fase di cantiere e da processi di combustione interna dei mezzi di cantiere, la perturbazione della qualità dell'aria risulta essere di entità trascurabile e limitata all'area delle lavorazioni, nonostante le cautele introdotte nelle analisi condotte che non tengono conto del reale funzionamento non continuativo e spesso alternativo delle macchine.

Anche la perturbazione della qualità dell'aria associata al traffico indotto dal cantiere risulta essere limitata alla sede stradale e di entità trascurabile.

Non si prevedono impatti nella fase di esercizio mentre per la fase di dismissione possono essere compiute considerazioni analoghe a quelle riportate per la fase di cantiere.

### 6.2 Ambiente idrico

Nel complesso il progetto di bonifica della falda apporterà un miglioramento delle condizioni di qualità dell'ambito idrico del contesto.

L'impatto potenziale dovuto alla possibile contaminazione delle acque superficiali per effetto del dilavamento, da parte delle acque meteoriche delle aree di cantiere e dalla presenza di fluidi di perforazione e/o di scavo è minimizzato dal sistema di gestione dei reflui previsto. Infatti le acque di dilavamento delle aree di deposito temporaneo e lavaggio autocarri, così come i reflui derivanti dalle operazioni di perforazione (acqua di lavaggio delle attrezzature di perforazione e acqua di dewatering dei fanghi di

perforazione) saranno temporaneamente stoccate in appositi serbatoi/vasche e, previa analisi chimica, saranno evacuate con autobotte.

Per realizzare le piste di cantiere è necessario prevedere un rilevato di allargamento nell'alveo del Fiume Santo; l'innalzamento della quota sommitale del rilevato rispetto a quella attuale non comporta variazioni significative nella capacità di deflusso dell'alveo del Fiume Santo.

L'allargamento in alveo mediante rilevato comporta anche la realizzazione di un nuovo alveo per il Fiume Santo; durante la fase dei lavori potrebbe determinarsi la contaminazione delle acque superficiali del fiume, tuttavia le fasi realizzative del progetto sono state pensate in modo da interferire il meno possibile con l'attuale alveo.

In fase di realizzazione del rilevato saranno limitate, per quanto possibile, le interferenze con il sistema idrico afferente al Fiume Santo, anche si potranno determinare fenomeni di intorbidamento e di contaminazione, seppure localizzate, delle acque, fenomeni di erosione lungo le sponde e locali scalzamenti delle scarpate a causa delle operazioni di scavo e della presenza di macchinari in opera in zone di pertinenza fluviale. Rimane comunque il fatto che il rilevato realizzato avrà carattere permanente, con necessità di un assestamento del sistema idrologico del corso d'acqua.

In fase di realizzazione delle opere, l'impiego di fango autoindurente da impiegare nella realizzazione del diaframma e il trattamento colonnare jet grouting possono produrre un temporaneo inquinamento delle acque sotterranee immediatamente adiacenti alle aree di scavo, che sarà, per quanto possibile, minimizzato.

### 6.3 Suolo e sottosuolo

L'intervento di bonifica si configura come un intervento con impatto complessivamente positivo sulla componente in esame, anche se si evidenziano alcune interferenze significative in fase di cantiere.

L'area di intervento si colloca in un ambito territoriale già da tempo occupato da attività industriali e, di conseguenza, i caratteri naturali morfologici primitivi sono stati totalmente sostituiti da strutture e infrastrutture antropiche.

I principali impatti che si potranno generare in fase di cantiere derivano da:

- volumi di scavo derivanti dalla realizzazione della barriera fisica e relativa gestione dei rifiuti prodotti nella fase di cantiere - i volumi prodotti saranno consistenti e laddove possibile, sarà data preferenza al recupero dei rifiuti per i quali tale pratica è ammessa, ad eccezione di quelli per i quali tale destinazione finale non sia tecnologicamente/economicamente sostenibile. Il test di cessione finalizzato al

recupero dei rifiuti sarà eseguito in conformità a quanto previsto dal D.M. 05/02/1998 e s. m. i.;

- cedimenti strutturali del rilevato realizzato per le piste di cantiere - considerate le scadenti caratteristiche geotecniche del terreno di appoggio dell'allargamento del rilevato, in opera si verificheranno dei cedimenti centimetrici dello stesso dovrà essere compensata con la ricarica di materiale di cava adeguatamente compattato.

In fase di esercizio non si rilevano evidenti impatti sul suolo e sottosuolo e in particolare non è ritenuto rilevante il consumo di suolo associato all'esercizio degli interventi.

#### 6.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

Per quanto concerne l'occupazione del suolo si stima trascurabile per la maggior parte dell'area occupata e medio-alto per il valore naturalistico-vegetazionale dell'area ripariale. La sottrazione di habitat con caratteristiche ripariali e di *stepping stone* può generare un impatto di entità bassa.

Il resto del territorio intensamente antropizzato, è caratterizzato da una frammentazione elevata e non presenta corridoi ecologici ben definiti, per cui, complessivamente, si può ritenere che l'impatto generato per la frammentazione di habitat sia di bassa entità.

Gli impatti potenziali sulla componente vegetazione e flora dovute alla produzione di polveri e all'emissione di gas di scarico sono da considerarsi trascurabili.

Le emissioni di rumore originate dalle attività di allestimento ed esercizio delle aree di lavoro generano un impatto trascurabile in relazione al rumore di fondo già presente a cui le specie faunistiche sono abituate e in relazione alla sua reversibilità al termine del periodo lavorativo.

In fase di esercizio, con il progredire dell'opera di bonifica della falda, sono attesi impatti positivi sulla componente vegetazione e flora.

#### 6.5 Rumore

Durante la fase di cantiere, le aree degli impianti industriali adiacenti all'area di intervento saranno interessate da livelli sonori inferiori a 70 dB, mentre presso l'unico corpo ricettore presente nella zona, a circa 2 km dal sito di intervento, il livello sonoro sarà assolutamente trascurabile.

Nessuna implicazione si avrà in merito al tempo di riferimento notturno (ore 22.00-06.00), in quanto non sono previste lavorazioni in tale orario.

Per l'accesso alle aree di cantiere si utilizzeranno prevalentemente le arterie locali e la viabilità di accesso agli impianti; non è prevista alcuna incidenza sugli attuali flussi veicolari e conseguentemente sulla rumorosità da traffico ad oggi presente.

## 6.6 Paesaggio

Le nuove opere in progetto saranno inserite in contesto industriale e non andranno a modificare significativamente lo skyline e il paesaggio percepito.

Le interazioni con l'aspetto visivo-paesaggistico in fase di cantiere, in funzione prevalentemente della durata del cantiere, possono essere considerati di MEDIA entità ma completamente REVERSIBILI ad ultimazione dei lavori.

Per ciò che concerne la fase di esercizio dell'impianto risulta che le previste modifiche, date le caratteristiche dell'intervento, non comportano una significativa variazione della connotazione paesaggistica di fondo della zona, poiché gli impatti avranno BASSA entità.

## 6.7 Considerazioni complessive

Al fine di avere una visione complessiva degli effetti indotti sul sistema ambiente, è stata elaborata la matrice fasi di progetto / componenti ambientali (Tabella 6.7.1).

In essa sono evidenziate tutte le interferenze stimate a seguito delle analisi settoriali, e queste stesse sono riportate con un codice di colore che esprime il livello di impatto.

Dalla lettura di questa matrice si può rilevare che la maggior parte degli impatti negativi si esplicano durante la fase di cantiere. Durante la fase di esercizio, infatti, gli impatti sulle componenti risultano in genere nulli o trascurabili e, per l'ambiente idrico e la vegetazione, positivi; risulta negativo, anche se di entità bassa, l'impatto sul paesaggio.

Sulla base dei risultati ottenuti si può quindi affermare che, durante le fasi di realizzazione e dismissione, le componenti ambientali interferite potranno subire modifiche significative a seguito della realizzazione delle opere di bonifica della falda, ad esclusione delle componenti ambientali Atmosfera e Rumore.

L'intervento previsto ha come scopo quello di bonificare le acque di falda, nel complesso, quindi, durante la fase di esercizio, il progetto apporterà un miglioramento delle condizioni di qualità dell'ambito idrico del contesto.

**Tabella 6.7.1 – Matrice degli impatti potenziali**

Componenti ambientali	Sottocomponenti	Fase di costruzione	Fase di esercizio	Fase di dismissione
Atmosfera	Qualità dell'aria	NULLO O TRASCURABILE	NULLO O TRASCURABILE	NULLO O TRASCURABILE
Ambiente idrico	Qualità delle acque superficiali	NEGATIVO BASSO	NULLO O TRASCURABILE	NEGATIVO BASSO
	Qualità delle acque sotterranee	NEGATIVO BASSO	POSITIVO	NEGATIVO BASSO
Suolo e sottosuolo	Produzione rifiuti	NEGATIVO MEDIO	NULLO O TRASCURABILE	NEGATIVO MEDIO
	Cedimenti	NEGATIVO BASSO	NULLO O TRASCURABILE	NEGATIVO BASSO
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Vegetazione e flora	NEGATIVO MEDIO	POSITIVO	NEGATIVO MEDIO
	Fauna ed ecosistemi	NEGATIVO MEDIO	NULLO O TRASCURABILE	NEGATIVO MEDIO
Rumore		NULLO O TRASCURABILE	NULLO O TRASCURABILE	NULLO O TRASCURABILE
Paesaggio		NEGATIVO MEDIO	NEGATIVO BASSO	NEGATIVO MEDIO

**Legenda**

POSITIVO	modifica/perturbazione che comporta un miglioramento della qualità della componente anche nel senso del recupero delle sue caratteristiche specifiche;
NULLO O TRASCURABILE	modifica/perturbazione che rientra all'interno della variabilità propria del sistema considerato
NEGATIVO BASSO	modifica/perturbazione di bassa entità, non in grado di indurre significative modificazioni del sistema considerato; le aree interessate possono essere anche mediamente estese e gli effetti temporaneamente prolungati o addirittura permanenti;
NEGATIVO MEDIO	modifica/perturbazione di media entità, tale da rendere molto lento il successivo processo di recupero; gli effetti interessano aree limitate o mediamente estese, anche di pregio
NEGATIVO ALTO	modifica/perturbazione tale da pregiudicare in maniera irreversibile il recupero del sistema, anche a seguito della rimozione dei fattori di disturbo.

## 7 CONCLUSIONI

Con il presente studio la Società Terna Rete Italia S.p.A. intende sottoporre alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, in accordo con la normativa vigente in materia, il progetto di bonifica della falda mediante barrieramento fisico-idraulico nell'area della stazione elettrica di conversione SA.PE.I., in comune e provincia di Sassari (Sardegna).

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti, oltre che di opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione. Il progetto prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

Il sito di intervento è localizzato lungo la costa nord-occidentale della Sardegna, nella regione di "Fiume Santu" che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, ad Ovest di Porto Torres e nel territorio comunale di Sassari (Tavola 1 – Inquadramento territoriale).

L'area interessata dagli interventi di bonifica include la sponda sinistra del Fiume Santo, a Est della centrale elettrica E.On. e della Stazione di conversione Terna SA.PE.I, e il settore nord-orientale dell'area della centrale E.On. (Tavola 2 – Localizzazione degli interventi, Tavola 3 – Localizzazione degli interventi su ortofoto).

L'Area TERNA-SA.PE.I. ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres, così come perimetrato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM). Le attività di caratterizzazione ambientale eseguite a seguito delle prescrizioni di legge hanno indicato la necessità di mettere in atto opportuni interventi di bonifica della falda. Sulla base dei dati disponibili, nel 2007 è stato predisposto e consegnato al MATTM un documento progettuale basato su un approccio di intervento di tipo fisico-idraulico, che è stato autorizzato in via provvisoria con uno specifico decreto ministeriale allo scopo di permettere l'avvio dei lavori. Nel periodo 2008-2009 è stata condotta una campagna di indagini finalizzata ad acquisire gli elementi necessari per procedere alla progettazione esecutiva. Tale campagna è stata eseguita secondo il programma contenuto nel progetto approvato e tenendo conto di alcuni vincoli operativi emersi in corso d'opera, ma in ogni caso nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto ministeriale.

Come previsto dalla VIA, sono state analizzate diverse alternative, tra le quali è stato esaminato un progetto di barrieramento solo idraulico, anche in considerazione dell'esistenza di un simile progetto di bonifica della falda sviluppato da E.On. per l'area della centrale termoelettrica. E' stato quindi sviluppato uno Studio delle alternative progettuali (REHR11006BASA00225, allegato 1 al presente documento).

Lo studio ha posto a confronto le implicazioni ambientali e territoriali determinate da due opzioni progettuali alternative, che perseguono gli stessi obiettivi di bonifica:

- barriera fisico-idraulico (Opzione A),
- barriera solo idraulico (Opzione B),

allo scopo di individuare quale delle due soluzioni sia preferibile da un punto di vista strettamente ambientale.

Il confronto tra le due alternative progettuali è stato effettuato applicando una metodologia di valutazione basata sull'utilizzo di indicatori (Analisi Multicriteria), considerando, tra gli elementi delle schede descrittive trattate ampiamente nello Studio, quelli ritenuti più significativi. Il set di indicatori è stato suddiviso in elementi di carattere territoriale e ambientale, a carattere gestionale/ambientale ed a carattere tecnico/economico.

I risultati raggiunti evidenziano, innanzitutto, che l'opzione A-Barrieramento fisico-idraulico risulta la soluzione comunque sempre penalizzata soprattutto dal punto di vista ambientale. In effetti soprattutto la fase di cantiere dell'opera prevede realizzazioni tali da determinare potenziali impatti significativi nell'area, soprattutto se rapportati con una soluzione che di fatto non presenta un'onerosa fase di cantiere sia in termini di occupazione di spazi, che di produzione e gestione dei rifiuti, che di durata del cantiere stesso.

Risulta, poi, che anche in fase di esercizio l'operazione del barrieramento fisico-idraulico presenti qualche elemento di penalizzazione legato soprattutto alle opere di modellamento morfologico lungo il lato fiume che comportano lo spostamento dell'alveo del Fiume Santo.

Si può infine ritenere la soluzione solo idraulica preferibile a quella fisico-idraulica anche nella fase di fine esercizio per la considerevolmente ridotta entità, durata ed onerosità delle attività di cantiere. Si consideri che la dismissione del barrieramento fisico-idraulico costituisce attività imprescindibile per evitare il perpetuo emungimento, anche successivamente al raggiungimento della bonifica, dell'acqua per evitare che l'accumulo di questa nell'area antistante il barrieramento dapprima pregiudichi le caratteristiche geotecniche del suolo, con potenziali danni alle strutture soprastanti, e crei l'allagamento dell'area stessa in seguito.

## 8 BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1996), *La pianificazione del paesaggio e l'ecologia della città*, Alinea, Firenze.

AA.VV. (1999), *Linee nel paesaggio*, Utet, Torino.

ANPA, *Le piante come indicatori ambientali, Manuale tecnico-scientifico*, RTI CTN\_CON 1/2001

ARPA Sardegna, 2008. "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2007" - Cagliari, 6/12/2008

ARPA Sardegna, 2009. "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2008" - Cagliari, novembre 2009

ARPA Sardegna, 2010. "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2009" - Cagliari, luglio 2010

ARPA Sardegna, 2011. "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2010" - Cagliari, luglio 2011

Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (<http://clima.meteoam.it/atlanteClimatico.php>)

AZILOTTI A., INNOCENTI A., RUGI R., *Fiori spontanei negli ambienti italiani*, Calderini Ed. agricole, 2000

BRICHETTI P., DE FRANCESCHI P., BACCETTI N., *Uccelli*, Edizioni Calderoni Bologna, 1992

CESI S.p.A. *Sito SAPEI. Progettazione opere di barrieramento fisico-idraulico, impianti tecnologici, impianto trattamento acque*, anno 2012

CHECK LIST OF THE SPECIES OF ITALIAN FAUNA, Ministero dell'ambiente - Protezione della Natura, 31 marzo 2003.

Circolare 6 Settembre 2004- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.(G.U. n. 217 del 15-9-2004)

CLEMENTI A. (a cura di) (2002), *Interpretazioni di paesaggio*, Meltemi, Roma.

COLOMBO G. e MALCEVSCHI S. *Manuali AAA degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale, volume 5 "Indicatori del paesaggio"*.

Comune di Sassari *Piano Urbanistico del Comune di Sassari (PUC)* adottato con Delibera del Consiglio Comunale del 26 luglio 2012 n. 43

Comune di Porto Torres *Piano Regolatore del Comune di Porto Torres* - approvato con Decreto Assessoriale Regionale No. 862/U del 9 Maggio 1983 e successive varianti

Comune di Sassari *Piano di zonizzazione acustica del Comune di Sassari* – adozione bozza con Delibera del Consiglio n. 30 del 01/03/2007

Consorzio Industriale Provinciale di Sassari *Piano Regolatore Territoriale (PRT) dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) di Sassari – Porto Torres – Alghero* - approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 5 Novembre 1971 e successive varianti.

CONVENZIONE EUROPEA DEL PAESAGGIO, aperta alla firma il 20 ottobre 2000 a Firenze e ratificata dal Parlamento Italiano con Legge n. 14 del 9 gennaio 2006.

D.M.A. 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 01/04/1998)

D.P.C.M. 01 marzo 1991 – Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (GU n. 57 del 8/3/91)

D.P.C.M. 12 dicembre 2005 sull'individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42. (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2006).

D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U. n° 280 del 01/12/1997)

D.P.C.M. 377 10 agosto 1988 "Regolamento delle procedure di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della Legge 8 Luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'Ambiente e nome in materia di danno ambientale"

D.P.R. 12/03/2003, n. 120 (G.U. n. 124 del 30 maggio 2003). Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

D.P.R. 30 Marzo 2004 , n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.(GU n. 127 del 1-6-2004)

D.P.R. 8/9/1997 n. 357 Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

D.P.R. n. 459 -18 Novembre 1998 -Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario (G.U. 4/1/1999, n. 2)

Decreto 7 marzo 2012 (G.U. della Repubblica Italiana n 79 del 3 aprile 2012) Quinto elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea in Italia, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010, Suppl. Ordinario n. 217

DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", pubblicato su G.U. n. 45 del 24 febbraio 2004 - Supplemento Ordinario n. 28.

DECRETO LEGISLATIVO 24 marzo 2006 n. 156 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali", pubblicato su Gazzetta Ufficiale n. 97 del 27 Aprile 2006.

DECRETO LEGISLATIVO 24 marzo 2006, n.157 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio", pubblicato su Gazzetta Ufficiale n. 97 del 27 Aprile 2006.

DECRETO LEGISLATIVO 26 marzo 2008 n.63 "Ulteriori disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio", pubblicato su Gazzetta Ufficiale n. 84 del 9 aprile 2008

DECRETO LEGISLATIVO 26 marzo 2008, n. 62 "Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali", pubblicato su Gazzetta Ufficiale n. 84 del 9 aprile 2008

Decreto MATTM DVA-DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 "Autorizzazione integrata ambientale per l'esercizio delle centrali termoelettriche di Portoscuso e del Sulcis – "Grazia Deledda" della società Enel Produzione S.p.A. site nel comune di Portoscuso (CI)".

DEMATTEIS G. (2002), Contraddizioni dell'agire paesaggistico, in G. Ambrosini et al, (a cura di), Disegnare paesaggi costruiti, F. Angeli, Milano.

DI FIDIO M. (1995), Difesa della natura e del paesaggio, Pirola, Milano

Direttiva Europea n. 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 – Direttiva "Habitat"

EEA, 2011. "COPERT 4 — Estimating emissions from road transport" European Environment Agency, published: Nov 08, 2011.

FABBRI P. (1997), Natura e cultura del paesaggio agrario, CittàStudi, Milano.

GAMBINO R. (1998), Conservare. Innovare. Paesaggio, ambiente, territorio, UTET, Torino.

GUIDA ALLA FAUNA D'INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

- INGEGNOLI V. (1993), Fondamenti di ecologia del paesaggio, CittàStudi, Milano.
- INTERPRETATION MANUAL OF EUROPEAN UNION HABITATS - EUR 25 - April 2003  
EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT - Nature and biodiversity
- ISPRA, 2009 – “La disaggregazione a livello provinciale dell’inventario nazionale delle emissioni”, 92/2009.
- LANZANI A. (2003), I paesaggi italiani, Meltemi, Roma.
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (G.U. Suppl. Ordin. n° 254 del 30/10/1995)
- LEGGE 5 gennaio 1994, n. 37 “Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche”
- LEGGE 6 dicembre 1991, n. 394., “Legge quadro sulle aree protette” e s.m.i, pubblicata su G.U. n.292 del 13.12.1991 , Supplemento Ordinario n.83
- LEGGE 8 agosto 1985, n. 431 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Integrazioni dell’art. 82 del decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616”.
- LEGGE 9 gennaio 2006, n. 14, “Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000” pubblicata su G.U. Supplemento Ordinario n° 16 del 20/01/2006.
- Legge n. 3267 del 30/12/1923, “ *Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*”
- Mennella C., 1973. “Il Clima d’Italia”. Fratelli Conte Editore s.p.a., Napoli.
- MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO - Protezione della natura - Fauna italiana inclusa nella Direttiva Habitat -Revisione scientifica a cura dell’Unione Zoologica Italiana
- MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO, Rete Ecologica Nazionale – Un approccio alla conservazione dei Vertebrati Italiani
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “ *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”
- PEANO A. (a cura di), (2011), Fare paesaggio. Dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale, Alinea Editrice, Firenze
- Piano di Gestione del SIC ITB010002 “Stagno di Pilo e di Casaraccio”.approvato con Decreto Regionale n. 5 del 28/02/2008

Piano di Gestione del SIC ITB040027 "Isola di San Pietro" approvato con Decreto Regionale n. 10 del 13/02/2009

PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE della Regione Sardegna, approvato con D.G.R. n. 36/7 del 5 settembre 2006

PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI PORTO TORRES (PRGC) approvato con Decreto Assessoriale Regionale N. 862/U del 9 Maggio 1983 (Pubblicazione su BURAS No. 30 del 1 Giugno 1983), con riferimento all'ultima adozione con D.C.C. N. 34 dell'8 Aprile 2010

PIANO REGOLATORE TERRITORIALE (PRT) dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) di Sassari, Porto Torres, Alghero approvato con D.P.C.M. il 5 Novembre 1971.

PIANO URBANISTICO DEL COMUNE DI SASSARI (PUC) adottato con D.C.C. n.43 del 26 luglio 2012

PIANO URBANISTICO PROVINCIALE - PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO (PUP-PTC) della Provincia di Sassari approvato con D.C.P. n. 18 del 04.05.2006

PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna

PIGNATTI S., Ecologia del paesaggio, UTET, 1994.

Provincia di Sassari *Piano urbanistico provinciale - Piano territoriale di coordinamento (PUP-PTC) della Provincia di Sassari* - approvato con delibera del Consiglio provinciale n. 18 del 04.05.2006

Regione Sardegna *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS) Regione Sardegna* - approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 50/17 del 21/12/2012

Regione Sardegna *Piano di Bonifica dei siti inquinati della Regione Sardegna* - stato approvato con D.G.R. n. 45/34 del 5/12/2003

Regione Sardegna *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna* - approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.7.2006

Regione Sardegna *Piano Stralcio di Bacino Regionale per le Risorse Idriche della Regione Sardegna (PSUR)* - ultima adozione con Deliberazione N. 17/15 del 26.4.2006

Regione Sardegna *Piano di tutela delle acque della Regione Sardegna* - approvato con D.G.R. n.14/16 del 04.04.2006

Regione Sardegna *Piano di Gestione del distretto idrografico della Sardegna* - adottato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n.1 del 25 febbraio 2010

Regione Sardegna *Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna (PPR)* – approvato con D.G.R. n.36/7 del 05.09.2006

Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale - Banca Dati BRACE

ROMANI V. (1994), *Paesaggio. Teoria e pianificazione*, F. Angeli, Milano

SCAZZOSI L. (a cura di), (2002), *Leggere il Paesaggio. Confronti internazionali/ Reading the Landscape. International comparisons*, Gangemi Editore, Roma.

SCAZZOSI L., Zerbi M.C. (2005) (a cura di), *Paesaggi straordinari e paesaggi ordinari. Approcci della geografia e dell'architettura*, Guerini scientifica, Milano.

SERENI E. (1974), *Storia del paesaggio agrario italiano*, Laterza, Bari.

SESTINI A. (1972), *Il Paesaggio*, TCI, Milano.

S.I.T.A.P., *Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico della Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Ministero per i Beni e le Attività Culturali*

TEMPESTA T., Thiene M. (2006) *Percezione e valore del paesaggio*, Franco Angeli.

TURRI E. (2008), *Antropologia del paesaggio*, Marsilio, Padova.

UGOLINI P. (1997), *Ambiente e pianificazione*, Casamara, Genova.

UNI 10855:1999 "Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"

UNI 11143-1:2005 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità"

UNI 11143-5:2005 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali)"

UNI 9884:1997 "Acustica. Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".

UNI ISO 9613-1:2006 07/09/06 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico

UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo"

US-EPA, 2001. "Air pollution emission factors compilation AP-42, Volume I, Fifth Edition". Office of Air Quality Planning and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington.

US-WRAP, 2006 "WRAP Fugitive Dust Handbook", Western Regional Air Partnership's, published: September 7, 2006.

VISMARA R., Ecologia applicata, Hoepli, Milano, 1992.

VITTA M. (2005), Il paesaggio. Una storia fra natura e architettura, Einaudi, Torino.

## SITI INTERNET

<http://www.ebnitalia.it>

<http://www.minambiente.it>

<http://www.regione.sardegna.it>

<http://europa.eu/>

<http://www.sinanet.isprambiente.it/>

<http://www.sardegnaambiente.it/>

<http://www.sardegnaambiente.it/corpoforestale/>

<http://www.parks.it/>

<http://sitap.beniculturali.it/sitap/>

<http://www.sardegnaturismo.it/>

<http://www.comune.sassari.it/>

<http://www.provincia.sassari.it/>

<http://www.terna.it>

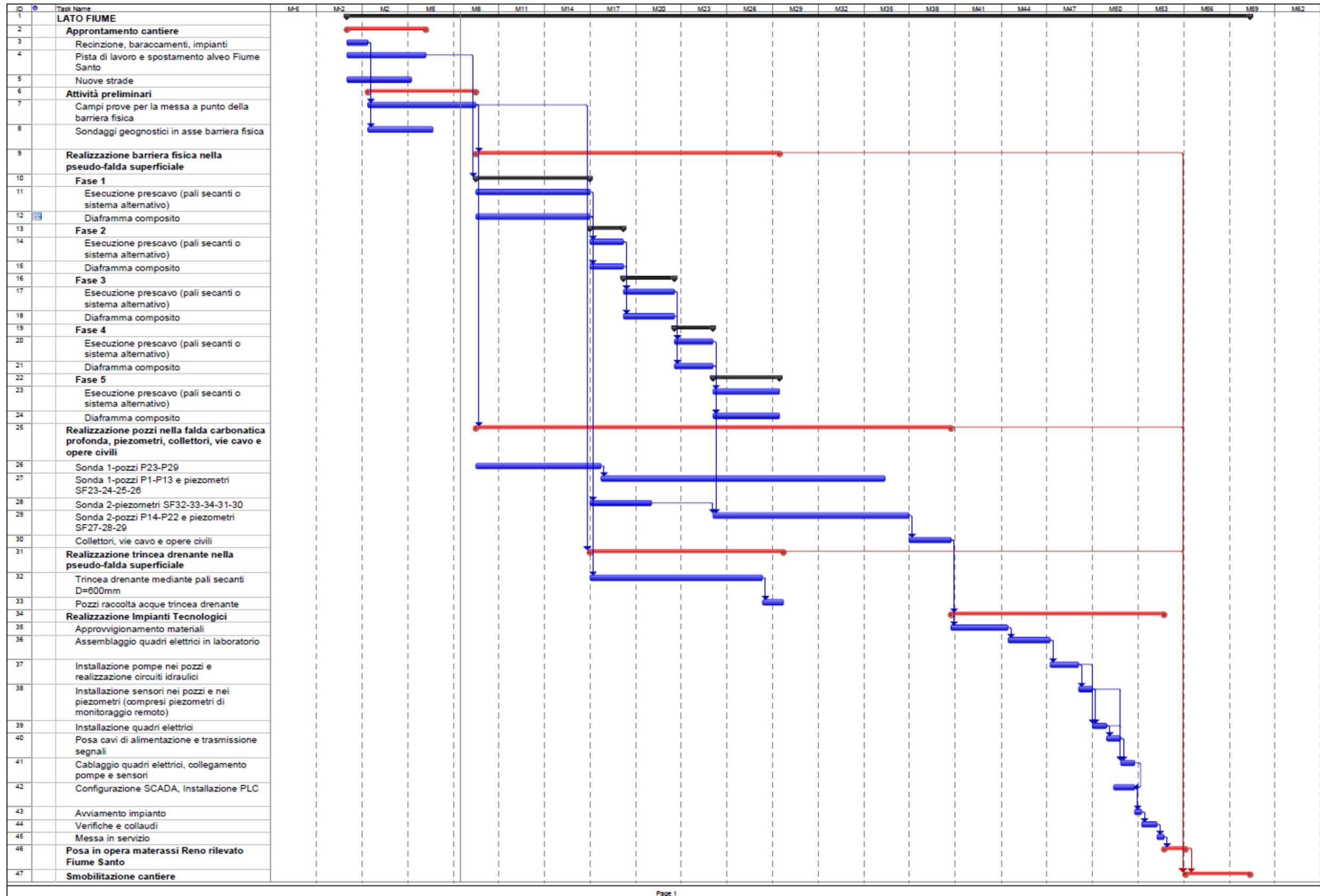
[http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/disaggregazione\\_prov2005](http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/disaggregazione_prov2005)

<http://www.brace.sinanet.apat.it/>

<http://www.bap.beniculturali.it>

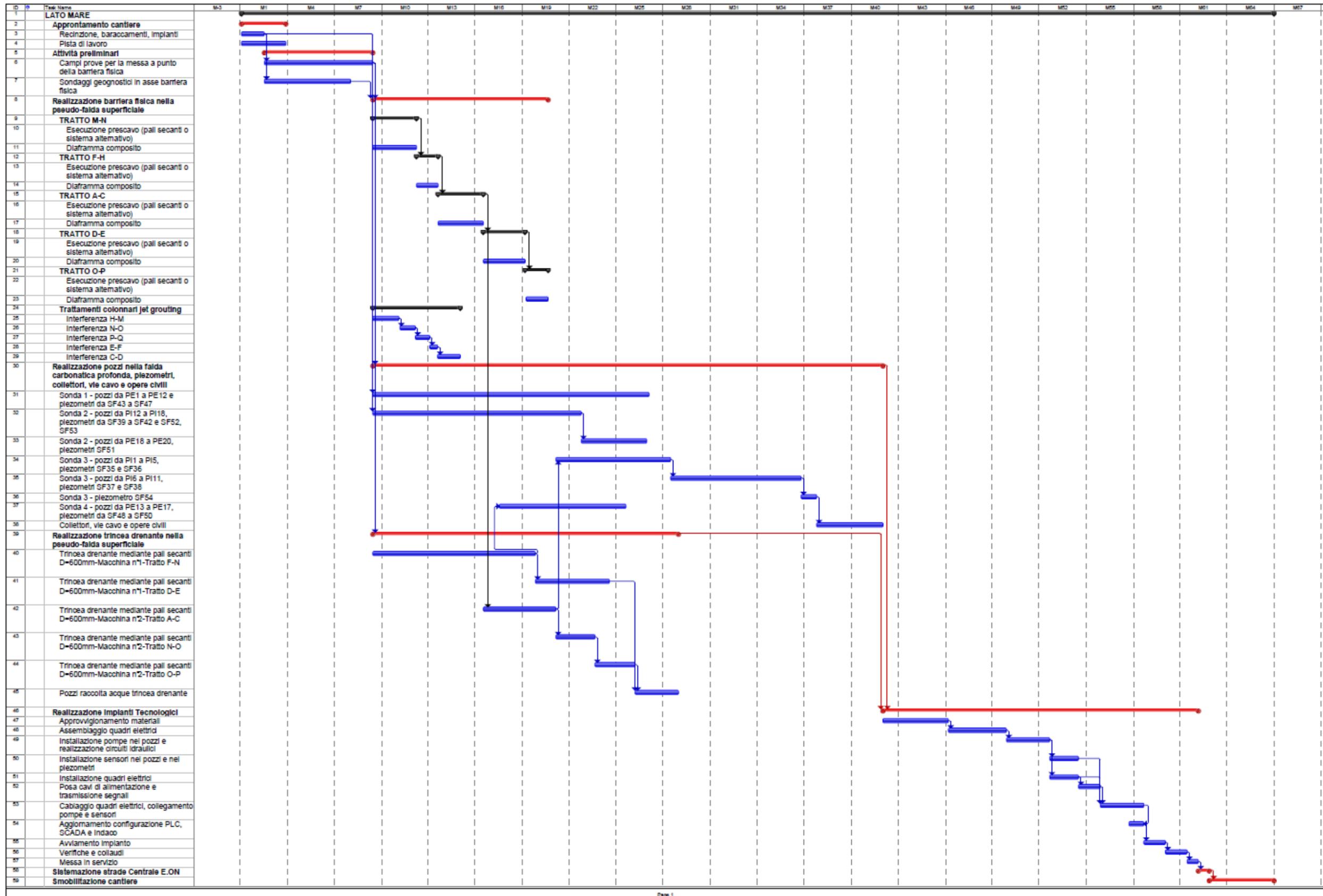
## APPENDICE 1

### Cronoprogramma Opere Lato Fiume



## APPENDICE 2

### Cronoprogramma Opere Lato Mare



## TAVOLE

(Pagine 14)