

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO

S.O. AMBIENTE

PROGETTO DEFINITIVO

ELETTRIFICAZIONE LINEA CAGLIARI – ORISTANO

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

SCALA:

Relazione generale

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RR0S 00 D 22 RG IM0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Gennaio 2023	T. Capitanio G. Dajelli	Gennaio 2023	P. Manna	Gennaio 2023	C. Arcolani 2023

File: RR0S00D22RGIM0001001A.doc

n. Elab.:

INDICE	
1 INQUADRAMENTI PRELIMINARI	5
1.1 L'OGGETTO DELL'ISTANZA DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ	5
1.2 INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO	5
1.3 DOCUMENTI ALLEGATI	6
2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
2.1 GLI INTERVENTI E LE OPERE IN PROGETTO	7
2.1.1 Il quadro riepilogativo	7
2.1.2 Linea di contatto e sostegni	7
2.1.3 Sottostazioni elettriche (SSE)	8
2.2 L'ESERCIZIO DELLA LINEA	11
2.2.1 Modello di esercizio	11
2.2.2 Materiale rotabile	12
2.3 LA CANTIERIZZAZIONE	12
2.3.1 Le aree di cantiere	12
2.3.1.1 Le aree di cantiere fisso	12
2.3.1.2 Le piste di cantiere	14
2.3.2 Quantitativi e flussi di materiali	14
2.3.2.1 Il bilancio materiali	14
2.3.2.2 Modalità di gestione dei materiali di risulta	15
2.3.3 Modalità e fasi realizzative	15
3 ANALISI AMBIENTALE DEL PROGETTO	20
3.1 FINALITÀ, LOGICHE E CONTENUTI DELL'ANALISI	20
3.2 ANALISI AMBIENTALE DELLE OPERE E DELL'ESERCIZIO	21
3.2.1 Opere ed interventi	21
3.2.2 Esercizio	23
3.3 ANALISI AMBIENTALE DEL SISTEMA DELLA CANTIERIZZAZIONE	24
3.3.1 Aspetti generali della cantierizzazione	24
3.3.2 Macro-attività A – Realizzazione della Linea di contatto	24
3.3.3 Macro-attività B – Realizzazione delle sottostazioni elettriche	26
3.3.4 Individuazione delle situazioni significative	27
4 COERENZE E CONFORMITÀ	29
4.1 GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO	29
4.1.1 Lo stato della pianificazione	29
4.1.2 La pianificazione territoriale: il Piano Paesaggistico Regionale	29
4.1.3 La pianificazione locale	33
4.2 IL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE DISCIPLINE DI TUTELA AMBIENTALE	37
4.2.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive	37
4.2.2 I beni culturali	38
4.2.3 I beni paesaggistici	39
4.2.4 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000	41
4.2.5 Aree soggette a vincolo idrogeologico	43
4.2.6 Considerazioni conclusive	43
5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	47

5.1	SISTEMA ANTROPICO.....	47			<i>La scelta della centralina per le simulazioni modellistiche</i>	88
					<i>Lo stato della qualità dell'aria</i>	89
5.1.1	Struttura insediativa.....	47				
5.1.2	Usi in atto.....	50				
5.1.3	Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante.....	50				
5.1.4	Paesaggio.....	51				
	5.1.4.1 La struttura del paesaggio	51				
	5.1.4.2 Gli aspetti percettivi prevalenti	57				
5.2	SISTEMA BIOTICO	61				
5.2.1	Biodiversità	61				
	5.2.1.1 Inquadramento bioclimatico ed aspetti vegetazionali.....	61				
	5.2.1.2 Habitat secondo la classificazione Corine Biotopes.....	64				
	5.2.1.3 Aspetti faunistici	65				
	5.2.1.4 Aree di interesse ambientale e Reti ecologiche	67				
5.3	SISTEMA ABIOTICO	72				
5.3.1	Suolo ed acque.....	72				
	5.3.1.1 Aspetti geologici.....	72				
	5.3.1.2 Aspetti geomorfologici.....	72				
	5.3.1.3 Aspetti idrogeologici.....	73				
	5.3.1.1 Siti contaminati e potenzialmente contaminati	73				
	Fonti conosciute	73				
	Siti di Interesse Nazionale	73				
	Siti contaminati e potenzialmente contaminati	74				
	5.3.1.2 Reticolo idrografico.....	80				
	5.3.1.3 Pericolosità idraulica	80				
	5.3.1.4 Stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee	83				
5.3.2	Arie e clima.....	84				
	5.3.2.1 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria	84				
	5.3.2.2 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e scelta della centralina per le simulazioni modellistiche	87				
	La rete di monitoraggio	87				
6	SIGNIFICATIVITÀ DEI POTENZIALI EFFETTI AMBIENTALI	90				
6.1	METODOLOGIE DI LAVORO.....	90				
6.2	GLI EFFETTI INDAGATI E LA LORO SIGNIFICATIVITÀ.....	93				
	6.2.1 Quadro sinottico delle categorie e tipologie di effetti considerati.....	93				
	6.2.2 Interazione con il sistema dei vincoli e delle tutele.....	94				
	6.2.3 Produzione di emissione e residui (A)	97				
	6.2.3.1 Modifica del clima acustico (A1).....	97				
	Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva	97				
	Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa.....	99				
	6.2.3.2 Modifica delle condizioni di qualità dell'aria e livelli gas climalteranti (A2)	103				
	Impostazione metodologica	103				
	Le analisi sviluppate.....	103				
	Sintesi dei dati di input	104				
	Dati di output del modello di simulazione (Scenario A).....	107				
	Confronto tra livelli di concentrazione stimati ed i valori limite normativi.....	109				
	Considerazioni conclusive.....	111				
	6.2.3.3 Produzione di rifiuti (A3).....	115				
	6.2.3.4 Modifiche delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli (A4).....	116				
	6.2.4 Uso di risorse (B)	118				
	6.2.4.1 Perdita di suolo (B1).....	118				
	6.2.4.2 Consumo di suolo (B2).....	118				
	6.2.4.3 Consumo di materie prime non rinnovabili (B3)	120				
	6.2.5 Interazione con beni e fenomeni ambientali (C)	120				
	6.2.5.1 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento (C1)	120				
	Inquadramento del tema	120				
	Esposizione all'inquinamento atmosferico in fase di cantierizzazione	121				
	Esposizione all'inquinamento acustico in fase di cantierizzazione.....	122				
	Esposizione all'inquinamento acustico in fase di esercizio	123				

<i>Considerazioni conclusive</i>	123	9	ENERGY SAVING	160
6.2.5.2 <i>Sottrazione di habitat e biocenosi (C2)</i>	123	9.1	ANALISI DEI CONSUMI DA TRAZIONE FERROVIARIA E DEI BENEFICI AMBIENTALI DERIVANTI DALL'ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI-ORISTANO	160
6.2.5.3 <i>Modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva (C3)</i>	126	9.2	ANALISI CONSUMI ENERGETICI DA TRAZIONE FERROVIARIA	160
6.2.5.4 <i>Modifica delle dinamiche e dei rischi per la popolazione faunistica (C4)</i>	128	9.3	CONFRONTO PRESTAZIONI MATERIALE ROTABILE	160
<i>Inquadramento del tema</i>	128	9.3.1	<i>Emissioni climalteranti specifiche</i>	160
<i>Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche</i>	129	9.3.2	<i>Emissioni inquinanti specifiche</i>	161
<i>Modifica della connettività ecologica</i>	133	9.3.3	<i>Consumo energetico specifico</i>	161
<i>Rischio di collisione</i>	134	9.4	BENEFICI DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA	161
<i>Rischio di elettrocuzione</i>	136	9.5	CONCLUSIONI	162
<i>Considerazioni conclusive</i>	138			
6.2.5.5 <i>Modifica degli usi (C5)</i>	138			
6.2.5.6 <i>Modifica delle condizioni di deflusso (C7)</i>	140			
6.2.5.7 <i>Modifica della struttura del paesaggio e Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo (C8-C9)</i>	143			
6.2.6 <i>Analisi degli effetti cumulati</i>	147			
7 MISURE ED INTERVENTI DI PREVISIONE, RIDUZIONE E MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI	151			
7.1 MISURE ED INTERVENTI PREVISTI IN FASE DI CANTIERE	151			
7.1.1 <i>Interventi per la riduzione della polverosità nelle aree di cantiere</i>	151			
7.1.2 <i>Interventi di mitigazione acustica</i>	151			
7.1.2.1 <i>Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere</i>	151			
7.1.2.2 <i>Procedure operative</i>	151			
7.1.2.3 <i>Deroga</i>	152			
7.2 INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEGLI EFFETTI SU HABITAT E SPECIE FAUNISTICHE DI DIRETTIVA	152			
8 ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	155			
8.1 LA STRATEGIA NAZIONALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI ED IL SETTORE TRASPORTI ED INFRASTRUTTURE	155			
8.2 LA STRATEGIA REGIONALE DI SVILUPPO SOSTENIBILE	156			
8.3 RESILIENZA E LIVELLI DI VULNERABILITÀ DELL'OPERA FERROVIARIA AGLI IMPATTI DERIVANTI DAI CAMBIAMENTI CLIMATICI	158			

1 INQUADRAMENTI PRELIMINARI

1.1 L'oggetto dell'istanza di verifica di assoggettabilità

Il presente Studio preliminare ambientale è finalizzato all'istanza di assoggettabilità a procedura VIA del Progetto Definitivo relativo alla Elettificazione della tratta Cagliari – Oristano, afferente alla linea ferroviaria Cagliari – Golfo Aranci.

Il principale beneficio tecnico prodotto dall'intervento di Elettificazione sarà rappresentato dall'utilizzo di materiale rotabile con più alte prestazioni rispetto al diesel (come velocità e accelerazione); tale cambio di trazione del materiale rotabile, porterà anche a benefici di tipo ambientale, in particolare avrà un effetto positivo in termini di emissioni di gas inquinanti e climalteranti sia in termini diretti (i treni non avranno emissioni) sia indiretti (riduzione della domanda di trasporto privato su gomma a favore del trasporto pubblico ferroviario su linea elettrificata); l'utilizzo di motori a combustione interna, infatti, rappresenta uno dei principali responsabili delle emissioni di sostanze inquinanti, sia in termini di gas ad effetto serra (Greenhouse Gases, GHG), sia di altri inquinanti che hanno effetto diretto sulla qualità dell'aria a livello locale (come ad esempio il materiale particolato).

Rimandando al seguente Cap. 2 ed agli elaborati specialisti per una dettagliata descrizione del quadro degli interventi previsti, in termini generali, la configurazione progettuale idonea a soddisfare il succitato obiettivo prevede la realizzazione della Linea di contatto, consistente nella posa in opera di sostegni e di portali tralicciati lungo i 93 chilometri che compongono la tratta Cagliari – Oristano, unitamente alla realizzazione di 6 sottostazioni elettriche (SSE Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano), funzionali alla elettificazione della intera tratta.

L'intervento di elettificazione della tratta Cagliari – Oristano costituisce pertanto l'oggetto dell'istanza di assoggettabilità a procedura VIA, alla quale è finalizzato il presente Studio preliminare ambientale.

In base alla specificità delle opere in progetto, i potenziali effetti ambientali sono connessi in prevalenza alla fase realizzativa, con riferimento agli aspetti costruttivi, nonché alla presenza delle opere stesse; per quanto riguarda la fase di esercizio, posto che nell'ambito del progetto in esame non è prevista alcuna modifica al modello di esercizio attuale, gli effetti attesi sono unicamente riconducibili alla modifica del materiale rotabile che prevede la sostituzione di motrici ad alimentazione diesel attualmente in funzione con elettrotreni.

Stante quanto qui sintetizzato e come successivamente argomentato nell'ambito del capitolo dedicato all'individuazione e stima dei potenziali effetti significativi indotti dall'opera in progetto sull'ambiente (cfr. cap. 6), detti effetti atterranno alla considerazione delle opere in progetto in termini di attività di loro realizzazione, loro presenza fisica e loro operatività.

1.2 Inquadramento amministrativo

L'intervento ricade nel settore sud-occidentale della Regione Sardegna, interessando nello specifico i territori compresi tra la Provincie di Oristano, Medio-Campidano e Cagliari ed i comuni riportati nella tabella che segue.

<i>Provincia</i>	<i>Comune</i>
Cagliari	Assemini
	Cagliari
	Decimomannu
	Decimoputzu
	Elmas
	Villasor
Medio Campidano	Pabillonis
	Samassi
	San Gavino Monreale
	Sanluri
	Sardara
	Serramanna
	Oristano
Oristano	Arborea
	Marrubiu
	Mogoro
	Oristano
	Santa Giusta
	Terralba
	Uras

1.3 Documenti allegati

Il quadro della documentazione allegata al presente studio è costituito dai seguenti elaborati cartografici.

Nome	Codifica	Scala
Cartografia delle aree protette e Rete Natura 2000	RR0S00D22NZIM0001001A	1:75.000
Sintesi dei vincoli e delle tutele - Tav. 1 di 2	RR0S00D22N5IM0001001A	1:5.000
Sintesi dei vincoli e delle tutele - Tav. 2 di 2	RR0S00D22N5IM0001002A	1:5.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale - Tav. 1 di 2	RR0S00D22N5IM0001003A	1:5.000
Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale - Tav. 2 di 2	RR0S00D22N5IM0001004A	1:5.000
Carta della struttura del paesaggio e della visibilità - Tav. 1 di 2	RR0S00D22N5IM0001005A	1:5.000
Carta della struttura del paesaggio e della visibilità - Tav. 2 di 2	RR0S00D22N5IM0001006A	1:5.000

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Gli interventi e le opere in progetto

2.1.1 Il quadro riepilogativo

Il progetto definitivo oggetto del presente studio riguarda l'elettificazione della tratta Cagliari-Oristano della linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci.

La linea Cagliari-Golfo Aranci, nota anche come Dorsale Sarda, è la più importante ed estesa dell'intera rete ferroviaria della Sardegna e collega Cagliari col porto gallurese di Golfo Aranci e con vari centri del Campidano, della Sardegna centrale e della Gallura, tra cui i principali sono Oristano, Macomer e Olbia. La linea ferroviaria Cagliari - Oristano si sviluppa per un'estensione complessiva di 93 km di cui 50 km in doppio binario da Cagliari a San Gavino Monreale e di 43 km in singolo binario da San Gavino Monreale a Oristano ed è interamente non elettrificata.

La configurazione del sistema di trazione elettrica (Sottostazioni elettriche SSE e Linea di Contatto) idonea a soddisfare l'intero quadro esigenziale richiesto per la tratta Cagliari - Oristano prevede:

- Elettificazione con la Linea di Contatto con catenaria di sezione pari a 440 mm²
- Realizzazione di n. 6 nuove SSE

2.1.2 Linea di contatto e sostegni

Per la Linea di Contatto prevista con catenaria 440mm² saranno utilizzati sostegni Tipo LSU a base saldata e portali tralicciati.

La distanza dei sostegni dalla rotaia più vicina (esterno palo – interno fungo rotaia) sarà di norma pari a 2,25 m, mentre lungo i marciapiedi, in ossequio alla Specifiche Tecniche di Interoperabilità, la distanza palo rotaia sarà adeguatamente aumentata (cfr. Figura 2-1).

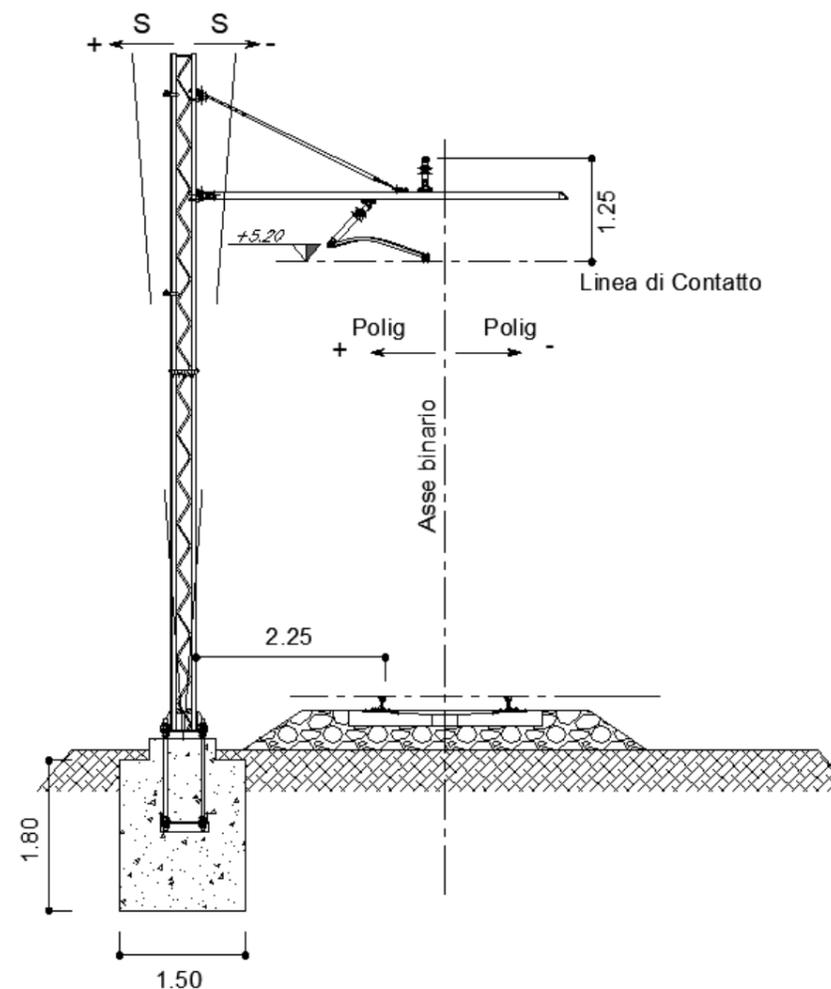


Figura 2-1 Palo tipo: Principali caratteristiche dimensionali

Per il sostegno della Linea di Contatto saranno utilizzate sospensioni del tipo a "mensola orizzontale in alluminio" come rappresentato nella figura seguente (cfr. Figura 2-2).

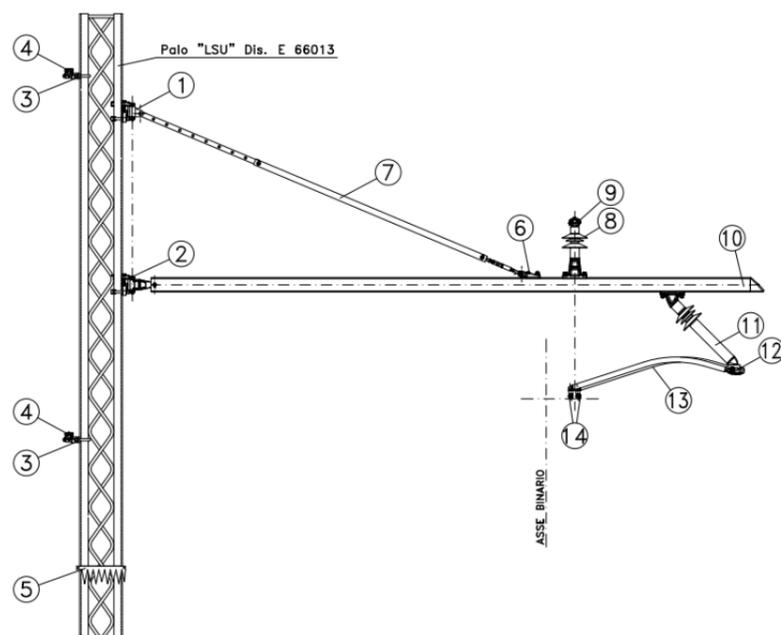


Figura 2-2 Sospensione di piena linea con mensola orizzontale in alluminio



Figura 2-3 Tratta Cagliari – Decimomannu: Stato della linea di contatto (Agg. Febbraio 2021)

L'altezza nominale dei fili di contatto sul piano del ferro sarà pari a 5.20 metri come previsto da Capitolato Tecnico TE RFI.

Come si evince dagli elaborati relativi al "Piano di elettrificazione e circuito di protezione TE", l'interasse medio intercorrente tra i sostegni presenta una distanza variabile, compresa tra 55 e 60 metri.

Si precisa che, nel tratto compreso tra la stazione di Cagliari e quella di Decimomannu, i pali TE previsti in progetto sostituiranno quelli allo stato esistenti e di cui è già prevista la rimozione¹ (cfr. Figura 2-3).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica RR0S00D18ROLC0000001A.

2.1.3 Sottostazioni elettriche (SSE)

Il sistema di trazione elettrica prevede la realizzazione di n. 6 nuove sottostazioni, ognuna equipaggiata con due gruppi di conversione da 5400 kW, situate presso le stazioni di Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano (cfr. Tabella 2-1).

Tabella 2-1 Sottostazioni elettriche in progetto: Localizzazione

Sottostazione elettrica		Localizzazione [pk]
SSE01	Cagliari	2+188
SSE02	Decimomannu	16+024
SSE03	Villasor	26+255
SSE04	San Gavino	50+921
SSE05	Marrubiu	77+244
SSE06	Oristano	93+619

¹ La presenza dei pali TE discende da un precedente intervento di elettrificazione della tratta Cagliari - Villasor

Le sottostazioni elettriche in progetto sono nel seguito descritte con riferimento ai seguenti parametri descrittivi:

- Aspetti tecnologici, generali e specifici di ogni singola SSE
- Localizzazione, layout e caratteristiche costruttive

Per quanto attiene agli aspetti tecnologici, l'analisi dei carichi elettrici ha dimostrato la compatibilità degli stessi con un'alimentazione elettrica primaria in Media Tensione (MT), soluzione adottata per tutte le SSE di progetto con la sola eccezione di quella di Villasor, alimentata in Alta Tensione (AT) (cfr. Tabella 2-2).

Tabella 2-2 SSE di progetto: Alimentazione

Sottostazione elettrica		Alimentazione	
		Media Tensione (MT)	Alta Tensione (AT)
SSE01	Cagliari	•	
SSE02	Decimomannu	•	
SSE03	Villasor		•
SSE04	San Gavino	•	
SSE05	Marrubiu	•	
SSE06	Oristano	•	

Nello specifico, la SSE di Cagliari, alimentata in Media Tensione, occuperà un'area di 2340 mq e sarà ubicata all'incirca al km 2+188. L'impianto sarà dotato di 4 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di Decimomannu, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1580 mq e sarà ubicata all'incirca al km 16+024. L'impianto sarà dotato di 6 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e quattro sezionatori di seconda fila. Nel presente impianto si è tenuto conto sia della futura elettrificazione della direttrice che si dirama da Decimomannu verso Iglesias sia del futuro raddoppio del binario.

La SSE di Villasor, alimentata in Alta Tensione, occuperà invece un'area di 8100 mq e sarà ubicata all'incirca al km 26+255. L'impianto sarà dotato di 4 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di San Gavino, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 2400 mq e sarà ubicata all'incirca al km 50+921. L'impianto sarà dotato di 3 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di Marrubiu, alimentata in Media Tensione ma con area predisposta per futuro allaccio in AT, occuperà invece un'area di 4500 mq e sarà ubicata all'incirca al km 77+724. L'impianto sarà dotato di 2 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e un solo sezionatore di seconda fila. Per la SSE in questione è prevista inoltre l'occupazione di uno spazio idoneo per un futuro upgrade della SSE con allaccio in alta tensione.

Infine, la SSE di Oristano, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1970 mq e sarà ubicata all'incirca al km 93+619. L'impianto sarà dotato di 3 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila. Nel presente impianto si è tenuto di una possibile futura elettrificazione della direttrice che si dirama verso la zona industriale Oristano.

In merito al secondo parametro descrittivo e, nello specifico, per quanto concerne la localizzazione, questa è stata operata in ragione sia del necessario rispetto dei parametri tecnologiche quanto anche della volontà di privilegiare pertinenze ferroviarie, circostanza che, a titolo esemplificativo, risulta del tutto evidente nel caso della SSE03 Villasor e della SSE04 San Gavino (cfr. Figura 2-4).



Figura 2-4 Sottostazioni elettriche: Area di localizzazione

Nello specifico, la localizzazione della SSE03 Villasor è prevista in corrispondenza della precedente sottostazione elettrica (come premesso, il tratto compreso tra la stazione di Cagliari e quella di Villasor era stato oggetto di un pregresso intervento di elettrificazione, ad oggi tuttavia dismesso) (cfr. Figura 2-5 – A). Per quanto concerne la SSE04 San Gavino, il suo posizionamento è stato operato collocandola all'interno dello scalo della omonima stazione (cfr. Figura 2-5 – B).



Figura 2-5 SSE03 Villasor ed SSE04 San Gavino: Contesto di localizzazione

Per quanto riguarda il layout, le SSE sono costituite da un piazzale nel quale sono collocate le apparecchiature elettromeccaniche ed il fabbricato di consegna.

Nello specifico, le apparecchiature elettromeccaniche di piazzale saranno limitate al parco sezionatori 3 kVcc, mentre tutte le altre apparecchiature saranno contenute all'interno di fabbricati ad un solo livello e con tetto a doppia falda (cfr. Figura 2-6).

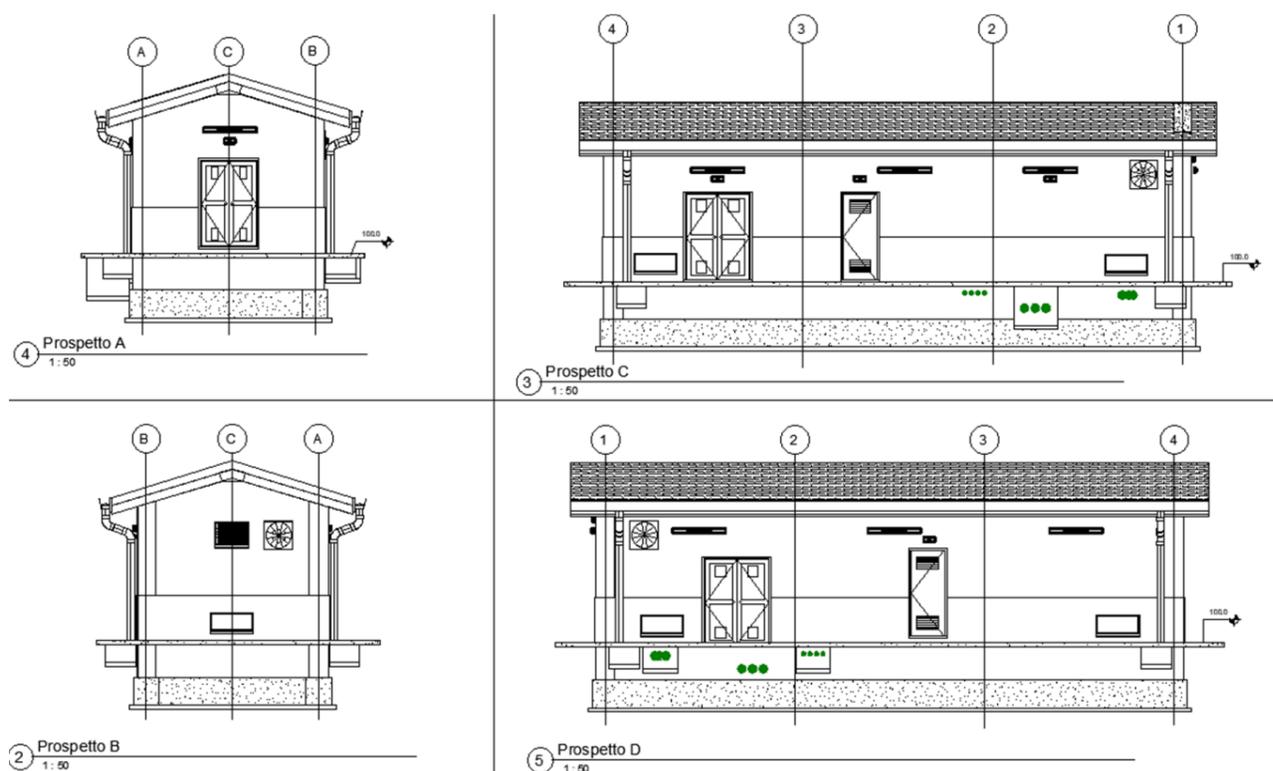


Figura 2-6 Fabbricato di consegna MT: Prospetti

Dal punto di vista costruttivo, i fabbricati presentano fondazione a trave rovescia.

Per l'illuminazione dei piazzale delle SSE è stato previsto l'impiego di corpi illuminanti di tipo stradale (equipaggiati con lampade LED da 84W/10000lm) installati su paline in vetroresina di altezza pari a 8 m disposte lungo la recinzione perimetrale; inoltre, lungo le pareti perimetrali dei fabbricati, è prevista l'installazione di plafoniere in esecuzione stagna per l'illuminazione della zona prospiciente i fabbricati stessi.

Un ulteriore impianto, costituito da proiettori ad elevata efficienza con lampada LED da 93 W da installare sugli elementi in C.A. della recinzione di piazzale, sarà dedicato all'illuminazione dei sezionatori 3kV in occasione di interventi manutentivi.

Tutti gli impianti di nuova realizzazione saranno telecomandati dal nuovo DOTE di Cagliari, che sarà realizzato a cura di altro appalto contestualmente ai lavori di elettrificazione della linea Cagliari – Oristano.

Per approfondimenti si rimanda alla Relazione tecnica di SSE (RR0S00D18RGSE0000001A) e rispettivi elaborati specialistici.

2.2 L'esercizio della linea

2.2.1 Modello di esercizio

Il modello di esercizio di progetto ricalca quello attuale, così come indicato nella "Relazione tecnica di esercizio" (RR0S00D16RGES0001001A), nella quale è ribadito che non è previsto un aumento del traffico sulla linea e che un suo possibile potenziamento è assunto unicamente ai fini del dimensionamento delle strutture e degli apparati necessari all'elettrificazione.

Stante quanto premesso, il modello di esercizio di riferimento ai fini delle analisi condotte nei successivi capitoli e paragrafi della presente relazione, è connotato dall'invarianza di quello di progetto rispetto a quello attuale.

In tal senso, il modello di esercizio di riferimento relativo alla fascia oraria di punta, derivante da un'estrazione PIC² effettuata in una giornata infrasettimanale nel mese di maggio 2022 ed inoltre verificato attraverso un'analisi dell'orario grafico estratto dalla stessa piattaforma PIC in un giorno infrasettimanale durante la fascia oraria mattutina (08-09), è schematizzato nella seguente Figura 2-7.

² Piattaforma integrata circolazione del traffico programmato nell'anno 2022

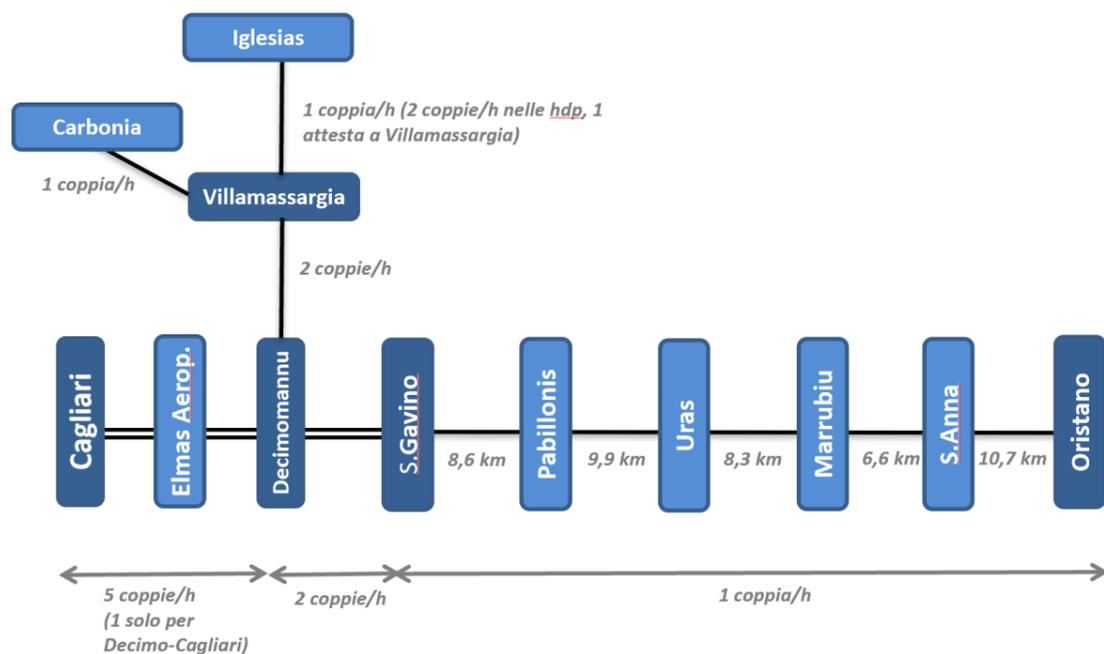


Figura 2-7 Modello di esercizio di riferimento: Fascia oraria di punta

Il dato giornaliero registrato nei tre diversi tratti della linea oggetto dell'intervento di elettrificazione è connotato dalle circolazioni riportate nella seguente Tabella 2-3.

Tabella 2-3 Modello di esercizio di riferimento: Dato giornaliero

Tratta	Caratteristiche infrastrutturali	Diurno (06-22)	Notturmo (22-06)	Totale
Cagliari - Decimomannu	Doppio binario	116	4	120
Decimomannu - San Gavino	Doppio binario	51	1	52
San Gavino - Oristano	Singolo binario	30	0	30

Si evidenzia che le circolazioni notturne registrate nelle diverse tratte hanno orari di transito a ridosso dei limiti orari considerati (06:00 – 22:00).

2.2.2 Materiale rotabile

La categoria di servizio dei treni circolanti allo scenario di progetto è rappresentata da treni Regionali (REG) – Metropolitan (MET).

In generale, il convoglio è composto da una locomotiva ed un numero variabile di carrozze, da 4 a 10, mentre il materiale è costituito da treni quali, ATR 365.

2.3 La cantierizzazione

2.3.1 Le aree di cantiere

2.3.1.1 Le aree di cantiere fisso

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- Disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare
- Esclusione delle aree della Rete Natura 2000 e del loro intorno
- Lontananza da ricettori sensibili e da aree densamente abitate
- Facilità di collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale
- Minimizzazione del consumo di territorio
- Minimizzazione degli effetti sull'ambiente naturale ed antropico
- Minimizzazione delle interferenze con il patrimonio culturale esistente

Le tipologie di aree di cantiere previste sono:

- Cantieri Operativi (CO)
I Cantieri Operativi, in ragione della tipologia di opere ed interventi in progetto, saranno finalizzati ad ospitare impianti, attrezzature e depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere, che, in buona sostanza, possono essere elencate nei seguenti termini: uffici, spogliatoi, magazzino e laboratorio, officina, cabina elettrica, vasche trattamento acque, impianti antincendio, area deposito olii e carburanti.
La pavimentazione delle aree sarà predisposta in coerenza con le tipologie di funzioni in ciascuna di esse previste.
- Aree Tecniche (AT)
Le aree tecniche sono aree di cantiere "secondarie", funzionali alla realizzazione di singole opere, e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio (il progetto non prevede impianti di frantumazione e di betonaggio); aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico.

- Cantieri Armamento (CA)

I cantieri di armamento contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle relative attività lavorative. Sono caratterizzati dalla presenza di almeno un tronchino, collegato alla linea esistente, che permette il ricovero dei carrelli ferroviari ad uso cantiere e il loro ingresso in linea. Proprio per questa loro peculiarità vengono generalmente collocati all'interno di scali ferroviari.

- Aree di Stoccaggio (AS)

Le aree di stoccaggio non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. In tal senso, all'interno della stessa area di stoccaggio sarà prevista la formazione di cumuli tra loro separati.

La pavimentazione delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno essere contenuti.

Aree di cantiere fisso		Superficie	Comune
AS.03	Area di Stoccaggio	1.650 mq	Oristano
CO.03	Cantiere Operativo	1.950 mq	Oristano

Legenda

- Area tecnica (AT)
- Area di stoccaggio (AS)
- Cantiere operativo (CO)
- Cantiere armamento (CA)

Il quadro delle aree di cantiere fisso previste è riportato nella Tabella 2-4, mentre nelle Figura 2-8 e Figura 2-9 è rappresentata la loro localizzazione.

Tabella 2-4 Le aree di cantiere fisso previste

Aree di cantiere fisso		Superficie	Comune
AT.01	Area Tecnica	975 mq	Cagliari
AT.02	Area Tecnica	975 mq	Decimomannu
CA.01	Cantiere Tecnologie	1.250 mq	Decimomannu
AS.01	Area di Stoccaggio	2.440 mq	Decimomannu
CO.01	Cantiere Operativo	2.520 mq	Decimomannu
AT.03	Area Tecnica	1.500 mq	Villasor
AT.04	Area Tecnica	1.290 mq	S. Gavino Monreale
AS.02	Area di Stoccaggio	3.025 mq	S. Gavino Monreale
CA.02	Cantiere Armamento	1.800 mq	S. Gavino Monreale
CO.02	Cantiere Operativo	2.270 mq	S. Gavino Monreale
AT.05	Area Tecnica	1.000 mq	Marrubiu
AT.06	Area Tecnica	1.000 mq	Oristano
CA.03	Cantiere Armamento	1.750 mq	Oristano



Figura 2-8 Aree di cantiere fisso: Contesto localizzativo



Figura 2-9 Aree di cantiere fisso: Contesto localizzativo

2.3.1.2 Le piste di cantiere

Il tema delle piste di cantiere presenta un duplice profilo di specificità, dettato dalla tipologia di intervento in progetto e – cioè - dall'elettificazione di una linea ferroviaria, e dai fattori di peculiarità del contesto

localizzativo in esame, per come assunti alla base delle scelte progettuali assunte nella definizione del sistema della cantierizzazione.

Per quanto attiene al primo profilo di specificità, questo risiede nella duplice funzione che, in un intervento di elettificazione, assolvono le piste di cantiere le quali, oltre a fungere da viabilità di accesso alle aree di cantiere fisso, così come accade nel sistema di cantierizzazione di qualunque altra opera, rivestono anche il ruolo di area di lavoro, ossia di area dalla quale svolgere tutte le lavorazioni necessarie al posizionamento dei sostegni e dei portali costitutivi la linea di contatto.

In altri termini, gli interventi di elettificazione sono connotati dall'assenza di aree di lavoro intese secondo la canonica accezione di aree destinate alla realizzazione di opere di linea (opere d'arte e corpo stradale ferroviario), essendo dette aree di lavoro rappresentate dalle sole piste di cantiere, poste in fregio alla linea ferroviaria oggetto di elettificazione.

In ordine al secondo profilo di specificità, la condizione di tangenza ed attraversamento presentata dalla linea ferroviaria oggetto di elettificazione rispetto alle aree della Rete Natura 2000 (ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" - ITB040023; ZPS "Stagno di Cagliari" - ITB044003; ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" - ITB030033; ZPS "Stagno di Maiori" - ITB034005) ha condotto all'assunzione della scelta progettuale di prevedere che, in corrispondenza di dette aree, le lavorazioni necessarie al posizionamento di sostegni e portali siano condotte dalla linea ferroviaria esistente, modalità quest'ultima che comporta il venir meno della necessità di aprire piste di cantiere lungo la linea ferroviaria e, con ciò, di interessare seppur marginalmente tali aree.

2.3.2 Quantitativi e flussi di materiali

2.3.2.1 Il bilancio materiali

In merito alle produzioni, la realizzazione delle opere previste determina la produzione di circa 60.405 m³ di materiali di risulta prodotti dagli scavi e dalle attività di demolizioni (cfr. Tabella 2-5).

Tabella 2-5 Riepilogo quantità di materiali di risulta prodotti dalle lavorazioni previste a progetto [m³]

Scavo	Demolizioni	Totale
58.867	1.538	60.405

Per quanto attiene ai fabbisogni, il quantitativo di materiali inerti necessario alla realizzazione delle opere, è stimata in circa 22.085 m³, da reperire da cave selezionate.

A tal riguardo si ricorda che al fine di verificare la disponibilità di siti di approvvigionamento e di conferimento dei materiali da approvvigionare / prodotti, contestualmente all'attività di progettazione è stato condotto un preventivo censimento i cui esiti sono riportati nell'elaborato "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale" (RR0S00D69RGCA0000001A).

2.3.2.2 Modalità di gestione dei materiali di risulta

I materiali di risulta prodotti saranno gestiti in regime di rifiuti, ai sensi della Parte IV D.Lgs. 152/06 e smi, privilegiando ove possibile il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica autorizzata.

In coerenza con tale approccio e sulla base delle risultanze dell'attività di caratterizzazione condotta nel corso della fase di progettazione, per ciascuna tipologia di materiali prodotti sono state assunte le seguenti percentuali di gestione per tipologie di impianti di destinazione finale:

- Terre da scavo
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 20%
 - Discarica per rifiuti non pericolosi: 10%
- Materiale da demolizione
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 30%

Stanti le suddette modalità di gestione, l'articolazione del quadro complessivo dei materiali di risulta prodotti, distinto per tipologie di impianti di destinazione finale è riportato nella seguente Tabella 2-6.

Tabella 2-6 Modalità di gestione materiali di risulta: quantitativi per tipologia di impianto [m3]

Tipologia	Produzione totale	Quantitativo per tipologia impianto di destinazione finale		
		Recupero	Discariche inerti	Discariche non pericolosi
Terre da scavo	58.867	41.207	11.773	5.887
Materiali da demolizione	1.538	1.077	461	-

2.3.3 **Modalità e fasi realizzative**

I parametri descrittivi secondo i quali può essere sintetizzata la fase realizzativa dell'opera in progetto sono i seguenti:

- Macro-tipologie di attività (MA)
- Tipologie di attività per ciascuna macro-tipologia (MA) e conseguente tipologia e numero dei mezzi d'opera previsti
- Fasi realizzative
- Produttività e tempi relativi a ciascuna tipologia di attività

Macro-tipologia di attività (MA)

Le macro-tipologie di attività nelle quali può essere articolata la fase di realizzazione dell'opera in progetto sono le seguenti:

- A. Realizzazione della Linea di contatto, in buona sostanza consistente nella posa in opera di sostegni e di portali tralicciati lungo i 93 chilometri, di cui 50 a doppio binario (tratta Cagliari – San Gavino Monreale), che compongono la tratta Cagliari - Oristano
- B. Realizzazione delle sottostazioni elettriche, come detto, rappresentate da quelle di Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano

Tipologie di attività, tipologie e numero dei mezzi d'opera

Per quanto attiene alla macro-tipologia di attività "Realizzazione della Linea di contatto" (MA.A), le principali lavorazioni a ciò necessarie possono essere così sintetizzate:

- A1. Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE
- A2. Realizzazione dei plinti di fondazione dei pali TE³
- A3. Posizionamento dei pali TE ed installazione della Linea di contatto (LdC)

Per quanto attiene ai mezzi d'opera previsti, l'aspetto sostanziale che connota il progetto di cantierizzazione in esame discende dalla scelta, già illustrata nel precedente paragrafo, di prevedere che dette lavorazioni avvengano dall'interno o dall'esterno della linea ferroviaria esistente in relazione al

³ Come premesso, le fondazioni dei pali TE sono rappresentate da plinto monoblocco

determinarsi, o meno, di condizioni di attraversamento / prossimità tra detta linea ed aree della rete Natura 2000.

In tal senso, assunto che la tipologia ed il numero dei mezzi d'opera necessari allo svolgimento delle suddette lavorazioni risulta – di fatto – il medesimo per entrambe le condizioni di rapporto, il fattore di discriminazione è rappresentato dalla scelta di fare ricorso al treno cantiere nel caso in cui la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppi in prossimità o in attraversamento alle aree della Rete Natura 2000 (cfr. Figura 2-10; Figura 2-11; Figura 2-12).

Stante quanto premesso, il quadro dei mezzi d'opera, per le due condizioni di rapporto linea ferroviaria – Aree Rete Natura 2000, risulta quello riportato nella seguente Tabella 2-7.

Tabella 2-7 Macro-attività A: Tipologia e numero dei mezzi d'opera

		Condizioni di rapporto Linea – Aree Rete Natura 2000			
		Esterno		Attraversamento / Prossimità	
Tipologie di lavorazioni		Tipo mezzi d'opera	n.	Tipo mezzi d'opera	n.
A1	Realizzazione scavo fondazioni	Escavatore	1	Escavatore con nastro di carico	1
		Autocarro	1		
A2	Getto fondazioni	Autobetoniera	1	Betoniera	1
A3	Posizionamento pali ⁴	Autogru	1	Gru	1



Figura 2-10 Esempio di escavatore con nastro di carico



Figura 2-11 Esempio di betoniera per il trasporto ed il getto di calcestruzzo in opera

⁴ Mezzi relativi al solo posizionamento dei sostegni



Figura 2-12 Esempio di gru per il trasporto e la movimentazione di materiali



Figura 2-14 Esempio di carro di tesatura

Si precisa che la posa e la tesatura dei cavi avverrà anch'essa mediante treno cantiere (cfr. Figura 2-13; Figura 2-14).



Figura 2-13 Esempio di carro porta bobine

Relativamente alla macro-tipologia di attività “Realizzazione delle sottostazioni elettriche” (MA.B), il quadro delle principali lavorazioni è costituito da quelle seguenti:

- B1. Realizzazione di scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE
- B2. Getto delle fondazioni delle SSE⁵
- B3. Realizzazione delle strutture in elevazione delle SSE

Il quadro dei mezzi d'opera finalizzati all'esecuzione delle predette lavorazioni è riportato nella seguente

Tabella 2-8 Macro-attività B: Tipologia e numero dei mezzi d'opera

Tipologie di lavorazione		Tipo mezzi d'opera	n.
B1	Realizzazione scavo di sbancamento	Escavatore	1
		Pala gommata	1
		Autocarro	1
B2	Getto delle fondazioni	Autobetoniera	1
		Pompa cls	1
B3	Realizzazione delle strutture in elevazione	Autobetoniera	1
		Pompa cls	1

⁵ Come detto, le fondazioni dei fabbricati delle SSE sono a trave rovescia

A completamento della descrizione delle tipologie di attività e del quadro dei mezzi d'opera previsti, nella seguente Tabella 2-9 è riportato quello relativo alle aree di cantiere fisso, la definizione del quale discende dai fattori di specificità propri dalla tipologia di opere in progetto e, nello specifico, dei seguenti aspetti:

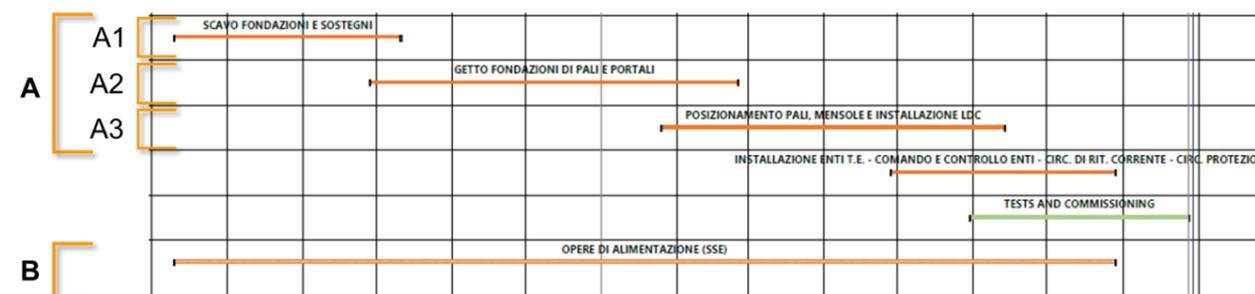
- Le aree di Cantiere Operativo (CO) hanno essenzialmente una funzione logistica, essendo destinate alla localizzazione delle strutture di supporto alla realizzazione delle opere, quali spogliatoi, magazzini, officine, o delle aree di deposito di olii e carburanti.
In tal senso, la presenza / operatività di mezzi può essere considerata nulla o, al massimo, totalmente trascurabile
- Le aree di Cantiere di armamento (CA) sono destinate al ricovero dei carrelli ferroviari ad uso del cantiere; conseguentemente, la presenza ed operatività di mezzi d'opera è nulla

Tabella 2-9 Aree di cantiere fisso: Tipologia e numero dei mezzi d'opera

Aree di cantiere		Tipo mezzi d'opera	n.
AT	Area tecnica	Escavatore	1
		Autocarro	1
AS	Area di stoccaggio	Escavatore	1
		Pala gommata	1
		Autocarro	1

Fasi realizzative

Come si evince dallo stralcio del Programma lavori riportato nella Figura 2-15, se da un lato l'attività di realizzazione delle SSE (Macro-attività B) si svilupperà lungo l'intera durata delle attività costruzione, dall'altro, quella di realizzazione della linea di contatto (Macro-attività A) si articolerà in sottofasi, ciascuna delle quali dedicata alle attività precedentemente individuate, ossia allo scavo delle fondazioni (Attività A1), al getto delle fondazioni dei pali (Attività A2) ed al posizionamento dei pali (Attività A3).



- A** Realizzazione Linea di contatto
- A1 Scavo fondazioni
 - A2 Getto fondazioni
 - A3 Posizionamento pali ed installazione linea di contatto
- B** Realizzazione Sottostazioni elettriche

Figura 2-15 Stralcio programma lavori (Fonte: RR0S00D53PHCA0000001B)

Produttività e tempi

La produttività e la tempistica, nel seguito riportata con riferimento alle macro-attività A e B, ed alle principali lavorazioni, costituisce un valore stimato sulla base del numero di squadre previste e mediato in ragione delle peculiarità proprie dei singoli tratti e/o aree di intervento.

Nello specifico, per quanto riguarda la macro-attività "Realizzazione della Linea di contatto" (MA.A), la produttività e la tempistica di realizzazione relativa alle tre principali lavorazioni sopra riportate sono riportate nella seguente Figura 2-12.

Tabella 2-10 Macro-attività A: Produttività

Tipologia lavorazioni		Udm	Quantità
A1	Realizzazione scavo fondazioni	n. scavi / giorno	12
A2	Getto fondazioni	n. plinti / giorno	10
A3	Posizionamento pali ⁶	m. attrezzati / giorno	470

Per quanto riguarda la macro-attività "realizzazione delle sottostazioni elettriche" (MA.B), la durata dello scavo di sbancamento, attività che tra quelle previste può essere considerata quella ambientalmente più

⁶ Produttività relativa al solo posizionamento dei sostegni

significativa, sarà variabile in ragione delle specificità di ciascuna di dette sottostazioni; nello specifico, la tempistica relativa a detta lavorazione risulta articolata per le singole sottostazioni elettriche nei termini riportati in Tabella 2-11.

Tabella 2-11 Macro-attività B: Durata lavorazione Scavo di sbancamento

<i>Sottostazioni elettriche</i>		<i>Durata [giorni]</i>
SSE01	Cagliari	10
SSE02	Decimomannu	20
SSE03	Villasor	45
SSE04	San Gavino	10
SSE05	Marrubiu	30
SSE06	Oristano	20

3 ANALISI AMBIENTALE DEL PROGETTO

3.1 Finalità, logiche e contenuti dell'analisi

La finalità dei successivi paragrafi risiede nel ricapitolare le informazioni contenute nel precedente capitolo 2 e, più in generale, nella documentazione progettuale prodotta, centrando l'attenzione su quei temi ed aspetti che rivestono una particolare importanza sotto il profilo ambientale e che, in tal senso, presentano un ruolo centrale ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, nonché nel prospettare quelle considerazioni che a tal riguardo discendono dalle scelte progettuali operate.

In tale prospettiva, le informazioni e considerazioni nel seguito riportate sono da intendersi come propedeutiche all'individuazione degli effetti oggetto di stima della significatività, operata nel successivo paragrafo 6.2.1 (cfr. Tabella 6-4) e documentata nei paragrafi a questo seguenti.

Stante la predetta finalità, l'analisi ambientale del progetto è stata operata sulla base delle modalità e delle categorie di lettura, descritte nel successivo paragrafo 6.1 e per comodità di lettura qui sinteticamente riportate.

Nello specifico, l'analisi ambientale dell'opera in progetto è stata operata sulla base dei seguenti assunti metodologici:

- Scomposizione dell'opera in progetto secondo a tre dimensioni di analisi, rappresentate da:
 - Dimensione Costruttiva - Opera come costruzione
 - Dimensione Fisica - Opera come manufatto
 - Dimensione Operativa - Opera come esercizio
- Individuazione della tipologia di effetti potenziali afferenti a ciascuna delle tre dimensioni di analisi sopra riportate sulla base della ricostruzione del nesso causale intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali, Effetto ambientale potenziale (Matrice di causalità)
- Sistematizzazione dei Fattori causali, di cui alla precedente matrice di causalità, rispetto alle tre seguenti categorie definite in armonia con quanto riportato nell'Allegato IV bis (Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale di cui all'articolo 19) alla Parte seconda del DLgs 152/2006 e smi:
 - Produzione di emissioni
 - Uso di risorse
 - Interazione con beni e fenomeni ambientali
- Definizione in linea teorica, in quanto riferito ad una generica infrastruttura in progetto, del quadro delle tipologie di effetti attesi nei termini sintetizzati nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1 Quadro sinottico teorico delle tipologie di effetti attesi per categorie di fattori causali

Categoria Fattori causali		Tipologie di effetti attesi
A. Produzione di emissioni e residui	A1	Modifica del clima acustico
	A2	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria e livelli gas climalteranti
	A3	Produzione di rifiuti
	A4	Modifiche delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli
B. Uso di risorse	B1	Perdita di suolo
	B2	Consumo di suolo
	B3	Consumo di materie prime non rinnovabili
C. Interazione con beni e fenomeni ambientali	C1	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento
	C2	Sottrazione di habitat e biocenosi
	C3	Modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva
	C4	Modifica delle dinamiche e dei rischi per la popolazione faunistica
	C5	Modifica degli usi in atto
	C6	Modifica dell'assetto geomorfologico
	C7	Modifica delle condizioni di deflusso
	C8	Modifica della struttura del paesaggio
	C9	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

In ragione dell'approccio metodologico sopra sintetizzato, le informazioni e considerazioni riportati nei successivi paragrafi ed i relativi contenuti sono state strutturate secondo lo schema rappresentato nella Tabella 3-2.

Tabella 3-2 Schema logico di trattazione dell'analisi ambientale

Dimensione di analisi	Temi affrontati	
	Temi generali	Temi specifici
Fisica	Opere ed interventi (cfr. par. 3.2.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Quadro delle opere ed interventi in progetto • Linea di contatto: Elementi costitutivi • Linea di contatto: Contesto localizzativo • Sottostazioni elettriche: Localizzazione e configurazione

Dimensione di analisi	Temi affrontati	
	Temi generali	Temi specifici
Operativa	Esercizio (cfr. par. 3.2.2)	<ul style="list-style-type: none"> Modello di esercizio Materiale rotabile Sottostazioni elettriche: Alimentazione
Costruttiva	Aspetti generali della cantierizzazione (cfr. par. 3.3.1)	<ul style="list-style-type: none"> Tipologie delle lavorazioni previste Quantitativi e flussi di materiale
	Macro-attività A: Realizzazione della Linea di contatto (cfr. par. 3.3.2)	<ul style="list-style-type: none"> Articolazione delle modalità realizzative in funzione della condizione di corrispondenza / prossimità della linea ferroviaria delle aree della Rete Natura 2000 Tempi di realizzazione Tempi di realizzazione nei tratti di linea in corrispondenza / prossimità delle aree della Rete Natura 2000
	Macro-attività B: Realizzazione delle SSE (cfr. par. 3.3.3)	<ul style="list-style-type: none"> Localizzazione delle aree di cantiere fisso Presenza di mezzi d'opera nelle aree di cantiere fisso Condizioni di rapporto intercorrenti tra aree di cantiere fisso e contesto localizzativo Tempi di realizzazione

Per quanto specificatamente concerne l'analisi ambientale del sistema della cantierizzazione, all'esito di detta analisi sono state individuate quelle situazioni che, per essere risultate le più significative in ordine alle tipologie di lavorazioni ed al numero dei mezzi d'opera previsti, nonché ai fattori di specificità del loro contesto localizzativo, sono state oggetto dello specifico approfondimento condotto nel Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A).

Conclusivamente è possibile affermare che quanto riportato nei seguenti paragrafi costituisce una prima stima sull'entità dell'opera in progetto, intesa rispetto alle tre dimensioni di analisi prima indicate, e sulla significatività degli effetti conseguentemente attesi.

3.2 Analisi ambientale delle opere e dell'esercizio

3.2.1 Opere ed interventi

Gli aspetti che, con riferimento alle opere ed interventi in progetto, risultano di particolare interesse ai fini delle successive analisi ambientali e, laddove da subito evidenti, le implicazioni che ne conseguono possono essere sintetizzate nei seguenti termini:

- **Quadro delle opere ed interventi in progetto**

Le opere e gli interventi in progetto riguardano, esclusivamente:

- Linea di contatto tra la stazione di Cagliari (pk 0+000) e quella di Oristano (93+239)
- Sottostazioni elettriche di Cagliari (2+188), Decimomannu (16+024), Villasor (26+255), San Gavino (50+921), Marrubiu (77+244) ed Oristano (93+619)

Il progetto non prevede, pertanto, la modifica del corpo stradale ferroviario e delle opere d'arte esistenti, quali ad esempio le opere di attraversamento idraulico, nonché altre opere connesse e/o interventi.

- **Linea di contatto: Elementi costitutivi**

Gli elementi costitutivi la linea di contatto sono rappresentati da:

- Pali LSU e portali, posti ad un interasse compreso tra 55 e 60 metri, e localizzati a 2,25m dalla rotaia
- Catenaria, a sua volta costituita dalla corda portante, filo di contatto e pendini

Il tratto compreso tra la stazione di Cagliari e quella di Decimomannu è già dotato di pali TE, attualmente in disuso e di cui è già prevista la rimozione.

Gli aspetti della linea di contatto che rivestono una specifica rilevanza sotto il profilo ambientale sono rappresentati dalla presenza dei pali e dei portali che, rappresentando gli unici elementi che presentano una seppur minima connotazione volumetrica, risultano essere i soli elementi visivamente percepibili e che già connotano il paesaggio all'incirca del 20% dell'estesa complessiva della tratta oggetto di elettrificazione.

Dal punto di vista della loro localizzazione, essendo i pali TE posti ad una distanza dalla rotaia pari a 2,25m, appare evidente come questa riguardi esclusivamente il sedime ferroviario, non andando pertanto ad interessare aree esterne a questo.

• **Linea di contatto: Contesto localizzativo**

Anticipando quanto nel seguito illustrato, la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppa per la sua quasi totalità all'interno di un contesto territoriale connotato da aree ad uso agricolo e centri urbani di diversa dimensione.

Rispetto a tale generalizzata condizione, l'aspetto che sotto il profilo ambientale presenta una specifica peculiarità è rappresentato dal rapporto che si viene a determinare in corrispondenza del tratto iniziale e di quello terminale della linea in esame.

Nello specifico, rispetto all'estesa complessiva della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, pari a circa 93 chilometri, i casi in cui detta linea si trova in condizione di prossimità e/o attraversamento di un'area di pregio ambientale, ossia aree naturali protette ai sensi della L394/91 od aree della Rete Natura 2000, sono esclusivamente due e riguardano il tratto iniziale e finale del tracciato, con riferimento a:

- Tratto Sud ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) / ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003)
- Tratto Nord ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" (ITB030033) / ZPS "Stagno di Maiori" (ITB034005)

Nello specifico, considerando una fascia buffer di ampiezza pari a 100m dal perimetro di dette aree ed operandone una stima per eccesso, i tratti di linea ricadenti in detta condizione di attraversamento / prossimità risultano così quantificabili nei termini indicati nella Tabella 3-3.

Tabella 3-3 Condizioni di rapporto Prossimità / Attraversamento Linea oggetto di intervento – Aree della Rete Natura 2000: Individuazione delle situazioni rappresentative

Tratto	Sito Natura 2000	pk inizio	pk fine	Lunghezza [m]	Condizione
Sud	ZSC ITB040023	3+600	5+800	2.200	Tangenza
	ZPS ITB044003	8+450	10+900	2.450	Tangenza
Nord	ZSC ITB030033	89+500	91+050	1.550	Attraversamento
	ZPS ITB034005				

Stante quanto riportato nella precedente tabella è possibile affermare che circa il 93% del tratto di linea oggetto di intervento, rispetto alla sua l'estesa complessiva, risulta esterno alle aree della Rete Natura 2000, in quanto non ricadente o prossimo a queste (cfr. Figura 3-1)⁷.

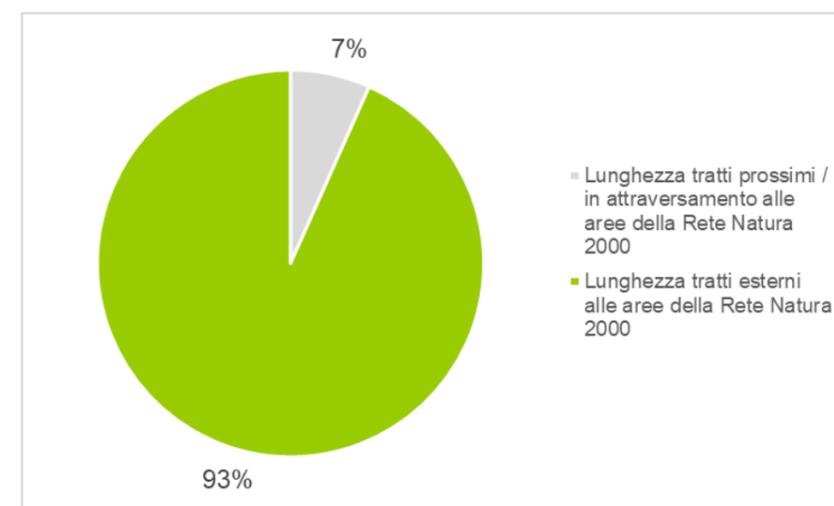


Figura 3-1 Condizioni di rapporto Prossimità / Attraversamento Linea oggetto di intervento – Aree della Rete Natura 2000: Quadro riepilogativo

La condizione di attraversamento risulta quantitativamente minore a quella di prossimità, essendo le relative estensioni rispettivamente pari a 1.550m ed a 4.650m, calcolati sempre al lordo delle relative fasce buffer.

• **Sottostazioni elettriche: Localizzazione e configurazione**

La localizzazione delle aree di SSE è stata operata, oltre che nel rispetto delle specifiche tecnologiche, privilegiando le pertinenze ferroviarie, circostanza che risulta di palmare evidenza nel caso della SSE03 Villasor, la cui localizzazione ribatte quella dell'esistente e dismessa sottostazione, realizzata in occasione del pregresso intervento di elettrificazione della linea ferroviaria⁸

In ragione dell'applicazione di detto approccio progettuale, ne consegue che:

⁷ Ai fini della stima sopra riportata, la condizione di prossimità è stata assunta in una distanza dalle aree della Rete Natura 2000 pari o inferiore a 100m

⁸ Tratta Cagliari – Villasor

- Nessuna sottostazione elettrica è localizzata all'interno e/o in prossimità alle aree della Rete Natura 2000
- Quattro delle sei sottostazioni di progetto sono localizzate in corrispondenza di pertinenze ferroviarie, aspetto che rileva ai fini del consumo di suolo (B2), della sottrazione di habitat e biocenosi (C2), nonché della modifica degli usi in atto (C5).

La configurazione delle aree delle sottostazioni è costituita dal piazzale e dal fabbricato di consegna.

Nello specifico, in corrispondenza del piazzale sarà localizzato esclusivamente il parco sezionatori 3 kVcc, mentre le altre apparecchiature elettromeccaniche saranno collocate all'interno del fabbricato.

Oltre quanto detto in merito alla limitazione dell'estensione dei piazzali di SSE, le scelte progettuali operate che presentano una specifica rilevanza ambientale attengono alla loro localizzazione, con specifico riferimento agli aspetti concernenti la sottrazione di habitat e biocenosi (C2), il consumo di suolo (B3) e la modifica degli usi in atto (C5), nonché al posizionamento delle apparecchiature elettromeccaniche all'interno di fabbricati che, avendo limitate dimensioni ed essendo previsti ad un unico piano e con tetto a falda, rientrano all'interno delle figure archetipiche dell'architettura ferroviaria, aspetto quest'ultimo che rileva sotto il profilo della modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo (C9).

3.2.2 **Esercizio**

In analogia alla trattazione operata nel precedente paragrafo, gli aspetti progettuali concernenti l'esercizio che rilevano sotto il profilo ambientali e gli esiti che ne discendono rispetto a detto a detto profilo, sono sintetizzabili nei seguenti termini:

- **Modello di esercizio**

Il tema del modello di esercizio di progetto risulta inquadrabile rispetto a due distinti profili:

- A. Il Modello di esercizio assunto come dato di input posto alla base della progettazione del dimensionamento elettrico e dei relativi equipaggiamenti necessari all'esercizio mediante trazione elettrica
- B. Il Modello di esercizio costitutivo lo scenario di offerta di trasporto previsto dal progetto in esame

Rispetto al primo profilo (Modello come dato di input), il Modello di esercizio, incrementato rispetto all'attualità, costituisce unicamente il target assunto ai fini dei dimensionamenti elettrici, così da configurare il sistema della capacità necessaria a soddisfare eventuali e future implementazioni del servizio di trasporto.

In altri termini, l'incremento del modello di esercizio rispetto a quello odierno discende dalla volontà di prevedere un intervento il cui orizzonte temporale non sia limitato all'attualità e che, per converso, sia in grado di rispondere alle eventuali future esigenze del trasporto pubblico su ferro, con ciò non vanificando gli investimenti economici necessari alla sua realizzazione

Per quanto attiene al secondo profilo (Modello come scenario di offerta di trasporto di progetto), il progetto in esame non prevede alcun incremento rispetto all'attualità del numero dei treni circolanti.

Chiarite le due distinti accezioni che nel caso in esame presenta il termine "Modello di esercizio di progetto" e stante l'invarianza esistente tra quello attuale e quello di progetto nel caso in cui ci si riferisca allo scenario di offerta di trasporto, al fine di evitare ogni possibile fraintendimento terminologico, si è ritenuto più chiaro adottare la denominazione "Scenario di riferimento"

- **Materiale rotabile**

Assunto che il progetto non prevede la modifica dell'attuale offerta di trasporto, l'unica modifica progettuale riguardante la fase di esercizio concerne – come ovvio – il materiale rotabile e la sostituzione delle motrici ad alimentazione diesel, attualmente in funzione, con elettrotreni.

Sotto il profilo ambientale, il principale beneficio derivante dalla sostituzione delle motrici attiene alla produzione di polveri e gas inquinanti, aspetto che si esplica sia in termini diretti, in quanto il transito ferroviario non determinerà più la loro emissione (A2; C1), sia indiretti, con riferimento alla riduzione della domanda di trasporto privato su gomma a favore del trasporto pubblico ferroviario su linea elettrificata). L'utilizzo di motori a combustione interna, infatti, rappresenta uno dei principali responsabili delle emissioni di sostanze inquinanti, sia per quanto concerne i gas ad effetto serra (Greenhouse Gases, GHG) che altri inquinanti, i quali hanno effetto diretto sulla qualità dell'aria a livello locale (come ad esempio il materiale particolato).

Un ulteriore profilo ambientale che discende dalla sostituzione del materiale rotabile risiede nella riduzione delle emissioni acustiche (A1; C1), così come dimostrato nella Relazione di analisi acustica preliminare (RR0S00D22RGIM0004001A) nell'ambito della quale è stata condotta la stima dei livelli sonori attesi nel caso di treni ad alimentazione diesel e degli elettrotreni.

- **Sottostazioni elettriche: Alimentazione**

In merito all'alimentazione, cinque delle sei SSE di progetto saranno alimentate in Media Tensione, mentre una sola (Villasor) sarà allacciata alla rete di Alta Tensione.

Le implicazioni che tale scelta progettuale presenta sotto il profilo ambientale risultano sintetizzabili nei seguenti termini:

- Ingente riduzione dell'emissione di campi elettromagnetici rispetto alle soluzioni AT, aspetto che riveste particolare importanza sotto il profilo della modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento (C1)
- Consistente riduzione delle aree da destinare agli impianti e conseguente limitazione del consumo di suolo (B2)

3.3 Analisi ambientale del sistema della cantierizzazione

3.3.1 Aspetti generali della cantierizzazione

Entrando nel merito degli aspetti generali della cantierizzazione, quelli che rivestono particolare rilevanza ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, concernono i seguenti temi:

- **Tipologie delle lavorazioni previste**

In ragione della tipologia di opere ed interventi in progetto, le lavorazioni nel complesso concernano principalmente la realizzazione di scavi di sbancamento, 'esecuzione in opra di fondazioni dirette (plinti e travi rovesce) e di strutture in elevazione, nonché – come ovvio – il posizionamento dei pali TE e della Linea di contatto.

Per converso, non è prevista la realizzazione di fondazioni indirette (pali e micropali), aspetto che rileva ai fini della produzione di emissioni vibrazionali e della connessa potenziale esposizione della popolazione a detta forma di inquinamento (C1), fattispecie che, sin da subito, risulta possibile escludere.

- **Quantitativi e flussi di materiali**

Il bilancio dei materiali è connotato, sia dal punto di vista delle produzioni che rispetto a quello dei fabbisogni, dall'esiguità dei quantitativi previsti, rispettivamente pari a 60.405 m³ ed a 22.085 m³.

Con specifico riferimento agli esiti ambientali di detta circostanza, questa rileva non solo dal punto di vista della produzione di rifiuti (A3) e del consumo di materie prime (B3), quanto anche, in ragione dell'esiguità dei flussi di traffico di cantierizzazione, rispetto a quello della modifica delle condizioni

di qualità dell'aria (A2), del clima acustico (A1) e delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento (C1).

Relativamente ai flussi di materiali, posto che, stanti i modesti quantitativi previsti, la totalità dei materiali di risulta prodotti sarà gestita in regime di rifiuti ai sensi della Parte quarta del DLgs 152/2006 e smi, gli esiti dell'attività di caratterizzazione condotta nel corso della fase progettuale hanno evidenziato la possibilità di privilegiare gli impianti di recupero quale sito di destinazione finale.

In tal senso, gli impianti di recupero costituiscono il sito di destinazione finale per il 70% del volume di materiali di risulta prodotti, sia nel caso delle terre da scavo che per quello dei materiali di demolizione.

A fronte di detta ipotesi progettuale, a fronte di un volume complessivo di materiali di risulta prodotti pari a 60.405 m³, quelli che saranno conferiti a discarica ammonta a solo 18.121 m³.

3.3.2 Macro-attività A – Realizzazione della Linea di contatto

In merito alla macro-attività "Realizzazione della Linea di contatto", le principali informazioni ad essa relativa sono sintetizzabili nei seguenti termini:

- **Articolazione delle modalità realizzative in funzione della condizione di corrispondenza / prossimità della linea ferroviaria delle aree della Rete Natura 2000**

In corrispondenza ed in prossimità delle aree della Rete Natura 2000, tutte le lavorazioni finalizzate alla realizzazione della Linea di contatto (Realizzazione degli scavi dei plinti di fondazione dei sostegni e portali; Getto dei plinti di fondazione; Posizionamento dei pali TE ed installazione della Linea di contatto) avverranno mediante treno cantiere, ossia direttamente dalla linea ferroviaria oggetto di intervento e, con ciò, senza la necessità di prevedere l'apertura di piste di cantiere (nel caso degli interventi di elettrificazione di una linea ferroviaria le piste di cantiere di fatto fungono da aree di lavoro) e di interessare le aree della Rete Natura 2000.

Appare da subito evidente come detta scelta progettuale risulti dirimente ai fini della stima degli effetti concernenti la sottrazione di habitat e biocenosi (C2).

- **Tempi di realizzazione**

In ragione della modesta entità delle opere da realizzare (come si evince dalla Figura 2-1, l'ordine di grandezza del plinto di fondazione e dello scavo necessario al suo alloggiamento è in media pari

a circa 5 m³) la tempistica necessaria alla posa in opera di ciascun palo TE è connotata da tempi estremamente ridotti.

Riferendosi sempre ad una produttività media, nel corso di una sola giornata lavorativa si stima di poter realizzare circa 12 scavi per le fondazioni ed il getto di 10 plinti. Il posizionamento dei pali, a meno dell'installazione della corda portante e del filo di contatto, avrà un avanzamento di 470m/giorno.

Risulta di palese evidenza come il carattere puntuale e temporalmente minimo della tempistica necessaria alla posa in opera di ciascun palo TE costituisca un fattore dirimente ai fini della stima degli effetti attesi per quanto concerne la modifica delle condizioni di qualità dell'aria (A2) e quella del clima acustico (A1), nonché quelle riguardanti le caratteristiche qualitative degli habitat di Direttiva (C3) e le dinamiche e rischi per i popolamenti faunistici (C4).

- Tempi di realizzazione nei tratti di linea in corrispondenza / prossimità delle aree della Rete Natura 2000

Con riferimento alle tre situazioni di attraversamento / prossimità intercorrenti tra la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione e le aree della Rete Natura 2000, sulla scorta delle informazioni riportate nel precedente paragrafo (par. 2.3.3) e dell'analisi degli elaborati relativi ai Piani di elettrificazione (RR0S00D18P7LC0200001B; RR0S00D18P7LC0200002B; RR0S00D18P8LC0300003B; RR0SD18P7LC2400001B), i principali dati di progetto relativi alla macro-attività di Realizzazione della Linea di contatto sono sintetizzati nelle Tabella 3-4, Tabella 3-5 e Tabella 3-6⁹.

Tabella 3-4 Tratto Sud – prima porzione: Quadro principali dati di progetto

Aree Rete Natura interessate	ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) / ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003)
Condizione di rapporto	Tangenza
Progressive tratto interessato	3+600 - 5+800
Estensione tratto interessate [m]	2.200

N. pali ¹⁰	110
A1 - Realizzazione scavo fondazioni: Durata [giorni]	10
A2 – Getto fondazioni: Durata [giorni]	12
A3 - Posizionamento pali: Durata [giorni]	10

Tabella 3-5 Tratto Sud – seconda porzione: Quadro principali dati di progetto

Aree Rete Natura interessate	ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) / ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003)
Condizione di rapporto	Tangenza
Progressive tratto interessato	8+450 - 10+900
Estensione tratto interessate [m]	2.450
N. pali ¹¹	98
A1 - Realizzazione scavo fondazioni: Durata [giorni]	9
A2 – Getto fondazioni: Durata [giorni]	11
A3 - Posizionamento pali: Durata [giorni]	11

Tabella 3-6 Tratto Nord: Quadro principali dati di progetto

Aree Rete Natura interessate	ZSC ITB030033 "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" / ZPS ITB034005 "Stagno di Maiori"
Condizione di rapporto	Attraversamento
Progressive tratto interessato	89+500 - 91+050
Estensione tratto interessate [m]	1.550
N. pali	31
A1 - Realizzazione scavo fondazioni: Durata [giorni]	3
A2 – Getto fondazioni: Durata [giorni]	4
A3 - Posizionamento pali: Durata [giorni]	4

⁹ Con riferimento ai dati riportati nelle tabelle si precisa che la definizione del tratto interessato è comprensiva della fascia di ampiezza pari a 100m dal perimetro delle aree della Rete Natura 2000 e, come tale, costituisce una quantificazione per eccesso, e che la durata, stimata sulla scorta della produttività media, è stata arrotondata per eccesso.

¹⁰ Il numero dei pali TE è riferito al tratto a doppio binario.

¹¹ Il numero dei pali TE è riferito al tratto a doppio binario ed al tratto relativo alla stazione di Elmas Aeroporto.

Tabella 3-7 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo delle condizioni di rapporto con il contesto localizzativo

3.3.3 Macro-attività B – Realizzazione delle sottostazioni elettriche

In analogia a quanto riportato nel precedente paragrafo, nel seguito sono ricapitolate le principali informazioni attinenti al sistema della cantierizzazione che rilevano sotto il profilo ambientale.

Nello specifico:

- **Localizzazione delle aree di cantiere fisso**

Nessuna area di cantiere fisso è localizzata all'interno e/o in prossimità alle aree della Rete Natura 2000, quale conseguente esito dei criteri assunti a fondamento delle scelte localizzative (cfr. par. 2.3.1.1).

- **Presenza di mezzi d'opera nelle aree di cantiere fisso**

In ragione della descrizione delle attività alle quali è destinata ciascuna delle tipologie di aree di cantiere fisso previste, condotta nel precedente paragrafo 2.3.1.1, ne consegue che:

- Le aree di Cantiere operativo (CO), in ragione delle esigenze dettate dalla tipologia di intervento in progetto, hanno una funzione sostanzialmente logistica e, in tal senso, non prevedono la presenza e l'operatività al loro interno di mezzi d'opera, quanto invece esclusivamente di baraccamenti e di aree di deposito
- Le aree di cantiere di armamento (CA) sono esclusivamente destinate al deposito dei carri del treno cantiere utilizzato per l'esecuzione lungo linea delle lavorazioni relative alla realizzazione della Linea di contatto e, in ragione di ciò, non prevedono l'operatività al loro interno di mezzi d'opera

Tale circostanza risulta fondamentale ai fini dell'individuazione delle situazioni significative, condotta nel successivo paragrafo 3.3.4 e, conseguentemente, degli scenari di riferimento che sono stati oggetto degli studi modellistici illustrati nel Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A).

- **Condizioni di rapporto intercorrenti tra aree di cantiere fisso e contesto localizzativo**

Le condizioni di rapporto intercorrenti tra aree di cantiere fisso e contesto di loro localizzazione sono sintetizzate nella Tabella 3-7 con riferimento alle caratteristiche insediative del contesto localizzativo ed alla distanza minima con ricettori ad uso abitativo / sensibili, nonché con quella intercorrente con le aree della Rete Natura 2000.

SSE	pk	Cantieri	Condizioni di rapporto		
			A	B	
SSE01	Cagliari	2+188	AT.01	Contesto periurbano con prevalenza di attività produttive/terziarie, privo di tessuti urbani ad uso residenziale	260m
SSE02	Decimomannu	16+024	AT.02	Contesto periurbano, prevalentemente agricolo, con ricettori isolati, costituiti da edifici di altezza massima pari a 2 piani, posti ad una distanza minima pari a circa 170m	3.300m
		17+600	CO.01 AS.01 CA.01	Contesto periurbano, con presenza di parco comunale e ricettore sensibile (Istituto Tecnico Statale E. Mattei) e di alcuni ricettori abitativi, di altezza media pari a 2 piani, posti a distanza variabile, compresa tra 120 e 150m circa	
SSE03	Villasor	26+255	AT.03	Contesto periurbano, prevalentemente produttivo ed agricolo, con presenza di tessuti residenziali consolidati, per tipi isolati a 2 piani, a circa 140m	oltre 10km
SSE04	San Gavino	50+921	AT.04 CO.02 AS.02 CA.02	Contesto periurbano con attività commerciali ed un numero ridotto di ricettori isolati posti a distanza minima compresa tra 120m e 130m circa	oltre 10km
SSE05	Marrubiu	77+244	AT.05	Contesto periurbano con tessuto residenziale compatto, per tipi edilizi isolati con altezza media pari 2-3 piani, posti a distanza minima variabile tra 40m e 60m	8.200m
SSE06	Oristano	93+619	AT.06 CO.03 AS.03	Contesto urbano, con tessuto consolidato e compatto per tipi edilizi isolati / in linea con altezza media pari a 2-4 piani	1.170m

SSE	pk	Cantieri	Condizioni di rapporto	
			A	B
		CA.03		
Legenda				
	A	Caratteristiche insediative del contesto localizzativo e distanza minima intercorrente con ricettori ad uso abitativo		
	B	Distanza minima intercorrente con i siti della Rete Natura 2000		

In buona sostanza, sulla scorta delle informazioni riportate alla precedente Tabella 3-7 è possibile affermare che:

- Tutte le aree di localizzazione delle sottostazioni elettriche, e conseguentemente le aree di lavoro ad esse relative, e le aree di cantiere fisso sono localizzate in contesti periurbani, fatto salvo quanto concerne il caso di Oristano, nelle quali i tessuti abitativi non costituiscono il sistema funzionale prevalente
- Nel caso della SSE01 Cagliari, il contesto localizzativo risulta di fatto privo di ricettori ad uso abitativo
- Nei casi delle sottostazioni di Decimomannu (SSE02), Villasor (SSE03) e San Gavino (SSE04), la distanza minima intercorrente tra le aree di lavoro / aree di cantiere fisso ed i tessuti abitativi risulta pari a 120 metri
- Il solo caso della sottostazione di Oristano (SSE06) è connotato dalla condizione di prossimità tra aree di lavoro / aree di cantiere fisso e tessuti urbani
- I tessuti abitativi sono pressoché in tutti i casi costituiti da edifici a sviluppo puntuale ed altezza media pari a 2 piani
- Nella totalità dei casi i tessuti urbani presenti all'intorno delle aree di lavoro / aree di cantiere fisso sono privi di ricettori sensibili (strutture sanitarie / strutture scolastiche), fatta salva la sola eccezione delle aree di cantiere CO.01 ed AS.02 che risultano prossime ad un complesso scolastico (Istituto Tecnico Statale E. Mattei)
- La distanza intercorrente tra le aree di lavoro delle SSE / Aree di cantiere fisso ed i siti della Rete Natura 2000 risulta compresa tra un minimo di circa 1.170 metri ed oltre 10 chilometri, con la sola eccezione del caso della SSE01 Cagliari, per la quale detta distanza ammonta a circa 260 metri

• Tempi di realizzazione

In ragione della modesta dimensione delle aree delle sottostazioni e della tipologia di fondazione dei fabbricati tecnologici, la durata degli scavi di sbancamento, lavorazione che come illustrato nel Progetto ambientale della cantierizzazione risulta essere quella ambientalmente significativa sotto il profilo della produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche, presenta una durata estremamente contenuta, compresa tra un minimo di 10 giorni e di un massimo di 30 giorni.

Stante quanto premesso, anche nei casi in cui le aree di lavoro si trovano in condizione di maggior prossimità ai tessuti abitativi, condizione che come in precedenza illustrato si configura di fatto nel solo caso di Oristano, la significatività degli effetti attesi relativamente alla modifica del clima acustico (A1), delle condizioni di qualità dell'aria (A2) e di esposizione della popolazione all'inquinamento deve essere letta in relazione alla limitata durata delle lavorazioni.

3.3.4 Individuazione delle situazioni significative

Stanti il quadro informativo e le considerazioni riportate nei precedenti paragrafi, a completamento dell'analisi ambientale del sistema della cantierizzazione risulta possibile individuare quelle che, in ragione della correlazione intercorrente tra attività di cantierizzazione e condizione di contesto, possono essere considerate come le situazioni maggiormente significative sotto il profilo ambientale.

Procedendo a tal fine secondo le due macro-attività nelle quali può essere articolata la fase realizzativa (Macro-attività A – Realizzazione della Linea di contatto; Macro-attività B – Realizzazione delle sottostazioni elettriche), per quanto attiene alla prima, come illustrato in precedenza la quasi totalità del tracciato oggetto di elettrificazione, ossia il 93% della sua estesa complessiva, interessa aree ad uso agricolo ed aree antropizzate, fatti salvi circa 6.200 metri (come più volte evidenziato tale quantificazione è comprensiva anche di una fascia buffer di ampiezza pari a 100m) nel cui caso la linea ferroviaria si trova in condizione di attraversamento / prossimità alle aree della Rete Natura 2000.

Ricordato che l'estensione del tratto in attraversamento è quantitativamente minore rispetto a quello posto in prossimità, per un verso, il carattere di eccezionalità di detta condizione e, per l'altro, la volontà di documentare se ed in quali termini la realizzazione della Linea di contatto possa determinare effetti significativi hanno indotto ad assumerla come prima situazione significativa sotto il profilo ambientale.

Per quanto concerne la seconda macro-attività, ossia la realizzazione delle sottostazioni elettriche, il quadro conoscitivo ricostruito nei precedenti paragrafi ha evidenziato come, nella maggior parte dei casi, le

aree di lavoro delle sottostazioni e le aree di cantiere fisso siano localizzate in corrispondenza di contesti periurbani, connotati – dal punto di vista della caratterizzazione funzionale - dal prevalente uso agricolo e/o artigianale/commerciale, e solo secondariamente dalla presenza di tessuti abitativi, posti a distanza in media superiore a 120 metri (valore relativo alla distanza minima) e costituiti da edifici la cui altezza media è pressoché sempre pari a 2 piani.

Rispetto a tale generalizzata condizione, le uniche eccezioni sono rappresentate, per motivazioni differenti, dalle aree di cantiere di Decimomannu (AS.02 e CO.01¹²), poste in prossimità dell'unico ricettore sensibile identificato rispetto alla totalità delle situazioni, e da quelle poste all'intorno della SSE06 Oristano, in ragione del loro essere localizzate in prossimità ad un tessuto abitativo consolidato e compatto.

Stante quanto sopra riportato, in analogia all'approccio seguito con riferimento alla macro-attività A, i due casi sopra citati sono stati identificati come seconda situazione significativa.

Conclusivamente, il quadro delle situazioni che, in ragione del rapporto intercorrente tra attività di cantierizzazione e condizioni di contesto, sono state stimate significative e che, a fronte di ciò, sono stati oggetto di approfondimento nell'ambito della presente relazione ed individuati quali "scenari di riferimento" rispetto ai quali, nel Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A), sono stati sviluppati specifici studi modellistici, può essere sintetizzato nei termini descritti nella Tabella 3-8.

Tabella 3-8 Situazioni ambientalmente significative oggetto di approfondimento: Quadro riepilogativo

	Situazioni significative	
	Scenario di riferimento A	Scenario di riferimento B
<i>Attività di cantierizzazione</i>	Realizzazione della Linea di contatto	Realizzazione delle sottostazioni elettriche ed operatività delle aree di cantiere fisso
<i>Condizioni di contesto significative</i>	Attraversamento / prossimità alle aree della Rete Natura 2000	Prossimità a tessuti urbani / ricettori sensibili
<i>Sorgenti</i>	Esecuzione degli scavi di fondazione, getto delle fondazioni e posizionamento pali TE da treno cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Scavo di sbancamento ed attività di costruzione delle SSE • Operatività delle Aree di stoccaggio (AS)

¹² Per maggior chiarezza si ricorda che, nel caso in specie, le aree di Cantiere Operativo (CO) hanno una funzione sostanzialmente logistica e non prevedono la presenza e l'operatività di mezzi d'opera.

4 COERENZE E CONFORMITÀ

4.1 Gli strumenti di pianificazione di riferimento

4.1.1 Lo stato della pianificazione

La disamina degli strumenti pianificatori e programmatici vigenti nell'ambito territoriale di studio è stata effettuata nel rispetto delle indicazioni fornite dalla LR n. 45 del 22 dicembre 1989 "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" e ss.mm.ii. della Regione autonoma della Sardegna.

Nel caso specifico della Regione autonoma della Sardegna, il quadro della pianificazione territoriale è inoltre composto anche da quella paesistica in riferimento alla LR n. 8 del 25 novembre 2004 "Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e tutela del territorio regionale" e ss.mm.ii., attraverso la quale viene introdotto il Piano Paesaggistico Regionale, quale principale strumento della pianificazione territoriale regionale.

Ai sensi dell'art. 3 della LR 45/1989 e ss.mm.ii., gli strumenti per l'uso e la tutela del territorio sono:

- a livello regionale:
 - 1) il Piano paesaggistico regionale;
 - 2) le direttive ed i vincoli, gli schemi di assetto territoriale. Le direttive ed i vincoli possono trovare espressione coordinata in piani e schemi di assetto relativi a determinati settori d'intervento e/o a determinate zone del territorio regionale. Il sistema di tali atti e piani costituisce il quadro regionale di coordinamento territoriale.
- a livello comunale:
 - 1) i piani urbanistici comunali;
 - 2) i piani urbanistici intercomunali.

Pertanto, stante l'impianto pianificatorio previsto dalla LR 45/1989 e ss.mm.ii. e dalla LR 8/2004 e ss.mm.ii, ed in considerazione della attuazione datane nella prassi dai diversi Enti territoriali e locali, il contesto pianificatorio di riferimento può essere identificato nei seguenti termini (Tabella 4-1).

Tabella 4-1 Quadro pianificatorio di riferimento

Ambito	Strumento	Estremi approvativi
Regionale	Piano Paesaggistico Regionale	DGR n. 36/7 del 5/09/2006
Comunale	Piano Urbanistico Comunale di Arborea	DCC n. 51 del 23/12/2008 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Assemini	DCC n. 64 del 19/12/2014 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Cagliari	DCC n. 64 del 08/10/2003 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Decimomannu	DCC n. 46 del 25/10/2001 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Decimoputzu	DCC n. 19 del 20/03/1998 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Elmas	DCC n. 6 del 23/02/2016 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Marrubiu	DCC n. 57 del 08/11/2002 e successive varianti
	Piano di Fabbricazione e Regolamento Edilizio di Mogoro – Ultima Variante 2003	DCC n. 33 del 17/07/2003
	Piano Urbanistico Comunale di Oristano	DCC n. 45 del 13/05/2010 e successive varianti
	Piano di Fabbricazione e Regolamento Edilizio di Pabillonis – Ultima Variante 1999	DCC n. 39 del 23/12/1999
	Piano di Fabbricazione e Regolamento Edilizio di Samassi – Ultima Variante 2020	DCC n. 16 del 22/04/2020 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di San Gavino Monreale	DCC n. 64 del 02/10/2000 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Sanluri	DCC n. 77 del 29/09/2000 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Santa Giusta	DCC n. 2 del 30/01/1997 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale di Sardara	DCC n. 43 del 15/11/1999 e successive varianti
Piano Urbanistico Comunale di Serramanna	DCC n. 17 del 14/06/1994 e successive varianti	
Piano Urbanistico Comunale di Terralba	DCC n. 25 del 15/06/2001 e successive varianti	
Piano Urbanistico Comunale di Uras	DCC n. 66 del 27/11/2003 e successive varianti	
Piano di Fabbricazione e Regolamento Edilizio di Villasor – Ultima Variante 2019	DCC n. 15 del 30/07/2019	

4.1.2 La pianificazione territoriale: il Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico Regionale (di seguito PPR), approvato con DGR n. 36/7 del 5/09/2006, è uno strumento di governo del territorio che persegue il fine di preservare, tutelare e valorizzare l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo, proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità, e assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di migliorarne le qualità.

Il Piano identifica la fascia costiera come risorsa strategica e fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo e riconosce la necessità di ricorrere a forme di gestione integrata per garantirne un corretto sviluppo in grado di salvaguardare la biodiversità, l'unicità e l'integrità degli ecosistemi, nonché la capacità di attrazione che suscita a livello turistico.

Ai sensi dell'art. 14 delle NTA, sono stati individuati così 27 ambiti di paesaggio costieri, 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 e edilizio, ma anche per il recupero e la riqualificazione.

In conformità a quanto consentito dalla L.R. n.8 del 25 novembre 2004, il PPR è stato proposto, adottato ed approvato limitatamente all'ambito territoriale omogeneo costiero, comprendente i succitati 27 ambiti di paesaggio.

Pertanto, ai sensi dell'art. 4, comma 1, delle NTA, le disposizioni del PPR sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti urbanistici.

Ai sensi del medesimo art. 4, comma 4, delle NTA, le disposizioni del PPR sono immediatamente efficaci per i territori comunali in tutto o in parte ricompresi nei suddetti ambiti di paesaggio costieri.

Ai sensi del medesimo art. 4, comma 5, delle NTA, i beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati, indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio, sono comunque soggetti alla disciplina del PPR.

Stante ciò, si specifica che nell'ambito del presente paragrafo sono state analizzate esclusivamente le parti di opere in progetto ricadenti all'interno degli ambiti di paesaggio costieri così come individuati dal PPR, mentre per quanto riguarda il rapporto tra le opere in progetto, nella loro complessità, ed i beni paesaggistici, e più in generale il sistema dei vincoli e delle tutele, si rimanda al successivo paragrafo 4.2.

Entrando nel merito, per ambiti di paesaggio si intendono le aree definite in relazione alla tipologia, rilevanza ed integrità dei valori paesaggistici in cui convergono fattori strutturali, naturali ed antropici, nei quali sono identificati i beni paesaggistici individui o d'insieme.

Al fine di prevedere efficaci azioni di tutela e valorizzazione del territorio e di individuare specifiche aree di intervento unitarie della pianificazione subordinata, per ciascun ambito di paesaggio, il PPR detta la disciplina di tutela riportata all'interno delle schede tecniche redatte per ogni ambito di paesaggio.

In riferimento all'opera oggetto del presente studio, come si evince dalla Figura 4-1, essa è ricompresa in parte all'interno degli ambiti 1 "Golfo di Cagliari" e 9 "Golfo di Oristano".

In particolare, all'interno dell'Ambito 1 Golfo di Cagliari rientra il tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio intervento ed il chilometro 12+000 circa e la SSE Cagliari, mentre nell'Ambito 9 Golfo di Oristano si sviluppa il tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra la progressiva 63+000 circa e la fine intervento, unitamente alle SSE di Marrubiu e Oristano.



Figura 4-1 Localizzazione delle opere rispetto agli Ambiti di Paesaggio definiti dal PPR Sardegna

Per quanto riguarda l'analisi territoriale, all'interno del PPR, essa concerne la ricognizione dell'intero territorio regionale e costituisce la base della rilevazione e della conoscenza per il riconoscimento delle sue caratteristiche naturali, storiche e insediative nelle loro reciproche interrelazioni e si articola in:

- Assetto ambientale, costituito dall'insieme degli elementi territoriali di carattere biotico (flora ed habitat faunistici) e fisico-morfologico, con particolare riferimento alle aree naturali e seminaturali, alle emergenze geologiche di pregio e al paesaggio agrario e alla loro vulnerabilità.
- Assetto storico-culturale, costituito dalle aree, dagli immobili siano essi edifici o manufatti che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito di processi storici di lunga durata.
- Assetto insediativo, rappresentato dall'insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all'insediamento degli uomini e delle attività.

Per ogni assetto vengono individuati i beni paesaggistici, i beni identitari e le componenti di paesaggio e la relativa disciplina generale costituita da indirizzi e prescrizioni che regolamentano le azioni di conservazione e recupero e disciplinano le trasformazioni territoriali, compatibili con la tutela paesaggistica e ambientale.

In tal senso, in considerazione del fatto che il progetto oggetto del presente studio consiste nella elettrificazione di un tratto ferroviario esistente, e pertanto insistente su aree afferenti al sistema delle infrastrutture, la analisi ha posto maggiore attenzione alla realizzazione delle nuove SSE funzionali alla alimentazione della linea stessa. In considerazione di ciò, si ricorda che le SSE ricadenti all'interno degli Ambiti 1 Golfo di Cagliari 9 Golfo di Oristano sono rispettivamente quella di Cagliari per l'Ambito 1 e quelle di Marrubiu e Oristano per l'Ambito 9.

Entrando nel merito di detta analisi, per quanto riguarda la SSE di Cagliari, attraverso la seguente Figura 4-2, si evince come l'opera sia collocata all'interno delle espansioni recenti dell'edificato urbano, in un ambito territoriale compreso tra la linea ferroviaria esistente, ad est, ed il territorio afferente al sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali ai sensi della LR 31/89, ad ovest.

Ai sensi dell'art. 70 delle NTA del PPR, si definiscono espansioni recenti quelle porzioni dell'edificato urbano che sono costituite dalle espansioni residenziali avvenute dopo il 1950, non sempre caratterizzate da un disegno urbano riconoscibile e unitario, ma spesso derivanti da interventi discontinui di attuazione urbanistica, identificate come periferie.

La SSE di Marrubiu (cfr. Figura 4-3) risulta collocarsi ad est della linea ferroviaria esistente in un ambito connotato da colture erbacee specializzate, aree agroforestali ed aree incolte riconducibili alle aree della bonifica.

Ai sensi dell'art. 28 delle NTA, le aree ad utilizzazione agro-forestale sono le aree con utilizzazioni agro-silvo pastorali intensive, con apporto di fertilizzanti, pesticidi, acqua e comuni pratiche agrarie che le rendono dipendenti da energia suppletiva per il loro mantenimento e per ottenere le produzioni quantitative desiderate.

In particolare, tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, colture legnose, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciati irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.

Per quanto riguarda le aree di bonifica, queste, ai sensi dell'art. 57 delle NTA, fanno parte delle aree di insediamento produttivo di interesse culturale che costituiscono i luoghi caratterizzati da forte identità, in relazione a fondamentali processi produttivi di rilevanza storica.

Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale e rappresentano permanenze significative riconoscibili come elementi dell'assetto territoriale storico consolidato.

In ultimo, con riferimento alla SSE di Oristano, attraverso la Figura 4-4 si evince come l'opera sia prevista in prossimità della linea ferroviaria esistente, lungo il suo margine ovest, in un ambito connotato da edificato urbano, caratterizzato da espansioni fino agli anni Cinquanta prossime a quelle riconducibili ai centri di antica e prima formazione.

Ai sensi dell'art. 67 delle NTA, le espansioni fino agli anni Cinquanta costituiscono le porzioni di edificato urbano originate dall'ampliamento, normalmente in addizione ai centri di antica formazione, che ha conservato i caratteri della città compatta.



Figura 4-2 Localizzazione della SSE Cagliari rispetto alla Cartografia del PPR Sardegna

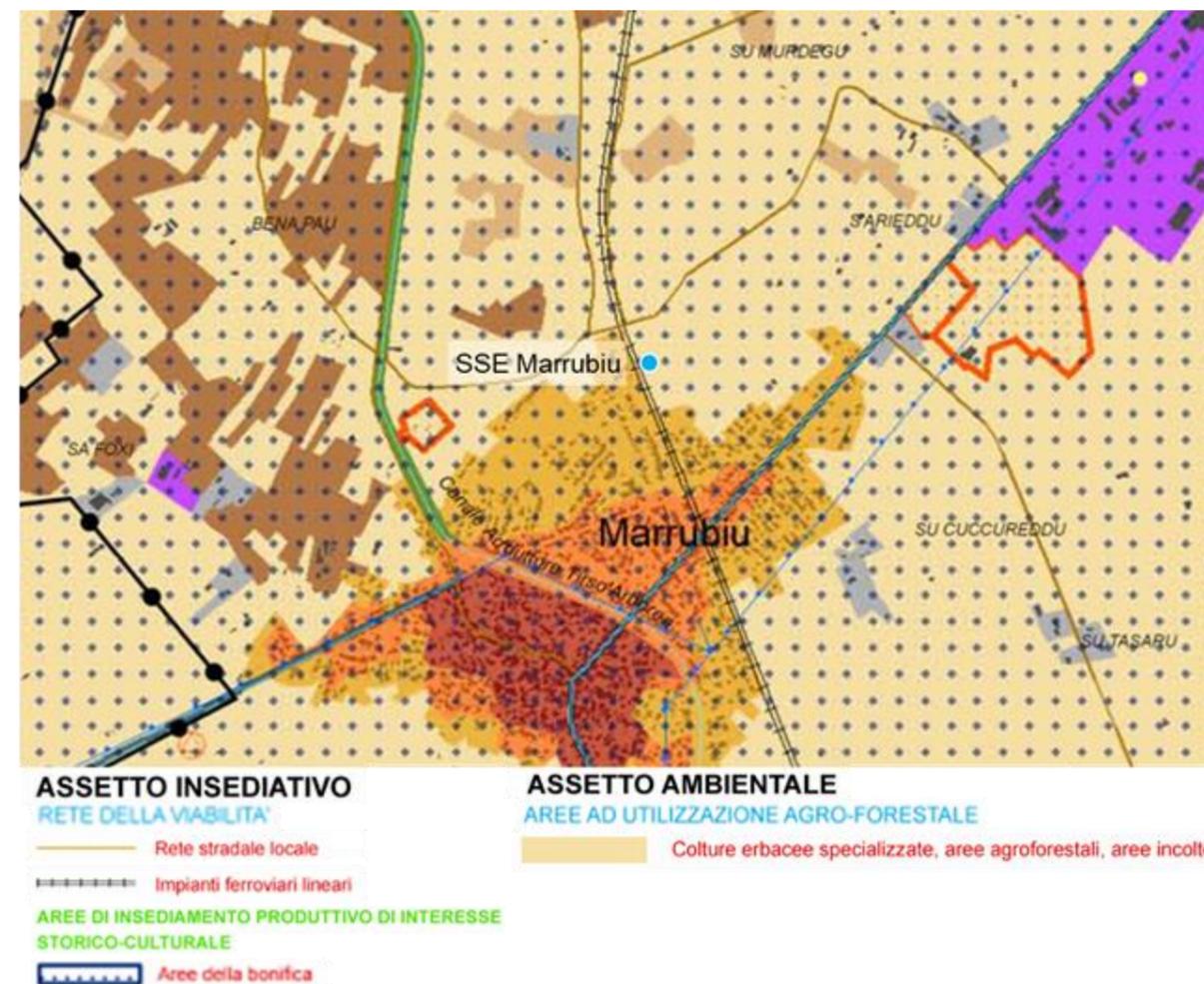


Figura 4-3 Localizzazione della SSE Marrubiu rispetto alla Cartografia del PPR Sardegna

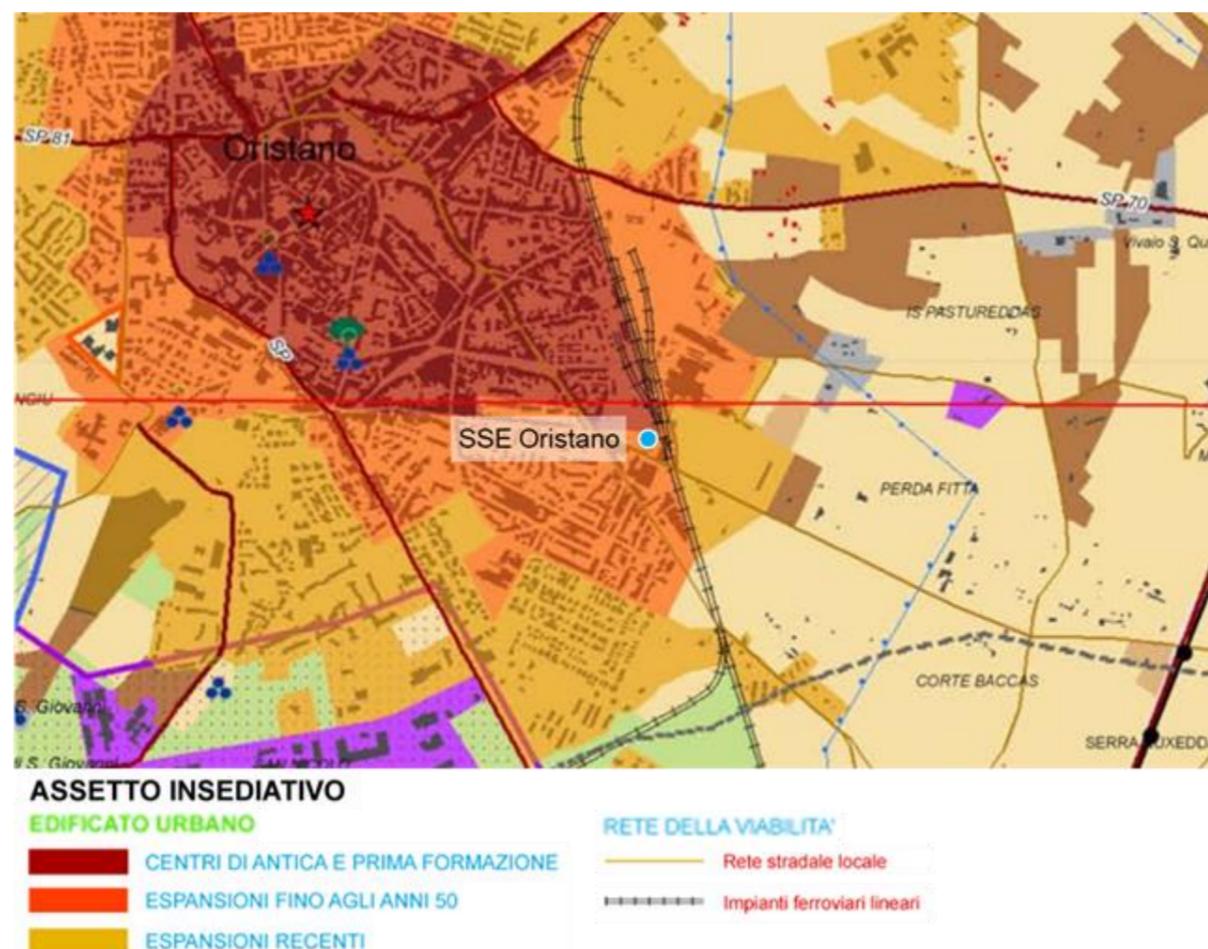


Figura 4-4 Localizzazione della SSE Oristano rispetto alla Cartografia del PPR Sardegna

4.1.3 La pianificazione locale

La situazione programmatica all'interno delle diverse realtà amministrative interessate dagli interventi in esame è riassunta sinteticamente nella Tabella 4-2.

Tabella 4-2 Stato della Pianificazione Urbanistica Generale

Ambito amministrativo	Piano	Estremi approvativi
Comune di Arborea	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 51 del 23/12/2008 e successive varianti
Comune di Assemini	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 64 del 19/12/2014 e successive varianti
Comune di Cagliari	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 64 del 08/10/2003 e successive varianti
Comune di Decimomannu	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 46 del 25/10/2001 e successive varianti

Ambito amministrativo	Piano	Estremi approvativi
Comune di Decimoputzu	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 19 del 20/03/1998 e successive varianti
Comune di Elmas	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 6 del 23/02/2016 e successive varianti
Comune di Marrubiu	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 57 del 08/11/2002 e successive varianti
Comune di Mogoro	Piano di Fabbricazione	DCC n. 33 del 17/07/2003 – Ultima Variante
Comune di Oristano	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 45 del 13/05/2010 e successive varianti
Comune di Pabillonis	Piano di Fabbricazione	DCC n. 39 del 23/12/1999 – Ultima Variante
Comune di Samassi	Piano di Fabbricazione	DCC n. 16 del 22/04/2020 e successive varianti
Comune di S. Gavino Monreale	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 64 del 02/10/2000 e successive varianti
Comune di Sanluri	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 77 del 29/09/2000 e successive varianti
Comune di Santa Giusta	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 2 del 30/01/1997 e successive varianti
Comune di Sardara	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 43 del 15/11/1999 e successive varianti
Comune di Serramanna	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 17 del 14/06/1994 e successive varianti
Comune di Terralba	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 25 del 15/06/2001 e successive varianti
Comune di Uras	Piano Urbanistico Comunale	DCC n. 66 del 27/11/2003 e successive varianti
Comune di Villasor	Piano di Fabbricazione	DCC n. 15 del 30/07/2019 – Ultima Variante

Posto che l'intervento oggetto del presente studio riguarda l'elettrificazione della linea ferroviaria esistente Cagliari – Oristano, la cui consolidata presenza sul territorio conduce a ritenere la stessa linea ferroviaria riconosciuta da tutti gli strumenti urbanistici dei comuni da essa attraversati, nell'ambito del presente paragrafo la analisi ha maggiormente approfondito la realizzazione delle sei nuove SSE funzionali alla alimentazione elettrica della linea stessa, quindi: la SSE Cagliari, la SSE Decimomannu, la SSE Marrubiu, la SSE Oristano, la SSE S. Gavino, la SSE Villasor.

Con riferimento alla SSE Cagliari, osservando la sua localizzazione rispetto alla zonizzazione del PUC di Cagliari (cfr. Figura 4-5) si evince come l'opera sia prevista in un ambito destinato ad attrezzature specializzate (Sottozona GT).

Ai sensi dell'art. 29 delle Norme nella Sottozona GT "Aree per attrezzature tecnologiche specializzate" sono localizzabili:

- gli impianti connessi alle reti ed ai servizi tecnologici urbani;
- le attrezzature funzionali quali: cimiteri, attrezzature portuali, stazioni ferroviarie e per l'autotrasporto, sedi delle aziende di trasporto pubblico, servizi logistici della protezione civile;
- gli impianti per attività e manifestazione sportive, con particolare riferimento agli sport motoristici, nel rispetto delle distanze dai sistemi di infrastrutturazione e con la predisposizione di opportuni

interventi di mitigazione degli impatti ambientali mediante idonei interventi di forestazione urbana; possono essere localizzate aree adeguatamente attrezzate per lo svolgimento degli spettacoli di tipo itinerante.

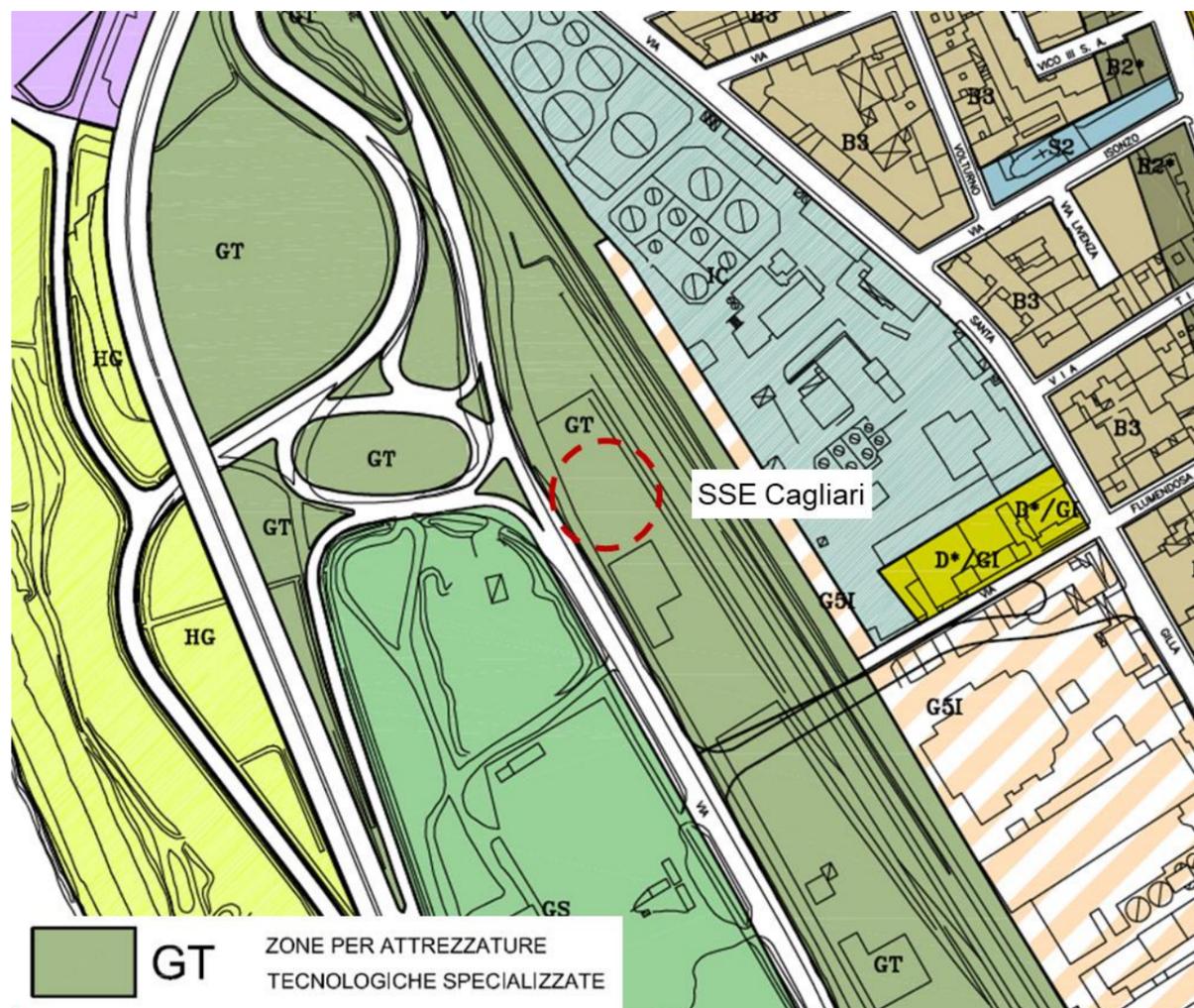


Figura 4-5 SSE di Cagliari – Rapporto con la zonizzazione del PUC di Cagliari

Rispetto alla zonizzazione (cfr. Figura 4-6) del PUC del Comune di Decimomannu, la nuova SSE Decimomannu risulta collocarsi in un ambito extraurbano prossimo alla linea ferroviaria, classificato come Zona E.

Ai sensi dell'art. 13 delle Norme, le Zone E sono destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla

silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. È altresì possibile localizzare nella zona "E" tutte quelle attività particolari che, per le loro caratteristiche specifiche, non sono compatibili con nessuna delle altre zone omogenee del PUC.

Il PUC individua 5 comparti di zona E; la nuova SSE risulta collocarsi nel comparto E1.

Ai sensi dell'art.13 delle Norme, in generale nella zona E sono ammessi una serie di interventi, tra cui "f) fabbricati ed impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, con deliberazione del Consiglio Comunale".

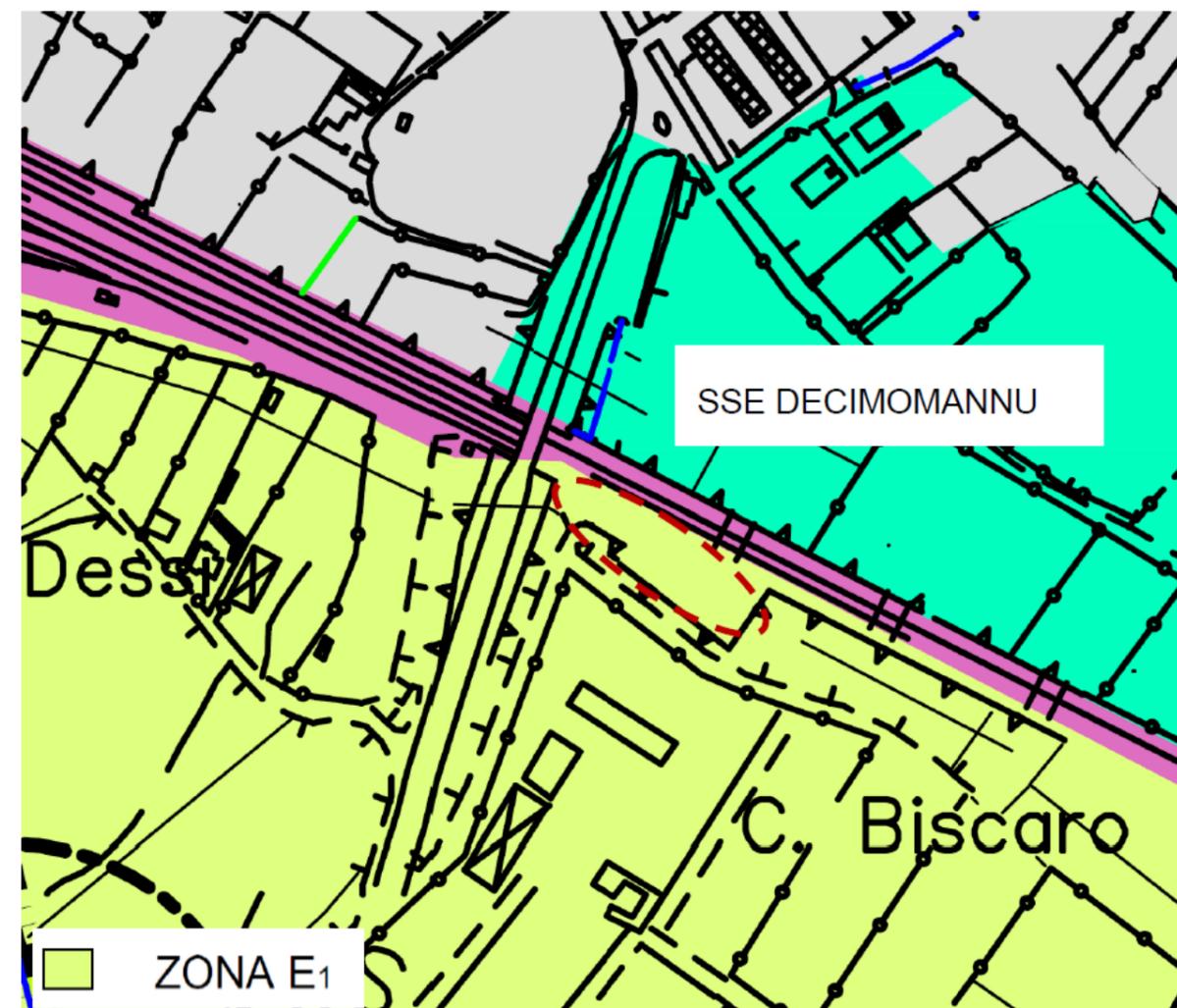


Figura 4-6 SSE di Decimomannu – Rapporto con la zonizzazione del PUC di Decimomannu

La SSE di Marrubiu, rispetto alla zonizzazione del PUC (cfr. Figura 4-7) risulta ubicarsi in un ambito prossimo alla linea ferroviaria esistente classificato come Zona omogenea agricola E3.

Ai sensi del capo "Zone territoriali omogenee E" delle Norme di Piano, sono definite zone "E" agricole le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'itticoltura, alle attività di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. Nello specifico, le zone E3 sono aree di primaria importanza per la funzione agricola - produttiva.

dell'art. 64 delle Norme, comprendono: Uffici pubblici e privati di interesse collettivo; Servizi per l'istruzione secondaria, superiore o universitaria; Servizi socio-culturali, biblioteche, mediateche, musei, aule espositive, cinema ed attrezzature per il tempo libero in genere; Servizi socio-sanitari e per l'assistenza, residenze sanitarie protette, pensionati e case di cura, centri per la salute ed il benessere psicofisico, ambulatori; Attività ricettive alberghiere ed extralberghiere, centri congressi e servizi connessi; Impianti per attività culturali, sportive e ricreative; Attività commerciali al dettaglio e all'ingrosso, mercati rionali, zonali o generali e relativi servizi connessi al sistema commerciale; Attrezzature, servizi e attività operanti nei settori produttivi, del terziario avanzato e specializzato a sostegno delle imprese, cooperative ed associazioni di produttori in genere; Sedi istituzionali e direzionali pubbliche e private, sedi di rappresentanza, uffici statali e regionali decentrati; Usi assimilabili ai precedenti; Altre destinazioni d'uso compatibili con la vocazione dalla sottozona di riferimento; Centro Intermodale.

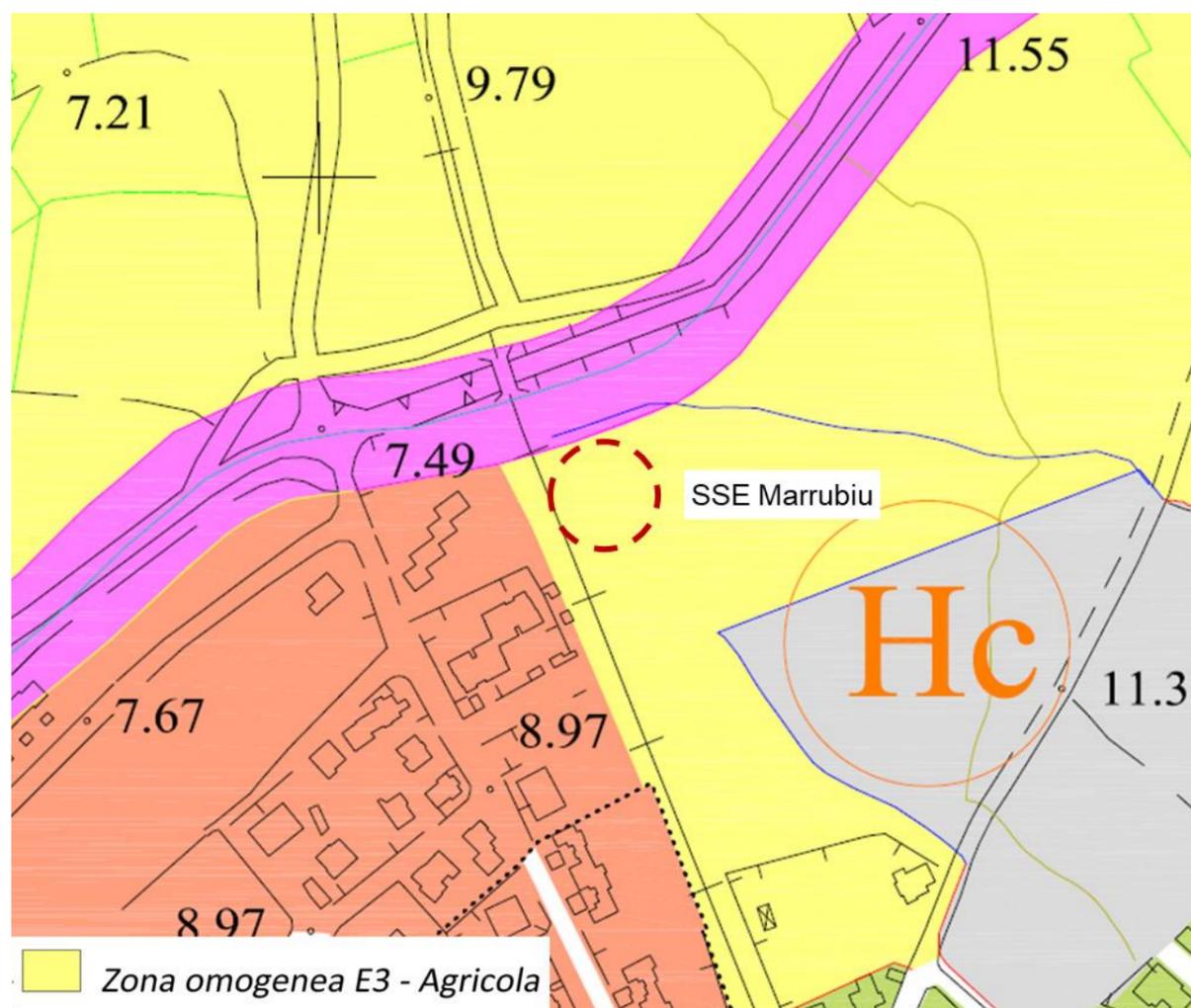


Figura 4-7 SSE di Marrubiu – Rapporto con la zonizzazione del PUC di Marrubiu

La SSE di Oristano, rispetto alla zonizzazione del PUC (cfr. Figura 4-8), risulta collocarsi in un ambito prossimo al sedime ferroviario classificato come Sottozona G1_1 "Attrezzature di servizio" che, ai sensi

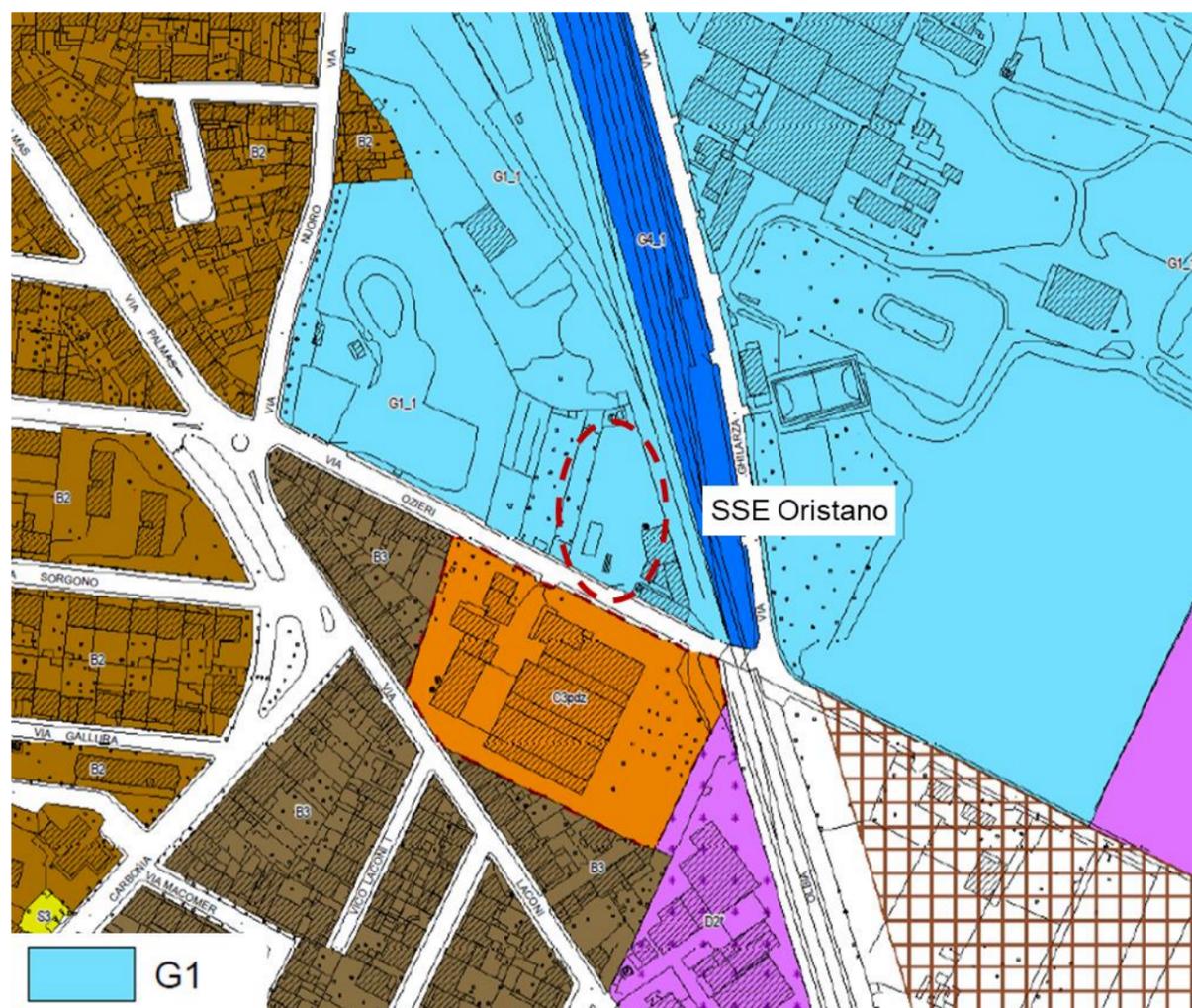


Figura 4-8 SSE di Oristano – Rapporto con la zonizzazione del PUC di Oristano

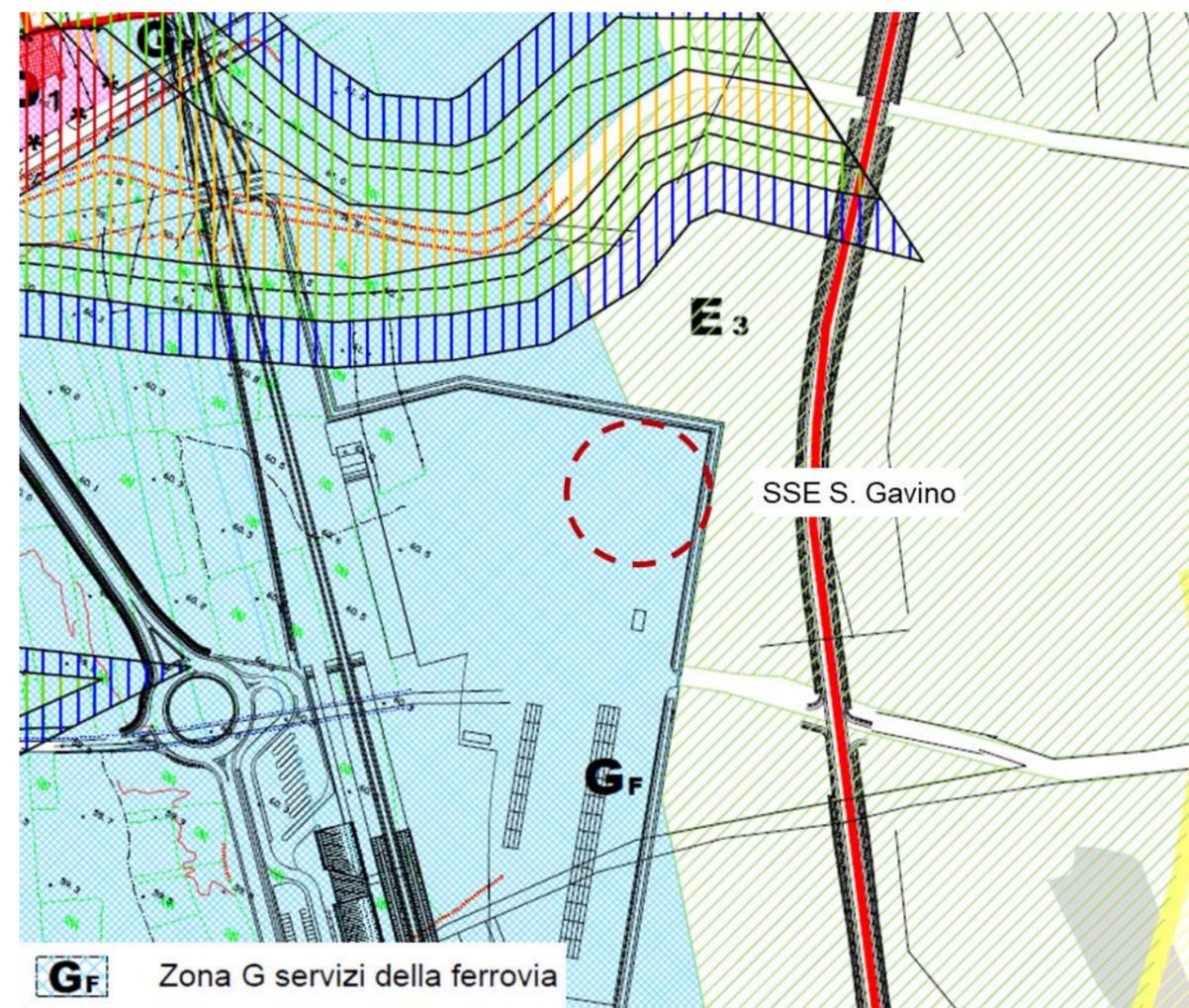


Figura 4-9 SSE di S. Gavino – Rapporto con la zonizzazione del PUC di San Gavino Monreale

Con riferimento alla SSE S. Gavino, osservando la zonizzazione del PUC (cfr. Figura 4-9) si evince come la localizzazione dell'opera sia prevista all'interno di un ambito destinato al servizio ferroviario (Zona G7). Tale zona, ai sensi dell'art. 27, comprende le aree ubicate lungo il nuovo tracciato ferroviario, destinate a servizi, strutture ed attrezzature pubbliche e private, di supporto al nuovo nodo intermodale di San Gavino.

In ultimo, per quanto riguarda la SSE di Villasor, attraverso l'elaborato di zonizzazione del Piano di Fabbricazione di cui si riporta uno stralcio, si evince che il nuovo manufatto è previsto in un ambito destinato a Parco ferroviario (G1). Secondo l'art. 22 delle Norme di piano tale zona comprende le porzioni di territorio destinate al potenziamento delle strutture dell'attuale scalo ferroviario, quali stazione per viaggiatori, scalo merci ed eventuali impianti tecnologici connessi a tale servizio.

Per tali interventi, dietro nulla osta preventivo da parte dell'organo di controllo regionale, potranno essere rilasciate concessioni in deroga, secondo quanto consentito dal Regolamento Edilizio comunale per gli edifici e gli impianti pubblici o di pubblico interesse, ai sensi dell'art. 41 quater della L. 17 agosto 1942, n. 1150, nei limiti e nelle forme stabiliti dalla L. 6 agosto 1967, n.765 e delle leggi regionali.

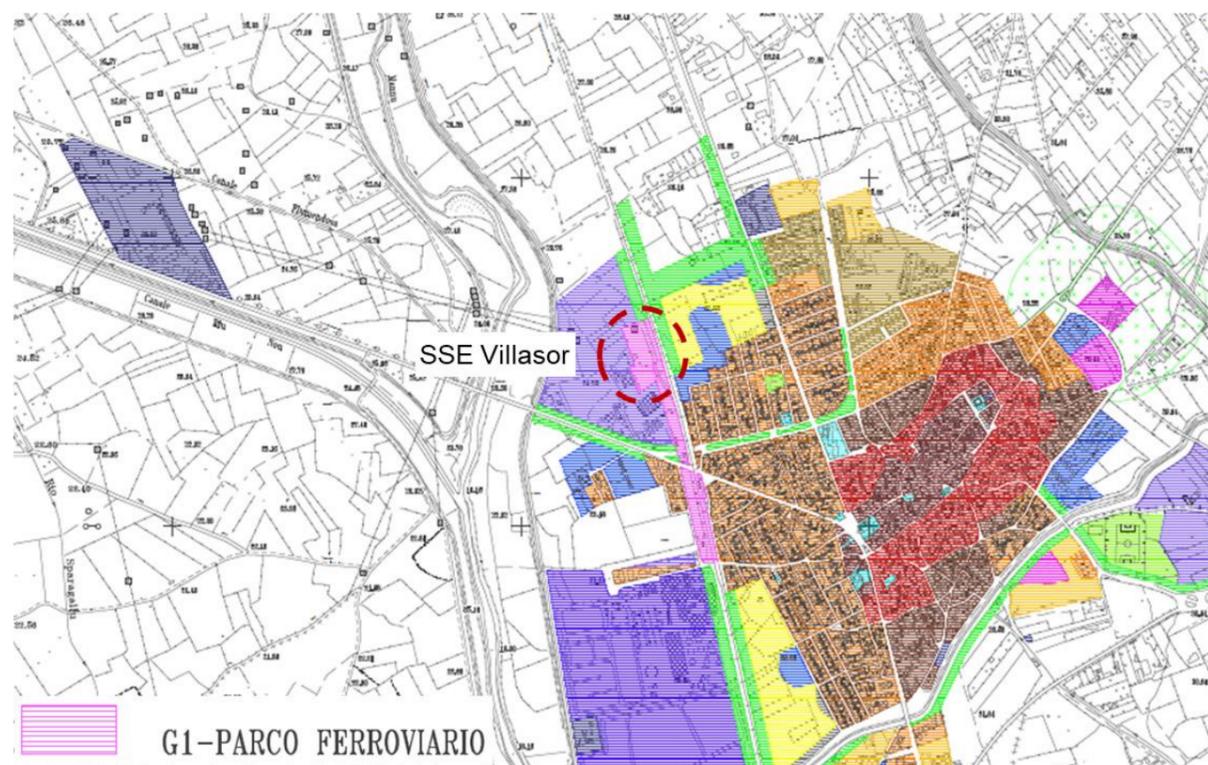


Figura 4-10 SSE di Villasor – Rapporto con la zonizzazione del PdF di Villasor

4.2 Il sistema dei vincoli e delle discipline di tutela ambientale

4.2.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive

La finalità dell'analisi documentata nel presente paragrafo risiede nel verificare l'esistenza di interferenze fisiche tra le opere in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele, quest'ultimo inteso con riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritte rispetto alla loro natura e riferimenti normativi:

- Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente quelli di cui all'art. 10 del citato decreto.

Secondo quanto disposto dal co. 1 dell'art. 10 «sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, ivi compresi gli enti ecclesiastici civilmente riconosciuti, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico», nonché quelli richiamati ai commi 2, 3 e 4 del medesimo articolo.

- Beni paesaggistici di cui alla parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente ex artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", 142 "Aree tutelate per legge", 134, comma 1 lett. c) e 143 comma 1 lett. i)

Come noto, i beni di cui all'articolo 136 sono costituiti dalle "bellezze individue" (co. 1 lett. a) e b)) e dalle "bellezze d'insieme" (co. 1 lett. c) e d)), individuate ai sensi degli articoli 138 "Avvio del procedimento di dichiarazione di notevole interesse pubblico" e 141 "Provvedimenti ministeriali".

Per quanto riguarda le aree tutelate per legge, queste sono costituite da un insieme di categorie di elementi territoriali, per l'appunto oggetto di tutela ope legis in quanto tali, identificati al comma 1 del succitato articolo dalla lettera a) alla m). A titolo esemplificativo, rientrano all'interno di dette categorie i corsi d'acqua e le relative fasce di ampiezza pari a 150 metri per sponda, i territori coperti da boschi e foreste, etc.

I beni paesaggistici ai sensi dell'art. 143, comma 1, lett. c) sono costituiti dagli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'articolo 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Ai sensi dell'art. 143, comma 1 lett. i) i Piani paesaggistici sono tenuti ad individuare i diversi ambiti ed i relativi obiettivi di qualità, a termini dell'articolo 135, comma 3.

- Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91 e dalla LR 31/89, e Rete Natura 2000

Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 1 della L394/91, le aree naturali protette sono costituite da quei territori che, presentando «formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che hanno rilevante valore naturalistico e ambientale», sono soggetti a specifico regime di tutela e gestione. In tal senso, secondo quanto disposto dal successivo articolo 2 della citata legge, le aree naturali protette sono costituite da parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali.

Attraverso la LR 31/89, la Regione autonoma della Sardegna definisce il sistema regionale dei parchi, delle riserve, dei monumenti naturali, nonché delle altre aree di rilevanza naturalistica ed ambientale, ai fini della conservazione, del recupero e della promozione del patrimonio biologico, naturalistico ed ambientale del territorio regionale.

Ai sensi di quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat", con Rete Natura 2000 si intende l'insieme dei territori soggetti a disciplina di tutela costituito da aree di particolare pregio naturalistico, quali le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) ovvero i Siti di Interesse Comunitario (SIC), e comprendente anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE.

- Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923

Come chiaramente definito dall'articolo 1, il "vincolo per scopi idrogeologici" attiene ai quei «terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque».

In tal senso e, soprattutto, letto nell'attuale prospettiva, è possibile affermare che detto vincolo definisce un regime d'uso e trasformazione (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo) di dette tipologie di terreni, il quale, oltre a prevenire il danno pubblico, è volto a garantire l'equilibrio ecosistemico.

In aggiunta a ciò, si specifica che ai sensi dell'art. 8, comma 3 delle NTA del Piano Paesaggistico Regionale della Regione autonoma della Sardegna, rientrano altresì tra le aree soggette alla tutela del PPR le aree sottoposte a vincolo idrogeologico previste dal RDL n. 3267 del 30 dicembre 1923 e relativo Regolamento R.D. 16 maggio 1926, n. 1126.

La ricognizione dei vincoli e delle aree soggette a disciplina di tutela è stata operata sulla base delle informazioni tratte dalle seguenti fonti conoscitive:

- Beni culturali ex art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
- Beni paesaggistici ex art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Aree dichiarate di notevole interesse pubblico vincolate con provvedimento amministrativo
- Beni paesaggistici ex art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Art. 142 co.1 lett. A) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Territori costieri fascia 300 metri
 - Art. 142 co. 1 lett. B) Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
La relativa fascia di 300 m è stata individuata sulla scorta di quanto indicato dall'art. 17 comma 3 delle Norme del PPR
 - Art. 142 co. 1 lett. C) Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006

- Art. 142 co. 1 lett. F)

La relativa fascia di 150 m è stata individuata sulla scorta di quanto indicato dall'art. 17 comma 3 delle Norme del PPR

Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006

Ai sensi dell'art. 8 comma 3 lett. b) e c) delle norme del PPR, si è assunto essere costituito da:

- Parchi nazionali e regionali e le altre aree protette ai sensi della LQN 394/91
- Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali LR 31/89
- Oasi permanenti di protezione faunistica
- Aree a gestione speciale Ente foreste

- Art. 142 co. 1 lett. G)

Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006, costituiti dai boschi così come individuati dal PPR

- Art. 142 co. 1 lett. I)

Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Zone umide DPR 448/76

- Art. 142 co. 1 lett. M)

Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006

- Beni paesaggistici ex art. 143 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
- Rete Natura 2000
 - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Portale FPT, Rete Natura 2000
- Vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923
 - Regione autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale, Vincolo idrogeologico

4.2.2 I beni culturali

Attraverso la Carta dei vincoli e delle tutele allegata al presente studio è possibile osservare come la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, le opere connesse costituite dalle nuove SSE e relative aree di cantiere fisso non interessino direttamente beni di notevole interesse culturale dichiarato.

4.2.3 I beni paesaggistici

Come si evince dalla consultazione della dell'elaborato cartografico Carta dei vincoli e delle tutele allegato al presente studio, il contesto territoriale all'interno del quale sono collocate le opere in progetto risulta connotato da una elevata presenza di Beni paesaggistici.

In particolare, i beni paesaggistici interessati dalle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso risultano essere i seguenti:

- Beni paesaggistici di cui all'art. 142 del DLgs 42/2004, in particolare
 - Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
 - Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
 - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142, comma 1, lett. c, D.lgs. 42/2004 e smi)
 - Parchi e riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi (Art. 142, comma 1, lett. f, D.lgs. 42/2004 e smi)
 - Zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448 (Art. 142, comma 1, lett. i, D.lgs. 42/2004 e smi);
- Beni paesaggistici di cui all'art. 143 del DLgs 42/2004 e smi, nello specifico
 - Zone umide costiere
 - Fascia costiera

L'opera in progetto, sempre intesa nella sua totalità, non interessa immobili ed aree di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi, né alcuna delle altre tipologie di aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del medesimo Decreto.

In tale sede si ritiene utile sottolineare che le fasce di rispetto di cui all'art. 142 co. 1 lett. B) e C) del DLgs 42/2004 e smi, al fine cautelativo, sono state individuate per tutti i bacini e specchi d'acqua e per l'intero reticolo idrografico così come disponibili dal Piano Paesaggistico Regionale.

Per quanto riguarda le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. F) del DLgs 42/2004 e smi, si specifica che, solo il vivaio Bagantinus, appartenente alle aree a gestione speciale Ente foreste, risulta prossimo alla SSE di Decimomannu in progetto.

Come si evince dalla figura che segue, la perimetrazione riportata dallo shape delle Aree a gestione speciale Ente foreste, disponibile sul Geoportale della Sardegna, risulta traslata rispetto alla ubicazione effettiva del vivaio.

Ad ogni modo, si ritiene escluso l'interessamento diretto di tale vivaio dalla presenza della SSE in progetto.



Figura 4-11 Localizzazione del Vivaio Bagantinus

Inoltre, relativamente alle aree tutelate ai sensi dell'art. 142 co. 1, lett. H) del DLgs 42/2004 e smi, si specifica che, essendo l'intervento oggetto della presente relazione relativo alla elettrificazione della linea ferroviaria esistente Cagliari – Oristano, la ricognizione di territori gravati da tale vincolo è stata effettuata limitatamente alle sei nuove SSE funzionali alla alimentazione elettrica della linea stessa, attraverso la consultazione degli strumenti urbanistici comunali di riferimento.

Entrando nello specifico, la tabella che segue riporta i tratti di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione ricadenti all'interno dei territori oggetto a vincolo paesaggistico.

Tabella 4-3 Rapporto tra opere di elettrificazione e beni paesaggistici

<i>Beni paesaggistici</i>	<i>Tratti di linea oggetto di elettrificazione</i>
Art. 142 del DLgs 42/2004 e smi	
Art. 142 co. 1 lett. A)	Inizio intervento – 1+100 circa
Art. 142 co. 1 lett. B)	3+670 – 3+970 circa 4+150 – 6+000 circa 7+070 – 7+700 circa 9+350 – 10+100 circa 14+250 – 14+700 circa 19+280 – 20+100 circa 20+500 – 21+500 circa 28+870 – 29+300 circa 89+600 – 90+320 circa
Art. 142 co. 1 lett. C)	8+430 – 9+280 circa 10+000 – 10+300 circa 10+500 – 11+190 circa 13+160 – 13+460 circa 16+960 – 17+870 circa 19+890 – 20+190 circa 22+260 – 22+700 circa 25+480 – 25+780 circa 33+700 – 34+000 circa 34+200 – 34+700 circa 37+500 – 38+160 circa

<i>Beni paesaggistici</i>	<i>Tratti di linea oggetto di elettrificazione</i>
	41+470 – 41+800 circa 42+100 – 42+500 circa 43+000 – 43+300 circa 43+960 – 45+550 circa 48+000 – 48+300 circa 50+910 – 51+250 circa 55+220 – 55+600 circa 56+800 – 57+100 circa 57+470 – 57+790 circa 65+880 – 66+480 circa 69+230 – 69+530 circa 83+750 – 84+590 circa 84+980 – 85+280 circa 85+850 – 86+880 circa 89+920 – 90+220 circa
Art. 142 co. 1 lett. F)	Inizio intervento – 9+300 circa 89+520 – 90+910 circa
Art. 142 co. 1 lett. I)	89+530 – 90+930 circa
Art. 143 del DLgs 42/2004 e smi	
Zone umide costiere	3+810 – 5+800 circa 8+300 – 11+610 circa 88+490 – 88+860 circa 89+540 – 90+780 circa
Fascia costiera	Inizio intervento – 5+960 circa 8+740 – 11+500 circa 88+490 – 88+860 circa 89+540 – 90+780 circa

La successiva tabella riporta i rapporti intercorrenti tra le nuove SSE di progetto ed i succitati beni paesaggistici.

Tabella 4-4 Rapporto tra SSE di progetto e beni paesaggistici

<i>SSE di progetto</i>	<i>Beni paesaggistici</i>
SSE di Cagliari	Art. 142 co. 1 lett. B) Art. 142 co. 1 lett. F) Art. 143 – Fascia costiera
SSE di Decimomannu	-
SSE di Marrubiu	-
SSE di Oristano	Art. 143 – Fascia costiera
SSE di S. Gavino	Art. 142 co. 1 lett. C)
SSE di Villasor	-

In ultimo, i rapporti tra aree di cantiere fisso e beni paesaggistici sono riportati nella tabella a seguire.

Tabella 4-5 Rapporto tra Aree di cantiere fisso e beni paesaggistici

<i>Aree di cantiere fisso</i>	<i>Beni paesaggistici</i>
AT.01	Art. 142 co. 1 lett. B) Art. 142 co. 1 lett. F) Art. 143 – Fascia costiera
AT.02	-
CA.01	Art. 142 co. 1 lett. C)
AS.01	Art. 142 co. 1 lett. C)
CO.01	Art. 142 co. 1 lett. C)
AT.03	-
AT.04	-
AS.02	Art. 142 co. 1 lett. C)
CA.02	Art. 142 co. 1 lett. C)
CO.02	-
AT.05	-
AT.06	Art. 143 – Fascia costiera
CA.03	Art. 143 – Fascia costiera
AS.03	Art. 143 – Fascia costiera
CO.03	Art. 143 – Fascia costiera

4.2.4 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000

Come premesso al precedente paragrafo 4.2.1, nell'ambito del presente studio, ai sensi dell'art. 8 comma 3 lett. b) e c) delle norme del PPR, sono state considerate come aree naturali protette:

- i Parchi nazionali e regionali e le altre aree protette ai sensi della LQN 394/91;
- il Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali LR 31/89;
- le Oasi permanenti di protezione faunistica;
- le Aree a gestione speciale Ente foreste.

Per quanto concerne le aree di cui alla L 394/91, non si rileva alcun interessamento diretto da parte della linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione e relative SSE; infatti, l'area più prossima può considerarsi il Parco Naturale Regionale Molentargius – Saline (EUAP0833), sito a sud-est del tracciato ferroviario ad una distanza di circa 3,2 km.

Proseguendo con il Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali di cui alla LR 31/89, la linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, nel tratto compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 9+300 circa risulta svilupparsi in tangenza alla Riserva naturale Santa Gilla, ubicata nel tratto sud più prossimo a Cagliari, e nel tratto compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa all'interno della Riserva naturale Pauli Maiori, ubicata a sud di Oristano.

Le opere connesse costituite dalle SSE non interessano direttamente territori afferenti a tali aree protette; in particolare, la SSE di Cagliari, seppur ubicata in un ambito prossimo alla Riserva naturale Santa Gilla, ne risulta comunque esterna.

Le altre aree afferenti al sistema regionale risultano ubicarsi a distanze superiori, essendo quella minima pari a circa 3 km e rappresentata dal Parco naturale regionale Monte Arci.

Con riferimento alle Oasi permanenti di protezione faunistica, il tratto ferroviario esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 8+000 circa e la SSE di Cagliari risultano compresi nella Oasi Molentargius, mentre il breve tratto ferroviario esistente compreso tra le progressive 4+400 e 5+000 circa si sviluppa all'interno della Oasi Santa Gilla; entrambe le Oasi risultano ubicate nel cagliaritano.

Anche l'Oasi Pauli Maggiore, ubicata a sud di Oristano, risulta attraversata dal tratto ferroviario esistente oggetto di elettrificazione compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa.

In ultimo, per quanto riguarda le aree a gestione speciale Ente foreste, per le considerazioni precedentemente espone (cfr. par. 4.2.3), per tali aree non si segnala alcun interessamento diretto da parte delle opere in progetto.

Con riferimento alla Rete Natura 2000, osservando la seguente Figura 4-13, rispetto al territorio attraversato dalla linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione si evince la presenza di siti Natura 2000 prevalentemente concentrati in corrispondenza del Golfo di Cagliari e di Oristano.

In particolare, il tratto della linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 11+000 circa risulta svilupparsi in tangenza ed in prossimità ai siti ITB040023 ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" e ITB044003 ZPS "Stagno di Cagliari", mentre il tratto compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa si sviluppa all'interno dei siti ITB030033 ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" e ITB034005 ZPS "Stagno di Pauli Maiori".

A ciò si aggiunge la ZSC ITB030037 "Stagno di Santa Gusta" ubicata a circa 380 metri dalla linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, mentre i restanti siti Natura 2000 sono collocati a distanze superiori.

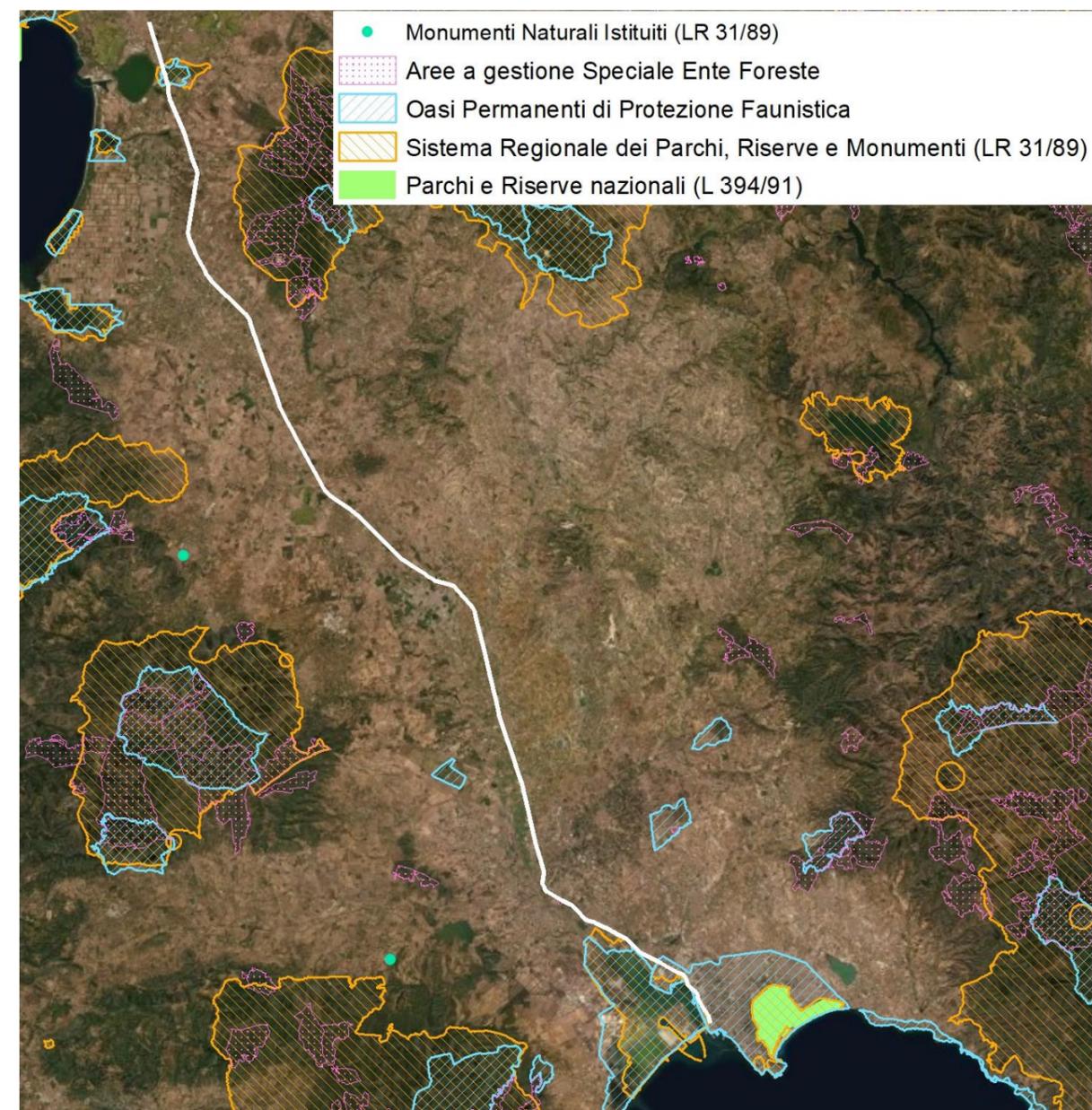


Figura 4-12 Aree naturali protette

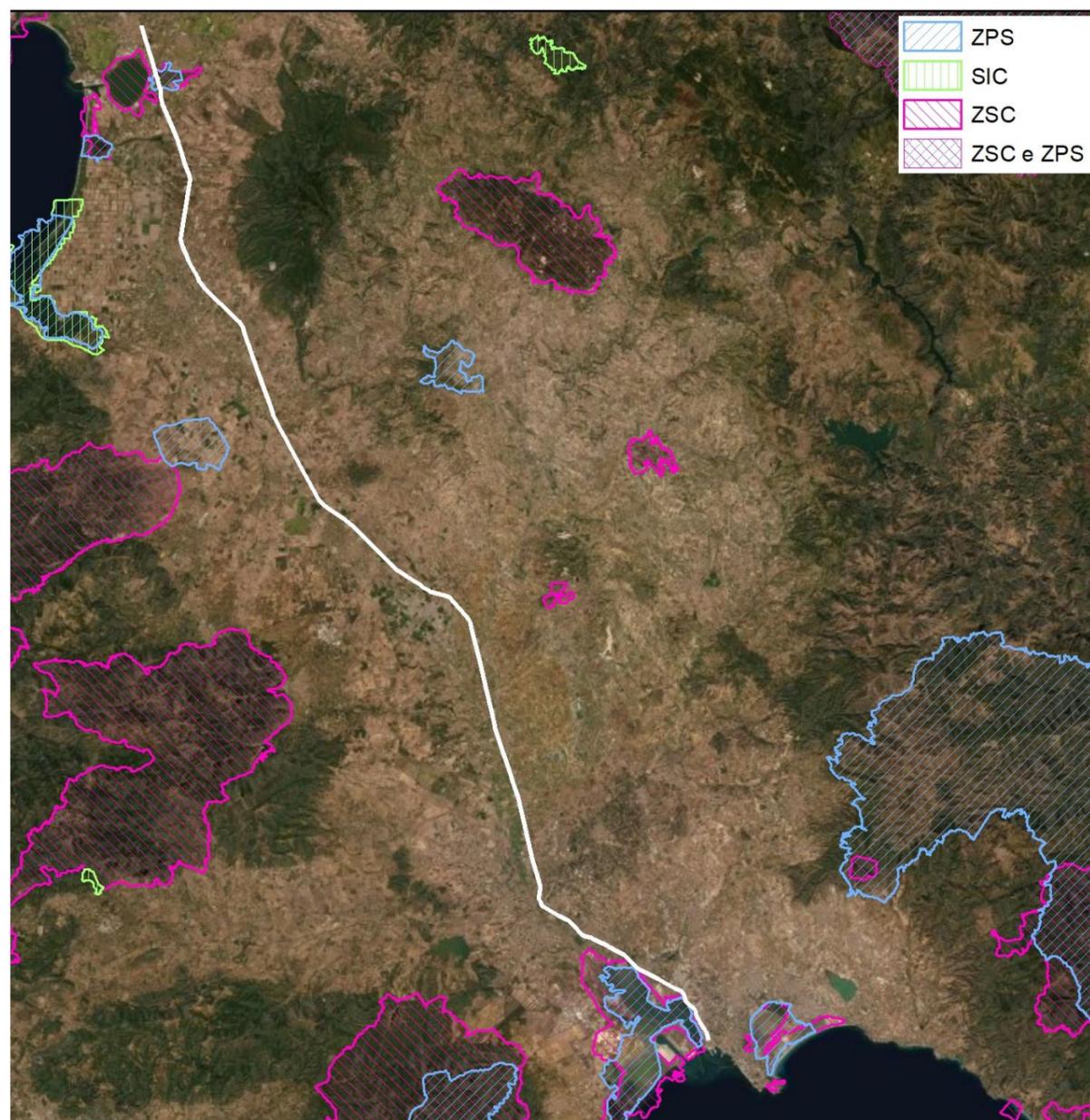


Figura 4-13 Rete Natura 2000

4.2.5 Aree soggette a vincolo idrogeologico

Il Regio Decreto Legge del 30 dicembre 1923 n. 3267, conosciuto come “Legge Forestale” ed il suo Regolamento di applicazione ed esecuzione R.D. n. 1126 del 16 maggio 1926, conosciuto come “Regolamento Forestale”, stabilisce che sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di

qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con la natura del terreno possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Per proteggere il territorio e prevenire pericolosi eventi e situazioni calamitose quali alluvioni, frane e movimenti di terreno, sono state introdotte norme, divieti e sanzioni. Con riferimento a tale normativa, ogni movimento di terreno diretto a trasformare i boschi in altre qualità di coltura ed i terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione (o che, comunque, comportino modifiche all’uso del suolo del terreno vincolato e alla morfologia), sono subordinati ad autorizzazione, corredata della idonea documentazione al Sindaco del Comune territorialmente competente.

Per quanto concerne la Regione autonoma della Sardegna, ai sensi dell’art. 8, comma 3 delle NTA del Piano Paesaggistico Regionale, le aree gravate da vincolo idrogeologico sono da considerarsi tra le aree soggette alla tutela del PPR.

Nel caso specifico, attraverso le informazioni desunte dal Geoportale della Regione autonoma della Sardegna si evince come il territorio attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione e relative opere connesse, costituite dalle sei SSE in progetto non risulti gravato da tale tipologia di vincolo.

4.2.6 Considerazioni conclusive

Con riferimento al paragrafo 4.1, relativo alle analisi dei rapporti intercorrenti tra le opere in progetto e gli strumenti pianificatori territoriali e urbanistici di riferimento, il governo del territorio della Regione autonoma della Sardegna, sulla scorta della vigente legge urbanistica regionale (LR n. 45 del 22 dicembre 1989 e ss.mm.ii.), si attua mediante una pluralità di Piani, fra loro coordinati e differenziati, i quali, nel loro insieme, costituiscono la pianificazione del territorio stesso.

I Piani si caratterizzano ed articolano sia in ragione del diverso ambito territoriale cui si riferiscono, sia in virtù del contenuto e della funzione svolta dagli stessi.

A livello regionale, la Regione autonoma della Sardegna, con DGR n. 36/7 del 5 settembre 2006, ha approvato il Piano Paesaggistico Regionale limitatamente all’ambito territoriale omogeneo costiero, comprendente i 27 ambiti di paesaggio così come individuati dall’art. 14 delle NTA.

Con riferimento agli ambiti di paesaggio costieri, le opere in progetto sono ricomprese in parte all’interno degli ambiti 1 “Golfo di Cagliari” e 9 “Golfo di Oristano”.

In particolare, all'interno dell'Ambito 1 Golfo di Cagliari rientra il tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio intervento ed il chilometro 12+000 circa e la SSE Cagliari, mentre nell'Ambito 9 Golfo di Oristano si sviluppa il tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra la progressiva 63+000 circa e la fine intervento, unitamente alle SSE di Marrubiu e Oristano.

In considerazione del fatto che il progetto oggetto del presente studio consiste nella elettrificazione di un tratto ferroviario esistente, e pertanto insistente su aree afferenti al sistema delle infrastrutture, la analisi ha posto maggiore attenzione alla realizzazione delle nuove SSE funzionali alla alimentazione della linea stessa ricadenti ai succitati ambiti; quindi, la SSE di Cagliari ricadente all'interno dell'Ambito 1 Golfo di Cagliari e le SSE di Marrubiu e Oristano all'interno dell'Ambito 9 Golfo di Oristano.

Premesso che ai sensi dell'art. 4, comma 1, delle NTA, le disposizioni del PPR sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province, nella tabella che segue sono riportati i rapporti tra le succitate SSE e gli elementi così come individuati dal Piano.

Tabella 4-6 Rapporto tra le nuove SSE e gli elementi di PPR

SSE	Rapporto con il PPR
SSE di Cagliari	Ricadente all'interno delle espansioni recenti dell'edificato urbano
SSE di Marrubiu	Ricadente in un ambito connotato da colture erbacee specializzate
SSE di Oristano	Ricadente all'interno delle espansioni fino agli anni Cinquanta dell'edificato urbano

Approfondendo l'analisi mediante la consultazione degli strumenti urbanistici comunali, si evince che la SSE di Cagliari risulta in coerenza con quanto previsto dal PUC di Cagliari, in quanto prevista in un ambito destinato ad attrezzature tecnologiche specializzate, all'interno del quale possono esservi localizzati impianti connessi alle reti ed ai servizi tecnologici.

Proseguendo con la SSE di Marrubiu, l'analisi con la cartografia del PUC evidenzia la localizzazione del nuovo impianto in un ambito prossimo alla linea ferroviaria esistente e contraddistinto da zone agricole, per le quali le norme di piano non definiscono specifiche disposizioni in merito alla tipologia di opera in progetto.

Anche per quanto concerne la SSE di Oristano si ritiene esservi coerenza con lo strumento urbanistico comunale, in quanto prevista in un ambito destinato ad attrezzature di servizio.

La SSE di Decimomannu, essendo prevista in zona E, all'interno della quale sono ammessi interventi come riportati alla lett. f) dell'art. 13 delle Norme, quali fabbricati ed impianti di interesse pubblico quali

cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, la sua realizzazione può essere ragionevolmente assimilata a quanto riportato nella lettera f) e dunque ammissibile.

Le restanti SSE di progetto, costituite dalla SSE di S. Gavino e SSE di Villasor, risultano in coerenza con i rispettivi strumenti urbanistici comunali di riferimento in quanto previste in zone destinate al servizio ferroviario ed a parco ferroviario.

Stante quanto riportato, si ritiene lecito affermare la piena coerenza delle opere in progetto rispetto alle indicazioni degli strumenti di pianificazione di riferimento.

Per quanto attiene al sistema dei vincoli e delle tutele, la cui analisi è stata condotta all'interno del paragrafo 4.2, si ricorda che le opere in progetto e relative aree di cantiere fisso non interessano alcuna tipologia di bene costituente detto sistema, ovvero:

- Beni di interesse culturale dichiarato ai sensi dell'art. 10 del DLgs 42/2004 e smi;
- Beni paesaggistici di cui all'art. 136 del DLgs 42/2004 e smi;
- Vincolo idrogeologico.

Stante quanto premesso, le situazioni di interessamento diretto del sistema dei vincoli da parte delle opere e relative aree di cantiere attengono a:

- Beni paesaggistici di cui all'art. 142 del DLgs 42/2004, in particolare
 - Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
 - Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
 - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142, comma 1, lett. c, D.lgs. 42/2004 e smi)
 - Parchi e riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi (Art. 142, comma 1, lett. f, D.lgs. 42/2004 e smi)
 - Zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448 (Art. 142, comma 1, lett. i, D.lgs. 42/2004 e smi);
- Beni paesaggistici di cui all'art. 143 del D.lgs. 42/2004 e smi, nello specifico

- Zone umide costiere
- Fascia costiera
- Aree protette così come definite dalla L 394/91 e dalla LR 31/89
- Siti Natura 2000

Entrando nel merito, i rapporti intercorrenti tra le opere in progetto ed i beni paesaggistici di cui agli artt. 142 e 143 del DLgs 42/2004 e smi sono sintetizzati nella tabella che segue.

Tabella 4-7 Quadro riepilogativo tra le opere in progetto ed il sistema dei vincoli

Vincoli e tutele	Opere in progetto e relative aree di cantiere		
	Elettrificazione linea	SSE	Cantieri
Art. 142 co.1 a	•		
Art. 142 co.1 b	•	•	•
Art. 142 co.1 c	•	•	•
Art. 142 co.1 f	•	•	•
Art. 142 co.1 i	•		
Art. 143 - Zone umide costiere	•		
Art. 143 - Fascia costiera	•	•	•

Con riferimento ai territori costieri di cui all'art. 142 co. 1 lett. a), questi risultano marginalmente interessati dalle sole opere di elettrificazione della linea ferroviaria esistente nel tratto compreso tra inizio intervento e la progressiva 1+100 circa, avente una estensione pari a circa 30 metri.

I territori contermini ai laghi (art. 142 co. 1 lett. b) ed i corsi d'acqua e relative fasce (art. 142 co. 1 lett. c) risultano essere le aree maggiormente rappresentative, in quanto diffusamente presenti lungo il tratto di linea ferroviaria oggetto di elettrificazione.

Le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. b risultano interessate dalla nuova SSE di Cagliari e relativa area di cantiere fisso AT.01, mentre le aree di cui all'art. 142 co. lett. c risultano interessate dalla SSE di S. Gavino e dalle aree di cantiere fisso CA.01, CA02, AS.01, CO.01 e AS.02.

Proseguendo con le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. f, le analisi hanno evidenziato l'attraversamento di dette aree dai tratti di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione posti tra l'inizio intervento e la progressiva 9+300 circa e tra le progressive 89+520 e 90+910 circa. Tali aree corrispondono con la

Riserva naturale Santa Gilla, l'Oasi Molentargius e l'Oasi Santa Gilla, per quanto riguarda il primo tratto interessato, e con la Riserva naturale Pauli Maiori, relativamente al secondo tratto.

L'Oasi Molentargius risulta interessata dalla realizzazione della SSE di Cagliari e relativa area di cantiere fisso AT.01.

In aggiunta a ciò, lo Stagno di Pauli Miori, interessato dall'attraversamento della linea esistente oggetto di elettrificazione nel tratto compreso tra le progressive 89+520 e 90+910 circa è riconosciuto inoltre come area tutelata ai sensi dell'art. 142 co. 1 lett. i, nonché ricompreso tra i siti Natura 2000.

A tal proposito si specifica che è stato predisposto lo Studio per la Valutazione di Incidenza (RR0S00D22RGIM0003001A), ai sensi del DPR 12 marzo 2003, n. 120, che costituisce integrazione e modifica del DPR 8 settembre 1997, n. 357, in ragione dei rapporti intercorrenti tra le opere in progetto ed i siti Natura 2000.

Per quanto riguarda i beni paesaggistici di cui all'art. 143, quelli interessati dalle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso risultano essere la fascia costiera e le zone umide costiere così come individuate dal PPR di Regione Sardegna.

Nello specifico, le zone umide costiere risultano unicamente interessate dall'attraversamento della linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione nei tratti compresi tra 3+810 – 5+800 circa, 8+300 – 11+610 circa, 88+490 – 88+860 circa e 89+540 – 90+780 circa, mentre la fascia costiera risulta attraversata dalla linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione nei tratti compresi tra inizio intervento – 5+960 circa, 8+740 – 11+500 circa, 88+490 – 88+860 circa, 89+540 – 90+780 circa, nonché dalle SSE di Cagliari ed Oristano e relative aree di cantiere fisso AT.01, AT.06, AS.03, CA03 e CO.03.

Se, in termini quantitativi, i dati sopra riportati danno conto del ridotto interessamento di beni paesaggistici da parte delle opere in progetto e delle aree di cantiere, dal punto di vista concettuale occorre ricordare che le aree di cui all'articolo 142 e gli ulteriori contesti di cui all'art. 143, sebbene nel loro complesso costitutivi beni paesaggistici, presentano natura totalmente differente da quelle di cui all'articolo 136, in ragione della ratio della norma.

Se nel caso delle aree di notevole interesse pubblico l'apposizione del vincolo dichiarativo discende dal riconoscimento in dette aree di «valori storici, culturali, naturali, morfologici, estetici [e della] loro valenza identitaria in rapporto al territorio in cui ricadono», in quello delle aree tutelate per legge, la loro qualificazione come beni paesaggistici discende dalla volontà di preservare nella loro integrità specifiche

tipologie di elementi del paesaggio, quali per l'appunto i laghi e le loro sponde, a prescindere dalla loro qualità paesaggistica o rappresentatività. Per quanto attiene gli ulteriori contesti, essi sono costituiti da quegli immobili o aree che la Regione autonoma della Sardegna sottopone a specifiche misure di salvaguardia e utilizzazione; ulteriori sia rispetto ai beni dichiarati o da dichiarare di notevole interesse pubblico con provvedimento amministrativo, sia rispetto ai beni direttamente indicati dalla legge. Si tratta di beni ritenuti di interesse regionale meritevoli di tutela connotanti complessivamente la struttura del territorio, legati a caratteristici assetti territoriali, naturalistici e ambientali.

Premesso che la presenza dell'infrastruttura ferroviaria è ormai consueta sul paesaggio comunemente percepito, soprattutto di quelli più antropizzati e, in condizioni normali di attraversamento di territori dalle peculiarità non molto accentuate, la sua presenza non costituisce un elemento di disturbo particolarmente rilevante, nel caso in specie, essendo l'oggetto della presente relazione la elettrificazione della linea ferroviaria esistente che si sviluppa tra Cagliari ed Oristano, si ritiene lecito che la presenza dei pali e dei conduttori finalizzati alla elettrificazione stessa della linea assolve anche la funzione di completamento di quella che è l'infrastruttura ferroviaria nello scenario immaginario, costituito dal rilevato su cui si sviluppano i binari, accompagnati dalla sua palificazione elettrica.

In aggiunta a ciò, i rapporti tra la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione ed i territori oggetto di vincolo paesaggistico possono ulteriormente essere analizzati sotto il profilo localizzativo. In tal senso, escludendo l'esiguo interessamento dei territori costieri che, come premesso, riguarda un tratto oggetto di elettrificazione pari a circa 30 metri, e considerando che la presenza dei beni di cui all'art. 142 co. 1 lett. b e c risulta più o meno costantemente lungo tutta la estesa complessiva della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, la restante quota parte dei territori gravati da vincolo paesaggistico risulta concentrarsi, in primo luogo, nei pressi dell'area urbana di Cagliari, e, in secondo luogo, in quella di Oristano.

Tali aree, seppur ricche di elementi a valenza naturale, paesaggistica e storico-culturale, hanno un carattere prettamente urbano, i cui complessi processi di trasformazione insediativa succedutisi nel corso dei secoli e, tra questi, la realizzazione della linea ferroviaria ad oggi esistente, hanno profondamente modificato l'originaria configurazione delle aree stesse. Tali aree, infatti, seppur connotate da una rilevante presenza di elementi di interesse archeologico, paesaggistico e naturale, risultano caratterizzate da una intensa presenza di tessuti edilizi compatti e consolidati ed aree produttive diffuse.

In considerazione di ciò, e del fatto che mediante il progetto di elettrificazione della linea ferroviaria esistente, è possibile ritenere che il progetto nel suo complesso apporterà un valore aggiunto al territorio interessato e, conseguentemente, ai succitati territori vincolati.

Ad ogni modo, si specifica che l'intervento in progetto è corredato dalla Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A) redatta in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005 al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs. 42/2004 e smi.

5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

5.1 Sistema antropico

5.1.1 Struttura insediativa

Per individuare il contesto territoriale in cui è localizzato il progetto oggetto del presente studio, si fa riferimento alla zona sud-occidentale della Regione Sardegna che ricomprende il Golfo di Cagliari a sud, il Golfo di Oristano a nord, entrambi fortemente urbanizzati e caratterizzati, al tempo stesso, dalla presenza di zone di interesse naturalistico, e la piana campidanese nella porzione centrale, a prevalente destinazione agricola del suolo.

A seguire, per meglio comprendere la lettura del territorio indagato, il contesto territoriale al quale si fa riferimento è stato articolato in tre ambiti prevalente, afferenti tutti alle vaste pianure del Campidano ma contraddistinti da caratteristiche proprie ed univoche. Procedendo da sud verso nord:

1. Ambito del Golfo di Cagliari
2. Ambito della Pianura Campidana
3. Ambito del Golfo di Oristano

Ambito del Golfo di Cagliari

L'area urbana cagliaritana si concentra sul sistema di depositi terziari che danno una configurazione "a colli" al paesaggio urbano.

In antico, lungo il litorale ad oriente del Kàralis àkra (Capo Sant'Elia) è presente l'insediamento umano essenzialmente in corrispondenza dello sbocco a mare dei corsi d'acqua che innervano le falde meridionali del massiccio montano dei Sette Fratelli, costituendo le vallate di penetrazione verso l'interno del Sarrabus e assicurando, nel contempo, la veicolazione delle risorse montane.

L'insediamento umano rimonta al VII millennio a.C., ma la formazione urbana di Karales risale al VI secolo a.C. sulla sponda orientale della Laguna di Santa Gilla. La città romana si incentrò, invece, nell'area retrostante l'odierna darsena. Con l'altomedioevo il centro abitato si diffuse in diversi poli, di cui il principale divenne Santa Igia, sul luogo della città punica. Con il basso medioevo la fondazione pisana e la successiva (1324) conquista catalana di Castello di Castro diede alla città la configurazione attuale del quartiere di Castello, con le ville sottostanti di Stampace, Lapola e Villanova. Primaria importanza ebbe tra i porti della Sardegna quello di Karales.

Dopo il grande trauma che vede l'insediamento lagunare dei Giudici messo in crisi e poi distrutto a favore della nuova città pisana duecentesca "sul crinale", si crea il modello del dualismo tra "città di pietra" murata e dominante e "borghi di terra" cerealicoli e subalterni, destinato a durare sino alla contemporaneità.

Il colle ed il castello di San Michele, sono stati a suo tempo il ferro di lancia del feudo, mentre la città regia incuneava i borghi di Pirri e di Quartu nel compatto sistema feudale. Di grande importanza il paesaggio costiero controllato per ben venti chilometri dal centro "regio" di Quartu, con la diffusione del sistema del vigneto e della connessa appropriazione privata dello spazio collettivo della vidazione, mentre a monte il sistema dei centri di pertinenza feudale è ancora caratterizzato dalla pervasività degli spazi comunitari. La struttura così organizzata storicamente esalta le gerarchie, le differenze, le complessità ed è soprattutto la dialettica tra la città di pietra e i borghi di terra che le potenzia e le fissa con un segno indelebile. Pur messa in discussione la gerarchia insediativa non è negata dal nuovo profilo "borghese" che città e contado vanno assumendo nel corso dell'800, e soprattutto a cavallo del '900. I grandi luoghi del lavoro metropolitano sono ancora le saline, ormai estese anche al grande stagno occidentale, e sempre più razionalizzate e capaci di modellare estesi paesaggi urbani, e si affacciano sulla scena urbana anche le fabbriche dei laterizi e del vino.

L'insediamento è caratterizzato dall'alta densità del tessuto edificato e dall'elevata complessità funzionale e relazionale del campo urbano, dalla presenza di infrastrutture portuali, commerciali e industriali e di servizi rari e superiori di rango regionale. L'articolazione degli elementi riflette la complessità dell'ambito. Si distinguono alcuni elementi principali:

- il tessuto insediativo continuo dell'area urbana, costruito intorno al sistema ambientale di Molentargius e delle saline – Cagliari-Pirri, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Quartu Sant'Elena – che interclude il sistema dei centri medievali e i parchi urbani dei colli di Monte Urpinu, Monte Claro, San Michele;
- l'insediamento residenziale e i servizi lungo il cordone litorale del Poetto;
- l'ambito dell'espansione residenziale di Pizz'e Serra;
- il sistema insediativo di connessione tra Cagliari ed il centro urbano di Elmas (testata del sistema urbano lineare Elmas, Assemini, Decimomannu) lungo le rive della Laguna di Santa Gilla;
- i sistemi infrastrutturali delle reti tecnologiche e dei trasporti con il sistema portuale storico, commerciale, turistico, militare, industriale di Cagliari;
- i corridoi infrastrutturali delle SS 130 e 131 con gli insediamenti produttivi e commerciali di Cagliari, Elmas e Sestu.

- l'apparato produttivo e commerciale lungo il corridoio infrastrutturale della SS 554, costituito da aree destinate a strutture di servizio sovralocale (ospedali, strutture commerciali, strutture sportive), insediamenti produttivi e commerciali, confinante con gli ambiti residenziali di formazione recente in prossimità della SS 554;
- l'ambito dei servizi nell'area di colmata del Terramaini e gli insediamenti produttivi e commerciali lungo il Viale Marconi tra Cagliari e Quartu;
- i grandi agglomerati industriali di Macchiareddu (CASIC) in relazione con i paesaggi dello Stagno di Cagliari-Santa Gilla e le Saline Contivecchi;
- gli insediamenti recenti di servizi avanzati a Sa Illetta, con le infrastrutture mercantili del Porto Canale.

Ambito della Pianura Campidana

Il Campidano è la grande pianura della Sardegna sudoccidentale compresa tra il golfo di Cagliari e quello di Oristano, i cui caratteri insediativi del territorio sono fortemente legati allo sviluppo dei settori produttivi agricoli e dell'agroindustria e delle attività zootecniche legate alle colture foraggere.

L'insediamento si organizza prevalentemente in relazione ai centri abitati di San Gavino e Pabillonis, localizzati rispettivamente in riferimento ai corsi d'acqua del Flumini Malu e Flumini Bellu. In prossimità a tali realtà urbane si rileva la presenza di ambiti agricoli caratterizzati da una organizzazione fondiaria minuta in cui sono presenti coltivazioni di frutteti e oliveti. Processi di diffusione insediativa dell'edificato, di entità non elevata ma omogeneamente distribuita sul territorio, sono riscontrabili in relazione agli ambiti legati all'attività agricola, spesso associata a precise modalità di organizzazione dello spazio coltivato.

Specifici caratteri di organizzazione dello spazio agricolo e insediativo sono spesso riconducibili a interventi di bonifica o riordino idraulico e fondiario. In tal senso la Bonifica Opera Nazionale Combattenti, localizzata a Sud Ovest del centro di Sanluri in prossimità della linea ferroviaria Cagliari-Oristano, rappresenta una singolarità insediativa. Si tratta di una vasta area di bonifica attuata a partire dal 1831 su impulso delle politiche agrarie piemontesi del XIX sec. ma compiuta solo nei primi anni del '900 dal Genio Civile di Cagliari. Le opere di canalizzazione, lottizzazione e messa a coltura furono realizzate dall'Opera Nazionale Combattenti dal 1919 in poi (fonte). L'area dalla bonifica, in origine occupata per la maggior parte (90%) dallo stagno di Sanluri, si localizza in modo baricentrico rispetto al sistema naturale di drenaggio. Si tratta di un ampio settore di colmamento detritico di un bassopiano alluvionale recente, caratterizzato da processi di difficoltoso drenaggio delle acque, garantito artificialmente dalla realizzazione

di una rete di canali confluenti nel sistema idrografico del Rio Leni-Flumini Mannu e del Flumini Mannu di Marceddi, che rappresentano i corpi ricettori finali del sistema idraulico-idrografico complessivo.

La struttura agricolo-insediativa si caratterizza per l'organizzazione a poderi e per la presenza dei nuclei di Strovina-Sanluri Stato ad Est, in corrispondenza della stazione ferroviaria, e di San Michele a Ovest. L'organizzazione spaziale dell'infrastrutturazione agricola delle grandi bonifiche costituisce un efficiente sistema di regolazione dei processi ambientali idrogeologici rendendo disponibile per le attività produttive agricole un vastissimo territorio, prevalentemente interessato da colture erbacee e seminativi. Questo costituisce un tessuto connettivo che assume un carattere sovralocale mettendo in relazione differenti contesti territoriali.

In questo contesto l'insediamento di San Gavino assume un ruolo di centralità in relazione alle direttrici Guspini - San Gavino - Sanluri, Sardara - San Gavino - Villacidro e alla dorsale ferroviaria Cagliari - Oristano, per le funzioni urbane (ad esempio servizi sanitari) e produttive di riferimento per i territori del Campidano.

Ambito del Golfo di Oristano

L'individuazione dell'Ambito è legata alla stretta integrazione fra la struttura insediativa e quella ambientale. In particolare, la struttura ambientale si fonda sul sistema delle zone umide costiere che si estendono dal centro del Golfo di Oristano alla penisola del Sinis, fino a comprendere il compendio sabbioso di Is Arenas.

La struttura dell'insediamento costiero presenta situazioni ibride (stagionali e permanenti) intorno ai principali centri: Oristano (borgata marina di Torre Grande), Arborea (Colonie Marine), Cabras (località marine di San Giovanni di Sinis e Funtana Meiga), San Vero Milis (S'Arena Scoada, Putzu Idu, Mandriola, Su Pallosu, Sa Rocca Tunda), Terralba (villaggio di pescatori di Marceddi).

Il Golfo è stato caratterizzato, a causa della concentrazione di risorse, dalla fondazione di tre distinti centri urbani di epoca fenicia, Neapolis, Othoca e Tharros. La città di Oristano rappresenta dal medioevo la sostituzione di un unico centro urbano, con sistema portuale sul golfo (Lo Barchanir alle foci del Tirso e Portus Cuchusius a Torre Grande), al posto del policentrismo dell'antichità e dell'alto medioevo.

Nell'ambito della bonifica integrale del comprensorio dello stagno di Sassu, fu costituita con Regio Decreto del 29 dicembre 1930 la città di fondazione di Mussolinia di Sardegna, ridenominata Arborea con R. D. del 17 febbraio 1944. L'urbanistica del centro urbano e di alcune strutture dell'area di bonifica (in particolare l'Idrovora di Sassu) rappresentano gli episodi più significativi dello spirito razionalista dell'architettura della Sardegna.

In questo Ambito l'insediamento stabilisce rapporti diversificati con le matrici ambientali su cui si è strutturato.

Si riconoscono alcuni sistemi insediativi lungo le direttrici fluviali del Rio di Mare Foghe e del Riu Mannu, del Rio Tanui, del Tirso, nel Campidano di Milis, Campidano Maggiore e Campidano di Simaxis.

In questi sistemi insediativi la forma dei villaggi, tendenzialmente compatta, si rapporta morfologicamente alla direzione prevalente dei corsi d'acqua, rispetto ai quali stabiliscono rapporti di contiguità.

Profondamente diverso il rapporto stabilito con la matrice ambientale dai sistemi insediativi nelle bonifiche integrali.

In diretta relazione con le zone umide del golfo si individuano i sistemi insediativi di Santa Giusta, il nucleo storico di Sant'Antonio di Santadi e Marceddi, sulle rive opposte degli stagni di San Giovanni di Marceddi, e Cabras, sullo stagno di Cabras.

Il sistema insediativo dei centri di Terralba, Marrubiu, Uras, nella bonifica della piana di Terralba, localizzato nel bacino del Rio Mogoro, ormai deviato, e sull'alveo dell'ex stagno di Sassu, cui è associato il paesaggio delle alluvioni recenti ed attuali

Il sistema insediativo delle bonifiche di Arborea: caratterizzato da una certa estraneità al contesto che l'accoglie e significativamente indifferente alla sua localizzazione prossima al capoluogo, rispetto al quale si mantiene fortemente indipendente quanto ai servizi e all'economia delle attività; l'insediamento di Arborea che assume come condizioni strutturanti della forma dell'insediamento attuale, i processi di trasformazione fondiaria e di bonifica. Questi lavori grandiosi sono stati condotti in aree umide integre e hanno dato luogo ad esiti insediativi significativi che costituiscono il frutto di pochi decenni di attività. Il paesaggio naturale ha subito qui una totale riconfigurazione spaziale, che ha conferito al paesaggio i suoi caratteri di ruralità e lo ha connotato come vasta zona di occupazione di agricolture "ricche".

L'insediamento costiero, qui più rado che altrove, allinea alcune borgate marine in diretta relazione con le acque del golfo e la città consolidata: il centro di Torre Grande presso Cabras; il nucleo insediativo turistico di Ala Birdi, presso Arborea.

Sul promontorio di capo Frasca si localizzano i nuclei insediativi turistici costieri di Torre dei Corsari, Porto Palma, Pistis.

Sulla penisola del Sinis si riconoscono i centri di San Giovanni di Sinis, presso Capo San Marco; Putzu Idu, Porto Mandriola, Su Pallosu, Sa Rocca Tunda, in relazione ai sistemi sabbiosi intervallati da Capo Mannu.

Sui campi dunari di Is Arenas, s'insediano alcuni nuclei di servizi ricettivi (campeggi) presso le foci del Riu Pischinappiu.

L'intero Ambito è attraversato da sud a nord dal corridoio infrastrutturale regionale della SS 131 e dalla linea principale delle ferrovie dello Stato, che collega Cagliari a Sassari e Porto Torres.

Questi elementi infrastrutturali determinano rilevanti cesure nella struttura del paesaggio intersecando i principali sistemi idrografici e i corridoi ecologici dei Campidani in senso trasversale.

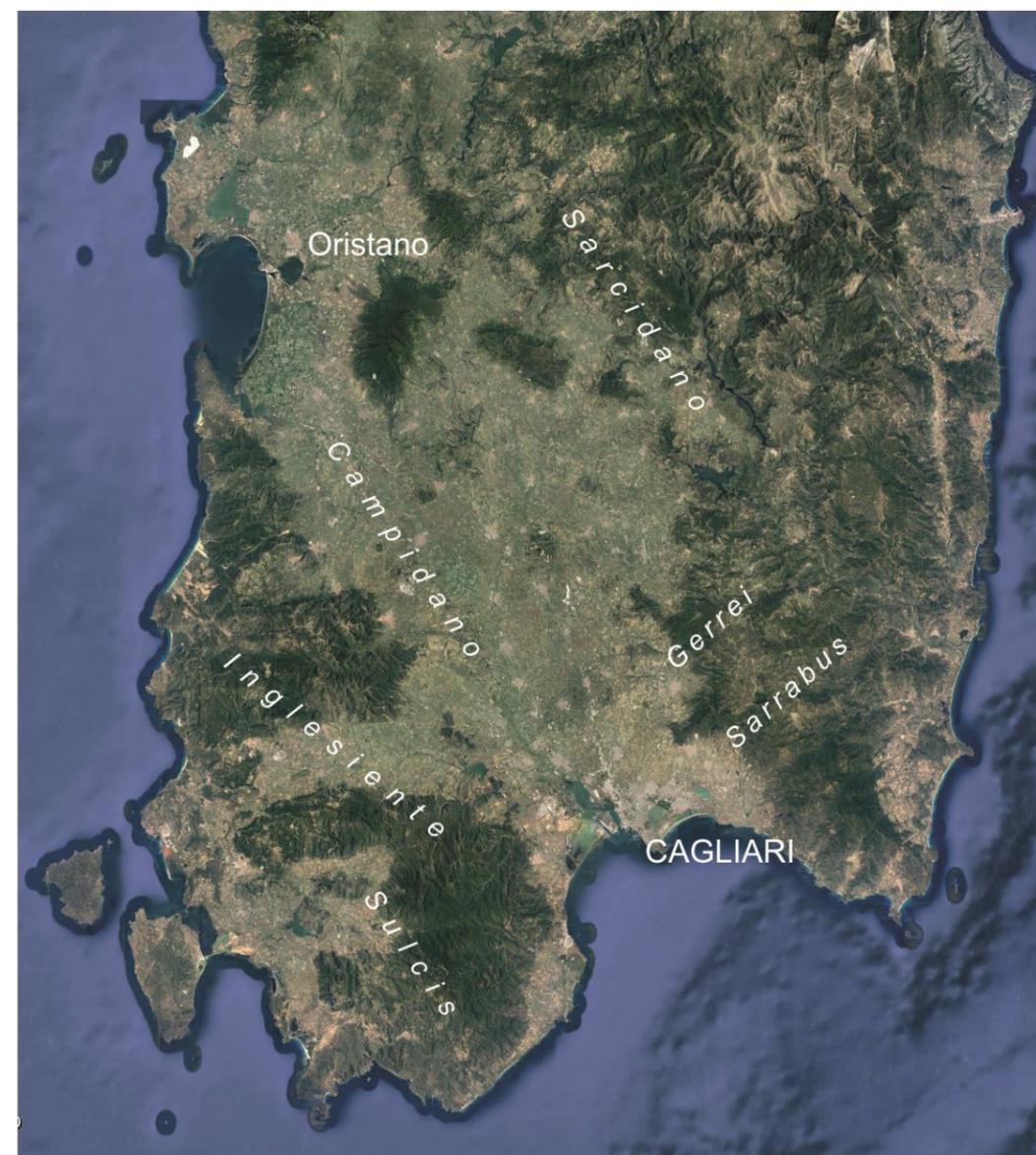


Figura 5-1 Contesto territoriale di riferimento

5.1.2 Usi in atto

L'area di studio si colloca, con una forma allungata, in direzione SE-NO all'interno della fossa campidanese, una vasta area pianeggiante e prevalentemente costituita da una potente coltre di materiali detritici. Le alture sono poche e moderate, raramente superano i 700 m, e sono confinate lungo i margini dell'area di studio.

La piana è drenata dal sistema idrografico del Flumini Mannu, che raccoglie le acque del Rio Leni e del Rio Cixerri presso San Sperate. I corsi d'acqua scorrono entro argini o canali artificiali costruiti per limitare le esondazioni. L'area comprende al suo interno importanti sistemi di zone umide composti da stagni e da lagune, che caratterizzano il paesaggio di questi luoghi e da sempre condizionano in modo incisivo cultura e attività economiche locali.

Il Campidano costituisce la più vasta zona agricola della Sardegna, profondamente modificata fin dai primi insediamenti dall'opera dell'uomo per la coltivazione dei cereali, grazie alla sua naturale fertilità.

Oggi il paesaggio agrario è molto diversificato, grazie all'introduzione di colture orticole e frutticole in seguito al miglioramento fondiario.

La vegetazione spontanea è confinata alle zone colpite dall'abbandono culturale e su alcuni versanti collinari ai margini della pianura; infatti, tutto il settore è interessato da un paesaggio agrario con colture irrigue intensive, particolarmente in corrispondenza delle aree interessate dall'importante opera di bonifica avvenuta nella prima metà del '900.

Le informazioni derivanti dagli usi in atto sono state desunte sulla base delle informazioni ottenute dalle seguenti fonti:

- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBGT10K aggiornati al 2022.

In aggiunta a ciò, sono stati consultati i rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, le immagini disponibili su Google Maps aggiornate al 2022.

Nel settore Campidanese, lungo la piana alluvionale, i sistemi forestali interessano, una superficie di poco superiore ai 5.000 ettari, pari a circa il 2.9% della superficie totale e sono caratterizzati in prevalenza da formazioni afferenti alla macchia mediterranea (31.9%) e dai boschi di latifoglie (33.6%). I sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti sono diffusi su circa il 2.3% della superficie dei distretti e, considerato il loro parziale utilizzo zootecnico estensivo, acquisiscono una struttura fortemente

condizionata dalla pressione antropica e solo in parte da condizioni stagionali sfavorevoli. L'utilizzazione agricola del distretto è estremamente dominante sul territorio e caratterizzata dalla presenza di sistemi agro-zootecnico estensivi (5%) e dai sistemi agricoli intensivi (73.3%), che complessivamente occupano oltre il 78% della superficie dei due distretti. Le altre categorie dominanti sono le aree artificiali che occupano l'8% del territorio e le zone umide corpi d'acqua che occupano complessivamente il 7.2%.

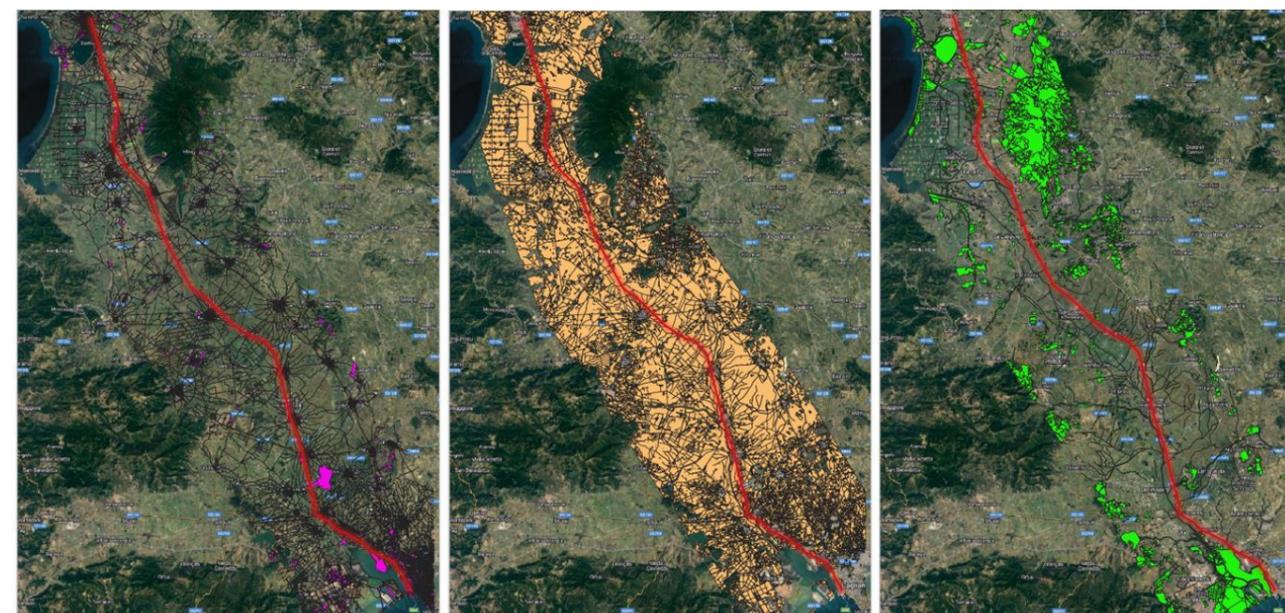


Figura 5-2 Sistema artificiale (viola) agricolo (ocra) e naturale (verde) presente nell'area di interesse (3km buffer da rete ferroviaria) (Fonte: Uso del suolo, Regione Sardegna); Shapefile da Geoportale Regione Sardegna. In rosso la linea ferroviaria

Complessivamente, quindi, il contesto risulta fortemente alterato dalle attività antropiche, con il sistema agricolo fortemente dominante nell'area di studio e il sistema naturale fortemente frammentato e, lungo la linea ferroviaria, ridotto alle aree umide presenti presso il golfo di Cagliari e quello di Oristano.

5.1.3 Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante

Il 4 luglio 2012 è stata emanata, dal Parlamento europeo e dal Consiglio dell'Unione europea, la direttiva 2012/18/UE (Seveso III) sul controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose. Questo provvedimento sostituisce integralmente, a partire dal 1° giugno 2015, la direttiva 96/82/CE (Seveso II) che ha modificato l'originale direttiva Seveso (direttiva 82/501/CEE), a seguito del catastrofico

incidente avvenuto nel paese italiano di Seveso nel 1976, che ha condotto alla adozione di una normativa sulla prevenzione e il controllo di simili incidenti.

La nuova direttiva Seveso III è stata recepita in Italia con il decreto legislativo n. 105 del 26 giugno 2015 che definisce incidente rilevante, un evento quale un'emissione, un incendio o un'esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l'attività di uno stabilimento e che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito, per la salute umana o per l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose, mentre gli stabilimenti sono distinti in "stabilimento di soglia inferiore" e "stabilimento di soglia superiore" in base alla presenza, al loro interno, del tipo e della quantità di sostanze elencate nell'Allegato 1 del medesimo Decreto.

Il Dlgs n. 105/2015, confermando l'impianto della norma precedentemente vigente (Dlgs n. 334/99 e successivo Dlgs n. 238/2005), per quanto riguarda l'assetto delle competenze, assegna al Ministero dell'interno le funzioni istruttorie e di controllo sugli stabilimenti di soglia superiore ed alle Regioni le funzioni di controllo sugli stabilimenti di soglia inferiore. Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), tra le funzioni previste dal Dlgs n. 105/2015, ha il compito di coordinare ed indirizzare la predisposizione e l'aggiornamento, da parte dell'ISPRA, dell'inventario degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti e degli esiti di valutazione dei rapporti di sicurezza e delle ispezioni. L'inventario è utilizzato anche al fine della trasmissione delle notifiche da parte dei gestori e dello scambio delle informazioni tra le amministrazioni competenti.

In tal senso, l'Inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante al quale si è fatto riferimento è quello presente sul sito istituzionale di ISPRA (www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it) attraverso il quale è possibile operare la ricerca per ambiti regionale, provinciale e comunale.

Posto che l'opera progettuale oggetto del presente studio ricade in diversi comuni, la ricerca è stata effettuata prima a livello regionale e, successivamente, a livello provinciale e comunale.

Dall'analisi delle informazioni disponibili, si deduce che in ambito regionale sono 34 gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR); 12 di questi sono ubicati in ambito del territorio riconducibile alla Città Metropolitana di Cagliari, 1 nella provincia del Medio Campidano e 4 nella provincia di Oristano. In ambito comunale si riportano 11 RIR, di cui 3 ad indice di soglia inferiore e 8 ad indice di soglia superiore, come specificato dalla tabella seguente.

Tabella 5-1 Stabilimenti RIR presenti all'interno del contesto territoriale indagato

Soglia	Provincia	Comune	Codice Ministero	Ragione Sociale	Attività
Inferiore	Cagliari	Assemini	NV035	ENEL PRODUZIONE SPA - UB SULCIS - CENTRALE TURBOGAS ASSEMINI	(09) Produzione, fornitura e distribuzione di energia
		Assemini	NV054	BEKAERT SARDEGNA S.P.A.	(05) Lavorazione di metalli ferrosi (fonderie, fusione ecc.)
	Oristano	Oristano	NV050	MEDEA SPA	(14) Stoccaggio di GPL
Superiore	Cagliari	Assemini	DV012	FLUORSID SPA	(22) Impianti chimici
		Assemini	NV004	SOCIETA' CHIMICA ASSEMINI S.R.L.	(22) Impianti chimici
		Assemini	NV027	MEDEA SPA	(14) Stoccaggio di GPL
		Assemini	NV076	PAD SRL	(39) Altra attività (non specificata altrimenti nell'elenco)
	Medio campidano	Serramanna	NV034	FIAMMA 2000 S.P.A.	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)
	Oristano	Oristano	NV014	ULTRAGAS TIRRENA SPA	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)
		Santa Giusta	NV073	HIGAS S.R.L.	(15) Stoccaggio e distribuzione di GNL

5.1.4 Paesaggio

5.1.4.1 La struttura del paesaggio

L'area di studio rappresenta il dominio spaziale all'interno del quale le *componenti paesaggistiche /ambientali* e le interazioni tra queste, configurano un assetto chiaramente riconoscibile che consente di identificare le *unità di paesaggio*, nonché le categorie gerarchicamente superiori (es. l'ambito in alcune accezioni) ed inferiori ad esse (es subunità). Le unità di paesaggio, così come variamente definite dai

singoli strumenti di pianificazione, constano di unità ambientali, morfologico-funzionali, omogenee per un *cluster* di caratteri (es. associazioni di usi del suolo, caratteri geomorfologici, floristico-vegetazionali, tipologico-insediativi, percettivi etc.) ricavate utilizzando alternativamente procedimenti induttivi e deduttivi¹³. La variabilità degli assetti aggregativi e relazionali stabiliti tra le componenti elementari delle unità, intese alle varie scale, consente l'identificazione/classificazione di un paesaggio, così come lo percepiamo, all'interno di uno spazio unico, continuo e diverso. Al fine di descrivere le unità di paesaggio interessate dall'infrastruttura si sono assunte quali fonti di riferimento gli strumenti di pianificazione paesaggistica territoriale di scala regionale e comunale le cui considerazioni descrittive sono state interpolate e rielaborate tramite osservazioni desunte per fotointerpretazione e analisi delle CTR.

Per quanto concerne l'identificazione dell'ambito di studio rispetto al quale è stata sviluppata l'analisi, questo è stato definito individuando le aree interessate dagli interventi: in tal modo, le successive analisi relative alla descrizione della struttura delle unità di paesaggio sono state svolte relativamente alle distinte aree di studio afferenti agli Ambiti:

- Golfo di Cagliari: tratto Cagliari – Decimomannu;
- Pianura Campidana: tratto Decimomannu - San Gavino Monreale;
- Golfo di Oristano: tratto San Gavino Monreale – Oristano/laghi.

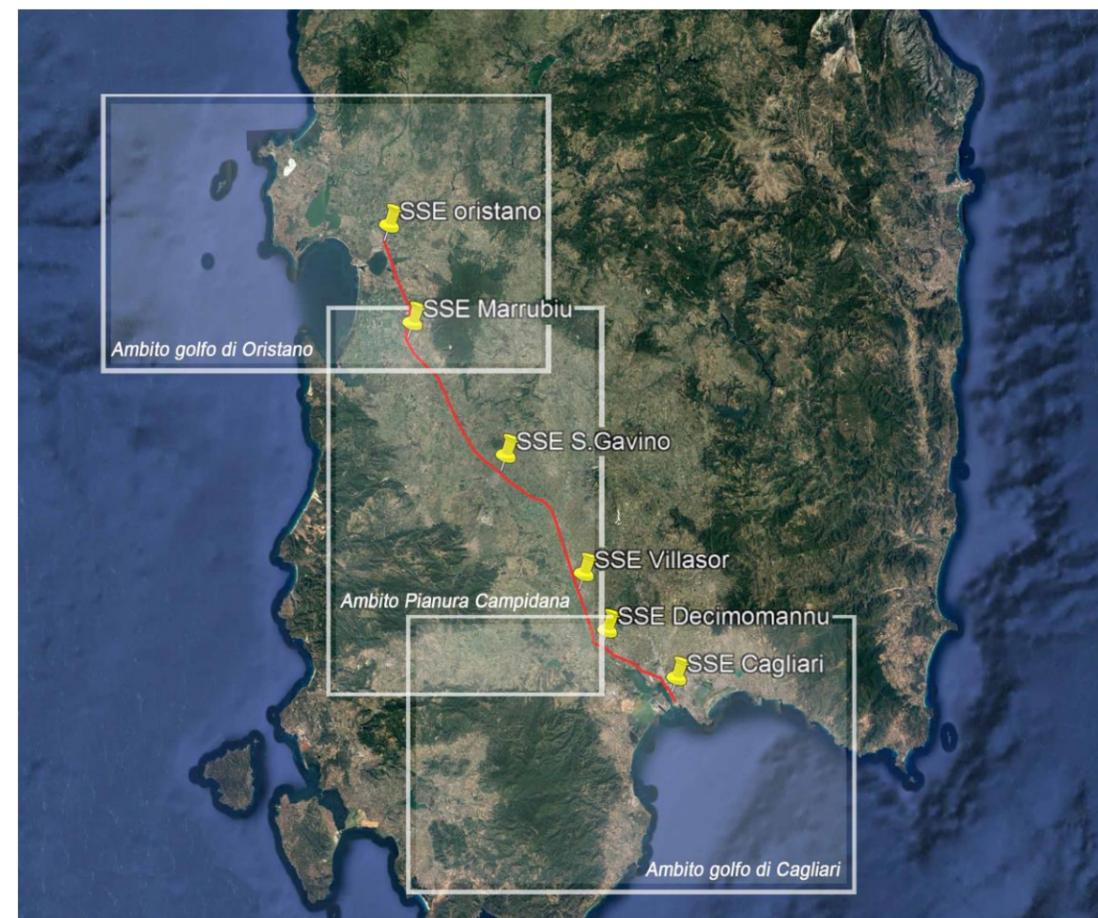


Figura 5-3 Gli ambiti di paesaggio

Le unità di paesaggio si possono interpretare come il risultato delle relazioni ed interazioni tra componenti elementari.

La variabilità degli assetti aggregativi e relazionali stabiliti tra le componenti elementari, le unità di paesaggio e gli ambiti di paesaggio, posti in relazione reciproca e interagenti tra loro, consentono l'identificazione/classificazione del paesaggio, così come lo percepiamo, all'interno di uno spazio unico continuo e continuamente diverso.

Al fine così di determinare le unità di paesaggio aventi caratteristiche omogenee sono stati individuati i seguenti sistemi principali:

- Sistema insediativo-infrastrutturale;
- Sistema agrario;

¹³ Gisotti G. (2011). *Le unità di paesaggio: analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica*. D. Flaccovio.

- Sistema naturale;
- Sistema storico - culturale.

I sistemi indicati in elenco sono stati analizzati per ognuno dei succitati ambiti di paesaggio.

Ambito Golfo di Cagliari: tratto Cagliari – Decimomanu

Unità di paesaggio del sistema insediativo - infrastrutturale

Il tratto ferroviario esistente oggetto di intervento sito nel territorio del cagliaritano si colloca in un ambito fortemente infrastrutturato. Si può non considerare la vorticoso crescita negli ultimi 40 anni di questo territorio; il sistema insediativo dell'ambito di Cagliari è caratterizzato da un tessuto edificato residenziale continuo e dall'elevata complessità funzionale e relazionale del campo urbano, dalla presenza di infrastrutture portuali, commerciali e industriali e di servizi rari e superiori di rango regionale.

Successivamente, l'area di Decimomannu rappresenta la porzione territoriale di cambiamento tra il conglomerato urbano densamente edificato del Capoluogo ed i comuni satelliti che ne gravitano intorno dagli aspetti insediativi più ridotti che aprono le porte alle pianure del campidano.



Figura 5-4 Veduta dall'alto porto di Cagliari – sistema insediativo

Unità di paesaggio del sistema agrario

La vasta zona umida dello Stagno di Cagliari rappresenta tipicamente un sistema di transizione e di interfaccia ambientale tra il dominio continentale, rappresentato dai terreni della pianura campidanese e il settore marino del Golfo degli Angeli.

Nell'ambito di Cagliari sono presenti aree agricole periurbane, le quali rilevano spesso situazioni di degrado, accanto alle sporadiche coltivazioni arboree si evidenziano usi impropri legati all'abbandono di rifiuti.



Seminativi



Frutteti

Unità di paesaggio del sistema naturale

L'ambito è caratterizzato da un complesso sistema paesistico territoriale unitario in cui si riconoscono almeno tre grandi componenti tra loro strettamente interconnesse: il sistema costiero dello Stagno di Cagliari-laguna di Santa Gilla, la dorsale geologico-strutturale dei colli della città di Cagliari e il compendio umido dello stagno di Molentargius, delle saline e del cordone sabbioso del Poetto.

Le grandi dominanti costitutive di Santa Gilla, di Molentargius-Poetto e dei colli di Cagliari, rappresentano la matrice funzionale e strutturale dell'ambito sulla quale ogni stratificazione paesaggistica si è sviluppata nello spazio e nel tempo.

Un primo sistema è rappresentato dalla dorsale strutturale di Cagliari che, impostata secondo le direttrici tettoniche campidanesi nord ovest-sud est e definita dalle colline mioceniche, costituisce la matrice geomorfologica su cui si sviluppa la città. La dorsale costituisce un elemento di separazione fisica tra le zone umide di Santa Gilla e Molentargius e termina in mare in corrispondenza del promontorio di Capo Sant'Elia, condizionando in misura determinante le dinamiche meteomarine e gli equilibri fisico-ambientali delle acque del Golfo.

Il sistema dello Stagno di Cagliari rappresenta la più vasta zona umida della Sardegna costituendo il bacino recettore di un esteso sistema idrografico. Il sistema umido rappresenta un ambiente idoneo per la riproduzione, lo svernamento e la sosta di uccelli marini ed acquatici.

La vegetazione della laguna è poco rilevante dal punto di vista paesaggistico; tuttavia, è di grande importanza naturalistica perché è indispensabile per garantire il mantenimento della biodiversità, soprattutto per quanto riguarda la fauna.

Acque dolci, salmastre e marine hanno portato allo sviluppo di una vegetazione unica tra le riserve naturali italiane. Una eterogeneità ambientale che offre rifugio, creando habitat perfetti per tantissimi uccelli e altri animali.

Il sistema dello Stagno di Cagliari rappresenta la più vasta zona umida della Sardegna costituendo il bacino recettore di un esteso sistema idrografico. Il sistema umido rappresenta un ambiente idoneo per la riproduzione, lo svernamento e la sosta di uccelli marini ed acquatici.

La vegetazione della laguna è poco rilevante dal punto di vista paesaggistico; tuttavia, è di grande importanza naturalistica perché è indispensabile per garantire il mantenimento della biodiversità, soprattutto per quanto riguarda la fauna.

Acque dolci, salmastre e marine hanno portato allo sviluppo di una vegetazione unica tra le riserve naturali italiane. Una eterogeneità ambientale che offre rifugio, creando habitat perfetti per tantissimi uccelli e altri animali.

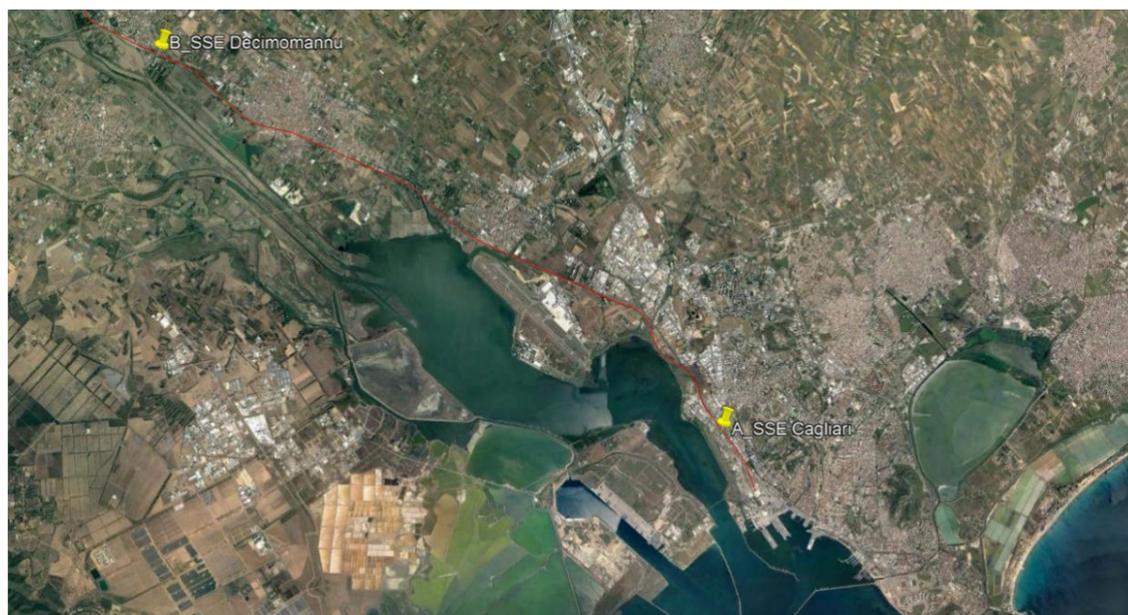


Figura 5-5 Stagno di Santa Gilla

Un primo sistema è rappresentato dalla dorsale strutturale di Cagliari che, impostata secondo le direttrici tettoniche campidanesi nord ovest-sud est e definita dalle colline mioceniche, costituisce la matrice geomorfologica su cui si sviluppa la città. La dorsale costituisce un elemento di separazione fisica tra le zone umide di Santa Gilla e Molentargius e termina in mare in corrispondenza del promontorio di Capo Sant'Elia, condizionando in misura determinante le dinamiche meteomarine e gli equilibri fisico-ambientali delle acque del Golfo.

Ambito della Pianura Campidana tratto Decimomannu - San Gavino Monreale

Unità di paesaggio del sistema insediativo – infrastrutturale

L'ambito si caratterizza per la presenza di infrastrutture stradali di rilevante importanza, come la SS196; SS130; SS 197; SS126 e l'autostrada E25, oltre alla linea ferroviaria esistente.

Attualmente Decimomannu è un fondamentale nodo ferroviario e viario, che collega Cagliari con il Nord Sardegna e il Sulcis-Iglesiente dove le comunicazioni con il capoluogo e i paesi vicini sono favorite dal trasporto pubblico locale su gomma. San Gavino fino a poco tempo fa era attraversato dalla ferrovia, ma il percorso è stato recentemente deviato ed è stata edificata la nuova stazione nella periferia est, mutando anche gli scenari paesaggistici dell'insediamento urbano. Ad oggi la realtà insediativa di quest'ultimo comune è prevalentemente caratterizzata da piccole e medie imprese e dallo sviluppo del settore terziario. Numerosi uffici pubblici, le scuole e il locale ospedale sono i luoghi di maggior impiego delle risorse umane nel terziario cittadino. Il settore primario, l'agricoltura, persiste, ma non a livello di produzione di massa atta alla commercializzazione del prodotto. Il turismo non è ancora particolarmente valorizzato nonostante le diverse attrattive costituite da monumenti, musei, feste, eventi e manifestazioni.

Queste caratteristiche connotano centri urbani consolidati che diramano verso la periferia dove si aprono ampi spazi e si collocano le campagne tipiche del campidanese.



Figura 5-6 Veduta aerea del Comune di Decimomannu e dintorni

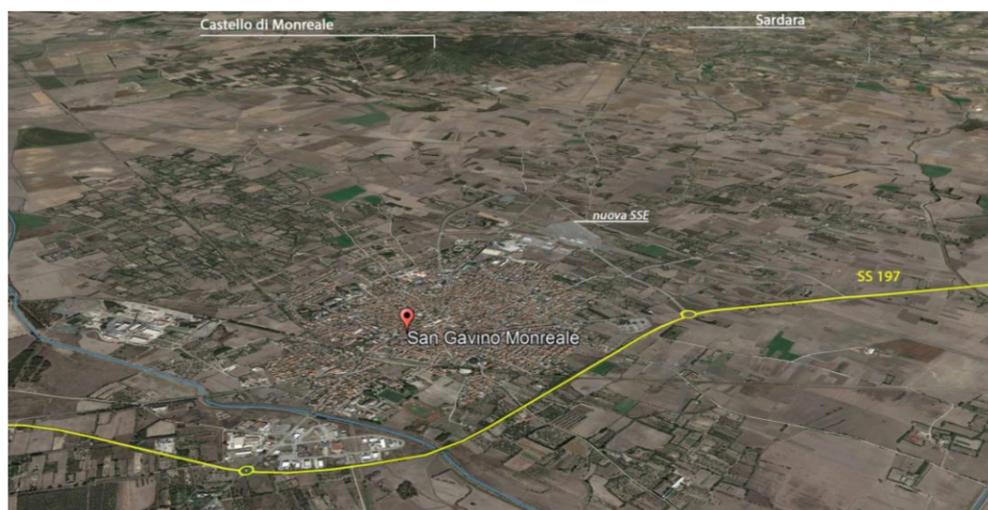


Figura 5-7 Veduta area San Gavino Monreale

Unità di paesaggio del sistema agrario

La zona denominata Marmilla presenta un paesaggio prevalentemente collinare e comprende la Giara di Gesturi, la Giara di Siddi, la Giara di Serri, l'altopiano di Genoni ed il bacino del Rio Mannu d'Isili. Le attività principali della zona sono l'agricoltura ed il turismo. Il territorio del Monreale è prevalentemente pianeggiante, con diverse aree collinari. Nel territorio del Monreale esistono testimonianze prenuragiche,

nuragiche, fenicio puniche e romane. Civiltà che già all'epoca coltivavano in modo intensivo a grano e vitigni.



Figura 5-8 I paesaggi del latifondo sardo San Gavino Monreale



Figura 5-9 Vitigni del Campidano

Unità di paesaggio del sistema naturale

Il territorio è povero d'acqua ed i corsi d'acqua principali sono: rio Sesi- Flumini Mannu e il rio Flumineddu. Per la sua posizione topografica Decimomannu ha sempre avuto un'importante funzione itineraria, in epoca romana la famosa via che da Caralis conduceva a Sulcis (odierna S. Antioco) passava per Decimomannu.

Territori fertili già dai tempi coltivati in modo intensivo a grano e vitigni. Le bonifiche avviate nel Novecento hanno riportato il Campidano a una piena salubrità e abitabilità, ed oggi i suoi stagni sono centri di conservazione di biodiversità, dove sostano i fenicotteri rosa.



Figura 5-10 Riu Mannu Uta- Decimomannu

Ambito Golfo di Oristano - Città di Oristano

Unità di paesaggio del sistema insediativo – infrastrutturale

L'ambito di studio di Oristano interessa l'area della stazione ferroviaria, ubicata al margine est della città, affacciandosi sulle estese pianure del Campidano settentrionale.

La città si è sviluppata intorno al centro di antica e prima formazione. La lettura delle espansioni fino agli anni '50 ci mostra la città che si accresce in modo decisamente più marcato verso Est, con il quartiere di Su Brugu e l'espansione graduale verso la stazione ferroviaria. Ai margini della città restano, verso Ovest, i servizi che venivano collocati in periferia: il mattatoio, l'ospedale civile, ed il cimitero. Le espansioni recenti portano ad una saturazione dello spazio edificabile, con la città che si accresce in tutte le direzioni, fino ad inglobare i servizi posti un tempo in periferia ed a sconfinare nel territorio agricolo con la creazione di un edificato urbano diffuso ai margini est ed ovest della città.

La lettura della città con i codici dettati dalle linee guida del PPR evidenzia una grande presenza di aree speciali dovute alla concentrazione di servizi legati al capoluogo di provincia che sono ancora più evidenti date le modeste dimensioni del centro urbano.

Il sistema delle infrastrutture comprende i nodi dei trasporti, la rete della viabilità, i cicli delle acque e dei rifiuti, il ciclo dell'energia e i bacini artificiali. I nodi dei trasporti del Comune di Oristano comprendono la

stazione ferroviaria, ubicata al margine est della città, la stazione degli autobus ubicata nel centro matrice, sulla direttrice di Via Cagliari, il porticciolo turistico ubicato al confine con il Comune di Cabras nella frazione di Torregrande, l'aeroporto di Fenusu, ubicato a est della città e relegato a ruolo di aeroporto di importanza regionale.



Figura 5-11 Foto aerea della Città di Oristano

Unità di paesaggio del sistema agrario

Un territorio a matrice prevalentemente agricola quella compresa tra il Golfo di Oristano e quello di Cagliari. Presenza di colture diversificate, rappresentative, ed elemento centrale nella definizione della qualità ambientale del territorio, permettono condizioni tali da consentire anche il mantenimento di un habitat favorevole alla sopravvivenza della fauna (parte interna Sinis, Campidano di Oristano).



Figura 5-12 Seminativi irrigui Oristano

Unità di paesaggio del sistema naturale

L'area è caratterizzata da quattro principali unità fisiografiche, individuabili nelle:

- Zone umide, che caratterizzano quasi integralmente la zona occidentale;
- I sistemi di spiaggia e di costa alta, che si ritrovano da nord a sud dell'ambito;
- Espandimenti vulcanici del Monte Arci e più a sud in quelli di Capo Frasca;
- Piana alluvionale del Campidano settentrionale.

Il Golfo di Oristano, grande insenatura dalla forma ovale compresa tra le due piattaforme basaltiche di Capo S. Marco e di Capo Frasca, è caratterizzato da una costa prevalentemente bassa e sabbiosa, con l'eccezione dei due promontori rocciosi, che chiudono il Golfo a Nord e a Sud.

La continuità del cordone litoraneo è interrotta dalla presenza di diverse foci fluviali, in gran parte canalizzate, del Fiume Tirso, del Rio Mogoro e del Rio Flumini Mannu, che si alternano ai numerosi canali lagunari attraverso cui le acque marine del golfo si connettono con i sistemi umidi di Mistras, di Cabras, di Santa Giusta, di S'Ena Arrubia, di Corru Mannu, di Corru S'Ittiri, di San Giovanni-Marceddi e sistemi minori. L'ambiente delle dune litorali, complesso ecologico caratteristico, nel quale è presente una flora ed una vegetazione assai specializzata. Difatti quello delle sabbie è un ambiente selettivo data l'azione di diversi fattori, i quali selezionano forme biologiche specializzate

C'è da evidenziare come l'insediamento urbano si vada poi ad intersecare con presenze di rilevante valore ambientale presente ai margini della città quali i Siti appartenenti alla Rete Natura 2000 dello stagno di Santa Giusta e Pauli Maiori.



Figura 5-13 Stagno di santa giusta

5.1.4.2 Gli aspetti percettivi prevalenti

Lo studio della modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo si sviluppa a valle dello studio dei caratteri del paesaggio, finalizzato a stabilire le aree per le quali il rischio di avvertire la presenza delle opere si manifesta critico ed è propedeutico all'eventuale formulazione degli interventi di accompagnamento alla trasformazione per diluirne la presenza nel contesto paesaggistico percepito.

L'impianto metodologico si articola nelle seguenti tre fasi:

- Individuazione del bacino di visualità
 Tale prima fase consta nell'individuare il bacino di visualità geometrico ovvero l'offset a 300 metri dalla linea dell'infrastruttura. Esso corrisponde alla distanza massima tale per cui l'opera in analisi, a prescindere dalla sua altezza, è percepibile come rilevante alla visione in quanto a distanze superiori, in contesti urbani quali quelli analizzati si ha che il rapporto tra figura e sfondo viene a complicarsi e a sbilanciarsi in favore degli oggetti di primo piano: tutto ciò non permette più una visione chiara dell'opera che si diluisce percettivamente nel contesto.

- Individuazione degli ambiti di fruizione visiva potenziali all'interno del bacino percettivo

Gli ambiti di fruizione visiva potenziali sono stati assunti come quelle porzioni del territorio al cui interno è collocata l'area di intervento, che costituiscono l'insieme dei punti dai quali detta area risulta teoricamente percepibile, prescindendo con ciò dai condizionamenti determinati dagli elementi di matrice naturale ed antropica presenti.

L'identificazione degli elementi territoriali rispondenti a tale definizione comporta lo svolgimento di un'attività di analisi del territorio a ciò specificatamente finalizzata, che è stata condotta mediante un processo di loro progressiva selezione e classificazione.

Per quanto attiene all'articolazione del processo di identificazione degli ambiti di fruizione visiva potenziale, tale processo è stato sviluppato attraverso la selezione degli elementi del territorio in funzione del criterio di accessibilità. In ragione di tale criterio ed in armonia con quanto disposto dall'allegato al DPCM 12.12.2005, sono stati selezionati gli elementi territoriali rispondenti al requisito della «normale accessibilità», operazione questa che ha portato all'individuazione di un primo insieme costituito dalla rete viaria presente all'interno dell'area di studio.

- Individuazione degli assi di fruizione visiva prioritari

Gli assi di fruizione visiva prioritari sono stati assunti come quelle viabilità dalle quali l'area di intervento risulta realmente percepibile.

La loro identificazione discende da un'attività di selezione degli ambiti di fruizione visiva potenziale, condotta sulla base delle condizioni di visibilità determinate dalle quinte visive dei punti di osservazione e dalle loro caratteristiche altimetriche. In tal senso, il criterio di selezione degli assi di fruizione effettiva è stato individuato nella correlazione definita tra la natura e consistenza delle quinte visive, e la posizione altimetrica dei punti di osservazione, da un lato, e le tipologie di condizioni di visibilità a queste associate, dall'altro.

Le tipologie di condizioni di visibilità assunte sono state le seguenti:

- Visuale diretta (fino a 300 m dall'opera)

L'area di intervento è effettivamente visibile nella sua interezza o per sua buona parte.

- Visuale diretta in campo largo (oltre i 300 m dall'opera)

L'area di intervento è visibile, ma le condizioni di intelligibilità dell'area di intervento sono tali da non consentire di apprezzarne le modifiche operate dalle opere in progetto.

- Visuale filtrata o parziale

La vista dell'area di intervento risulta frammentata o non consente la percezione di sue parti atti ad identificarla come tale.

- Visuale interdotta

L'area di intervento non risulta percepibile in alcun modo.

La verifica delle condizioni di visibilità lungo gli assi di fruizione visiva prioritari è stata effettuata secondo il metodo della sequenza visuale.

Il metodo della "sequenza visuale" o "Serial Visions", sperimentato da Gordon Cullen in "Townscape", consiste nel documentare l'esperienza visiva fruibile lungo un percorso definito, mediante le visuali tratte da "stazioni" ritenute principali, in quanto rappresentative di tale esperienza.

La declinazione di tale metodica rispetto al caso in specie ha riguardato la scelta della localizzazione dei punti osservazione (ossia le "stazioni" secondo la metodica di Cullen) e quella del fulcro visivo delle visuali ritratte. La localizzazione di tali punti è stata scelta identificando lungo il tratto esaminato quella sua porzione che fosse maggiormente rappresentativa della consistenza delle quinte visive e delle condizioni di visibilità ad esse associate. Relativamente alla scelta del fulcro visivo, questo è stato identificato sempre nell'area di intervento.

Entrando nel merito del caso in specie che riguarda l'elettificazione della tratta Cagliari-Oristano della linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci si inserisce in contesti connotati dai caratteri urbani veri e propri che si alternano ad estese aree ad uso agricolo e ad aree a valenza naturali.

Di conseguenza, per tale struttura paesaggistica avente caratteristiche distinte, che da un punto di vista percettivo offre differenti tipologie di visibilità in ordine alle connotazioni che prevalgono di un determinato ambito territoriale, sono stati individuati tre macro ambiti:

1. Golfo di Cagliari
2. Pianura Campidana
3. Golfo di Oristano Ambito del Golfo di Cagliari

Ambito del Golfo di Cagliari

Nel territorio cagliaritano, l'estensione della città ha alterato e obliterato gran parte delle forme originarie del paesaggio e dei processi naturali, anche se è ancora possibile riconoscere i tratti salienti delle forme del rilievo che hanno guidato l'espansione urbana dalle origini fino ad oggi. Tipologicamente si riconoscono paesaggi storici di diversa epoca: la presenza di insediamenti di età nuragica i quali configurano ampi

spazi di respiro aperti all'interno stesso del centro urbano; il sistema insediativo medievale che si connota in un tessuto viario che sfrutta al massimo la ridotta superficie su cui si estende, configurando visuali lunghe e strette; le aree delle grandi infrastrutture (porto ed aeroporto) dove si aprono visuali lungo la costa Cagliaritana.



Figura 5-14 Cagliari, Via Foce

Ambito della Pianura Campidana

Il Campidano è la grande pianura della Sardegna sud-occidentale compresa tra il golfo di Cagliari e quello di Oristano, ha una lunghezza di circa cento chilometri e presenta la massima altitudine di settanta metri sul mare. La principale risorsa è l'agricoltura e si coltivano specialmente grano, viti, olivi, frutta e agrumi. Nonostante i grandi centri urbani non sembra abbiano ancora intaccato i paesaggi tipici di questo territorio tipologicamente si riconoscono paesaggi storici di diversa epoca.

I paesi del Campidano non nascono come centri di servizi per la campagna circostante, quanto invece come aggregati di case rurali dove ad ognuna corrispondeva grosso modo un'azienda agricola basata sulla combinazione di colture da condursi su terreni diversi. Il profilo di insieme di questi "villaggi" si inseriva quasi senza rilievo nella pianura aperta; solo lo svettare di campanili o l'elevarsi di qualche antica chiesa interrompeva il prevalere delle linee orizzontali. La periferia si presenta spesso improvvisa, anche in assenza di alberi. Successivamente il tessuto urbano si è andato a consolidare dando opportunità di sviluppo alle aree periferiche dove troviamo un tessuto maggiormente vocato alle attività produttivo artigianale/commerciale.

La tipologia di paesaggio presente in questa area permette vedute generalmente profonde fino a notevoli distanze; in tale contesto, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza da edifici e da raggruppamenti arboreo arbustivi.



Figura 5-15 San Gavino Monreale, Viale Trieste in fondo si percepisce il complesso montuoso del Linas



Figura 5-16 Villasor, SS 196

Ambito del Golfo di Oristano

Questo ambito territoriale è strettamente legato all'integrazione fra la struttura insediativa e quella ambientale. In particolare, la struttura ambientale si fonda sul sistema delle zone umide costiere che si estendono dal centro del Golfo di Oristano alla penisola del Sinis, fino a comprendere il compendio sabbioso di Is Arenas.

Il paesaggio urbano viene in primo luogo percepito attraverso vedute limitate e chiuse. Le uniche fughe prospettiche verso viste più lontane si hanno uscendo dal centro storico. Lungo le direttrici di quest'ultimo la città racconta la sua storia edilizia con le sue espansioni avvenute nel corso della storia. Tipologicamente si riconoscono paesaggi storici diversi: quelli derivanti dal centro di prima ed antica formazione (anno 1.070 ca); il periodo in cui divenne la capitale del giudicato di Arborea e fu città fiorente tra 13° e 15° secolo ed i segni della resistenza sarda contro gli Aragonesi sino alla sconfitta di Macomer (1478), per giungere poi alla città moderna di espansione industriale e lo sviluppo infrastrutturale dei grandi servizi metropolitani.



Figura 5-17 Oristano Via Giuseppe Mazzini, visuali chiuse

Il distacco tra centro urbano - periferia e zone agricole avviene di netto. I perimetri sono ben definiti e si percepisce sin da subito il paesaggio agrario che occupa una preponderante estensione. Si rilevano grandi superfici coltivate a seminativi e la presenza della filiera agroindustriale della bovinicoltura da latte, favorita dalle rilevanti estensioni irrigue lungo l'asse del Tirso e nella piana di Terralba e Arborea.



Figura 5-18 Aree agricole fuori il nucleo urbano di Oristano

Gli ambienti lagunari e stagnali che si sviluppano lungo la fascia costiera compresa tra Capo Mannu e Capo Frasca (Is Benas, Mistras, Cabras, Santa Giusta, Pauli Maiori, S'Ena Arrubia, Corru s'Ittiri e Corru Mannu San Giovanni e Marceddi), costituiscono un naturale sistema di espansione idraulica dei corsi d'acqua di elevata rilevanza paesaggistica ed ecologica,

La struttura dell'insediamento costiero presenta situazioni ibride, stagionali e permanenti, intorno ai principali centri: Oristano (borgata marina di Torre Grande), Arborea (Colonie Marine), Cabras (località marine di San Giovanni di Sinis e Funtana Meiga), San Vero Milis (S'Arena Scoada, Putzu Idu, Mandriola, Su Pallosu, Sa Rocca Tunda), Terralba (villaggio di pescatori di Marceddi).



Figura 5-19 Sp 56 – Stagno di Santa Giusta

La tipologia di paesaggio presente in questa area permette vedute generalmente profonde fino a notevoli distanze; in tale contesto, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante. Solitamente edifici rurali sparsi e raggruppamenti arboreo arbustivi soprattutto lungo le rive degli specchi d'acqua.

5.2 Sistema biotico

5.2.1 Biodiversità

5.2.1.1 Inquadramento bioclimatico ed aspetti vegetazionali

L'area oggetto di studio si trova nella porzione sud-occidentale della Regione Sardegna, che si estende tra il Golfo di Cagliari e quello di Oristano, comprendendo il territorio della piana Campidanese.

Tale vasto territorio può essere articolato in due distinte porzioni di territorio:

- La porzione di territorio caratterizzata dalla presenza delle zone umide, associate alla presenza di grandi laghetti retrodunali e pantani, residui delle azioni di bonifica attuate sul territorio e attualmente rilevabili nella zona nord e sud dell'area, nei pressi dei centri urbani di Cagliari e di Oristano;
- La porzione territoriale della piana Campidanese, ovvero la parte più estesa dell'area di studio, attraversata da corsi d'acqua naturali (Flùmini mannu) e artificiali, e fortemente antropizzata, con alternanza tra centri urbani e sistemi agricoli.

Al fine di inquadrare le comunità vegetali del territorio e in particolare la vegetazione potenziale è importante identificare la regione climatica di appartenenza dell'area di studio, in modo da definire le condizioni termiche e pluviometriche, che incidono in modo diretto sull'assetto vegetazionale di un dato territorio.

Nonostante la grande dimensione dell'area di studio, la conformazione del territorio fornisce caratteristiche bioclimatiche comuni su tutta la sua estensione e come si può notare dalla carta delle Ecoregioni di Italia "Terrestrial Ecoregions of Italy" (Blasi et al., 2018, su larga scala, si evince che l'ecoregione dominante è quella della Sezione Sardegna, sottosezione Sardegna Sud-Ovest (2B4a), caratterizzata da un clima Mediterraneo oceanico con variante secca nella piana Campidanese Nord-Ovest tipicamente caratterizzato dalla presenza di aridità estiva, una concentrazione delle precipitazioni nel periodo autunnale-invernale e da una differenza poco pronunciata tra temperature estive e invernali (cfr. Figura 5-20).

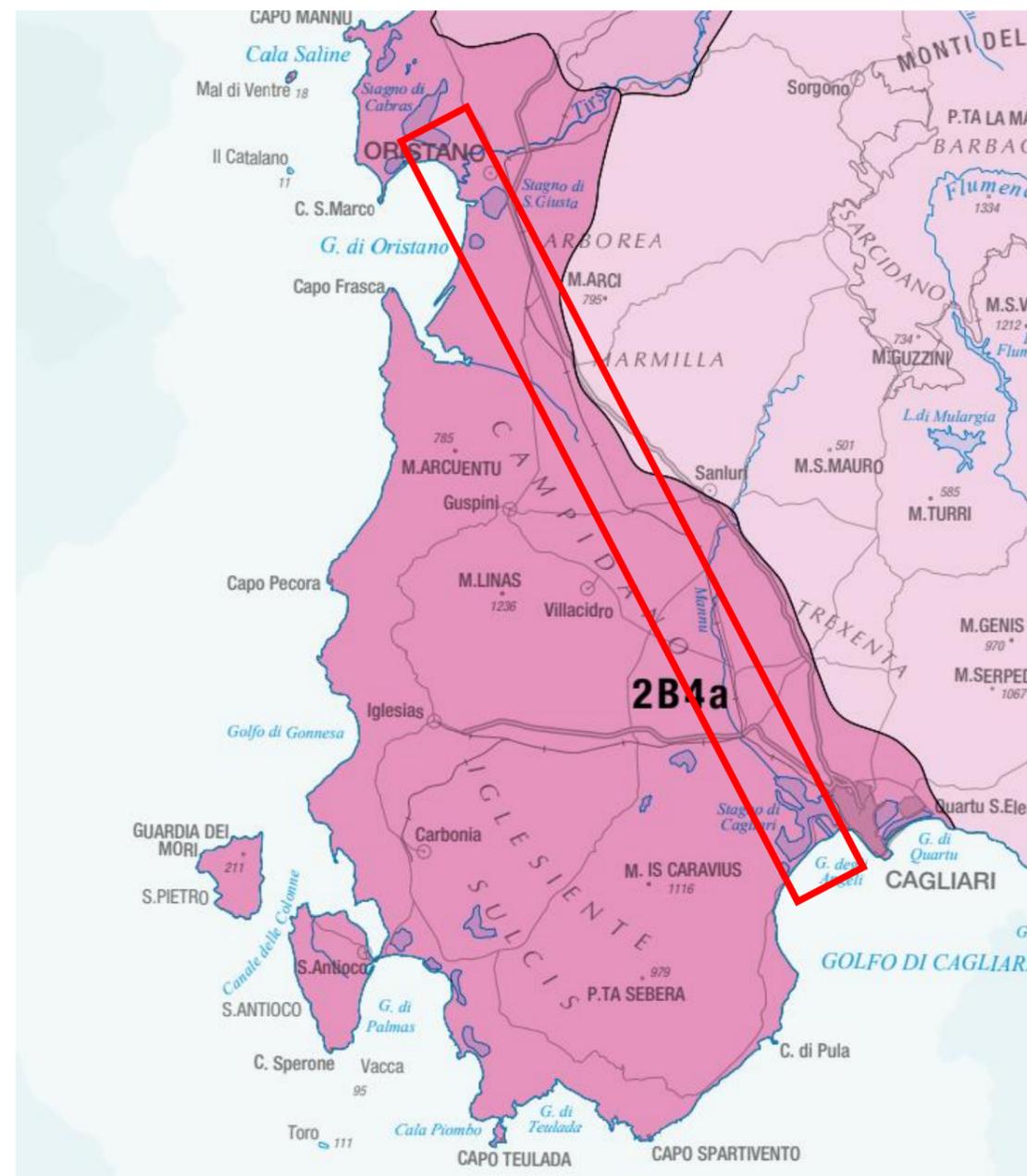


Figura 5-20 Stralcio della Carta "Terrestrial Ecoregions of Italy" (Blasi et al. 2018). In rosso l'area d'intervento

La carta bioclimatica della Sardegna (ARPAS 2020, Climatologia della Sardegna) rivela un'area omogenea in termini di Isobioclima, caratterizzata da un termotipo Termomediterraneo superiore, indice ombrotermico secco inferiore e indice di continentalità euoceanico attenuato. Considerando i dati del trentennio 1981-2010 le temperature medie minime si raggiungono nel mese di gennaio e si attestano intorno ai 4-7 °C,

mentre le temperature medie massime si raggiungono nel mese di agosto e raggiungono i 32-35 °C. Per quanto riguarda le precipitazioni, i valori medi minimi si raggiungono nel mese di luglio (1-4,5 mm) e i valori medi massimi si raggiungono nel mese di novembre (67-105 mm). I valori riportati fanno riferimento all'intera piana Campidanese (settore tra Cagliari e Oristano) in quanto non sono state evidenziate differenze significative in temperature e precipitazioni tra un'area e l'altra.

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (Tav. 3 - Carta delle serie di Vegetazione All. 1 Schede descrittive di Distretto- Distretto 20 Campidano e Distretto 15 Sinis – Arborea) identifica la vegetazione potenziale principale dell'area di studio (cfr. Figura 5-21).

La vegetazione potenziale della piana campidanese risulta prevalentemente rappresentata da serie potenziali di formazioni a sclerofille sempreverdi a dominanza di sughera (*Quercus suber*) e di leccio (*Quercus ilex*).

In tale ambito la serie potenziale più diffusa è la serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (rif. serie n. 19: *Galio scabri-Quercetum suberis*). Le fasi evolutive della serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e, per il ripetuto passaggio del fuoco, da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviifolius*, a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e pratelli terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*, derivanti dall'ulteriore degradazione delle formazioni erbacee ed erosione dei suoli.

Altre serie potenziali principali sono da riferirsi a:

Serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (rif. serie n. 21: *Lonicero implexae-Quercetum virgiliana*), si rinviene solamente la subassociazione tipica *quercetosum virgiliana*. La struttura e la fisionomia dello stadio maturo è data da micro-mesoboschi dominati da latifoglie decidue (*Quercus virgiliana*) e secondariamente da sclerofille, con strato fruticoso a medio ricoprimento e strato erbaceo costituito prevalentemente da emicriptofite scapose o cespitose e geofite bulbose. Rispetto agli altri querceti caducifogli della Sardegna sono differenziali di questa associazione le specie della classe *Quercetea ilicis*, quali *Rosa sempervirens*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Ruscus aculeatus*, *Osyris alba*, *Pistacia lentiscus*, *Lonicera implexa* e *Rhamnus alaternus*.

Serie sarda basifila, termomediterranea dell'olivastro (rif. serie n. 10: *Asparago albi-Oleetum sylvestris*), tipicamente edafo-xerofila e confinata al piano fitoclimatico termomediterraneo. Nello stadio maturo è costituita da microboschi climatofili ed edafoxerofili a dominanza di *Olea europaea* var. *sylvestris* e

Pistacia lentiscus, caratterizzati da un corteggio floristico termofilo al quale partecipano *Euphorbia dendroides* e *Asparagus albus*. Nello strato erbaceo sono frequenti *Arisarum vulgare* e *Umbilicus rupestris*. Le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti a dominanza di *Pistacia lentiscus* e *Calicotome villosa*, da garighe delle classi *Cisto- Lavanduletea* e *Rosmarinetea*, da praterie perenni a *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* e *Brachypodium retusum* e da formazioni terofitiche a *Stipa capensis*, a *Trifolium scabrum* o a *Sedum caeruleum* (classe *Tuberarietea guttatae*).

Per quanto riguarda le aree delle zone umide, la vegetazione potenziale è quella relativa al geosigmeto mediterraneo occidentale edafoigrofilo e/o planiziale eutrofico (rif. serie n. 26: *Populenion albae*, *Fraxino angustifoliae- Ulmenion minoris*, *Salicion albae*), il geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo, subalofilo dei tamerici (rif. serie n. 28: *Tamaricion africanae*) e il tipico geosigmeto alofilo sardo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (rif. serie n. 29 *Ruppietea*, *Thero-Suaedetea*, *Saginetea maritima*, *Salicornietea fruticosae*, *Juncetea maritimi*, *Phragmito-Magnocaricetea*) con tipologie vegetazionali disposte secondo gradienti ecologici determinati prevalentemente dai periodi di inondazione e/o sommersione, dalla granulometria del substrato e dalla salinità delle acque.

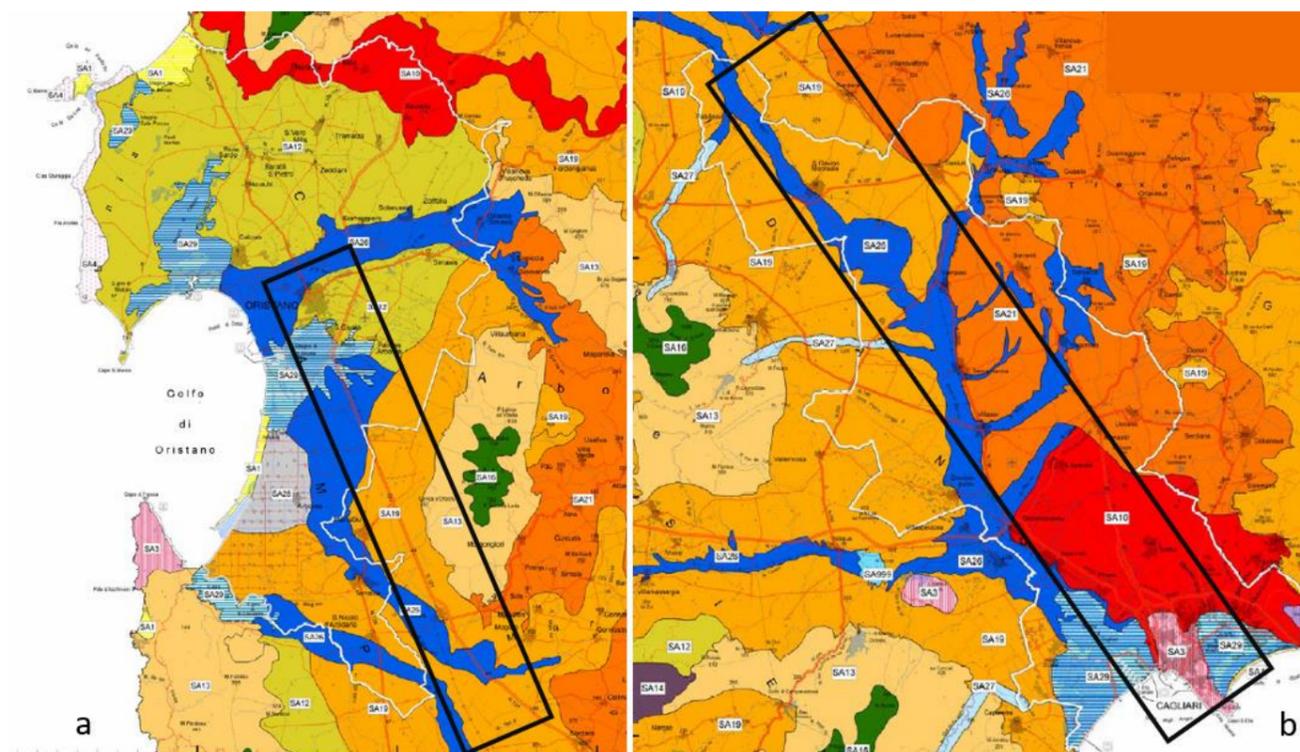


Figura 5-21 Tav 3 - Carta delle serie di Vegetazione All. 1 Schede descrittive di Distretto- (a) Distretto 15 Sinis - Arborea e (b) Distretto 20 Campidano in nero l'ambito di studio

Per lo studio delle formazioni naturali presenti, e in particolare per individuare la vegetazione reale, si è fatto riferimento alle seguenti fonti istituzionali:

- ISPRA, Carta della Natura per la regione Sardegna;
- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Piano Forestale Ambientale Regionale all.1 schede descrittive di distretto 2007;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBG10K (2022);
- Piano di Gestione ZSC_ITB030033_Pauli_Majori 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla ITB040023 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Santa Giusta ITB030037 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"

Le informazioni desunte dalla consultazione delle fonti sono state quindi confrontate con i rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Google Earth aggiornate al 2022-23.

Come risulta dal 'Piano Forestale Ambientale Regionale' (Tav 4 – Uso del suolo All. 1 Schede descrittive di Distretto- Distretto 20 Campidano e Distretto 15 Sinis - Arborea) secondo una visione di area vasta il territorio analizzato si caratterizza da un elevato grado di antropizzazione in cui le componenti più rappresentative sono gli ambiti urbani e le aree agricole utilizzate (cfr. Figura 5-22). Caso a parte riguarda le due grandi zone umide posizionate agli estremi nord e sud dell'area di studio, che costituiscono la principale vegetazione naturale presente nell'area.

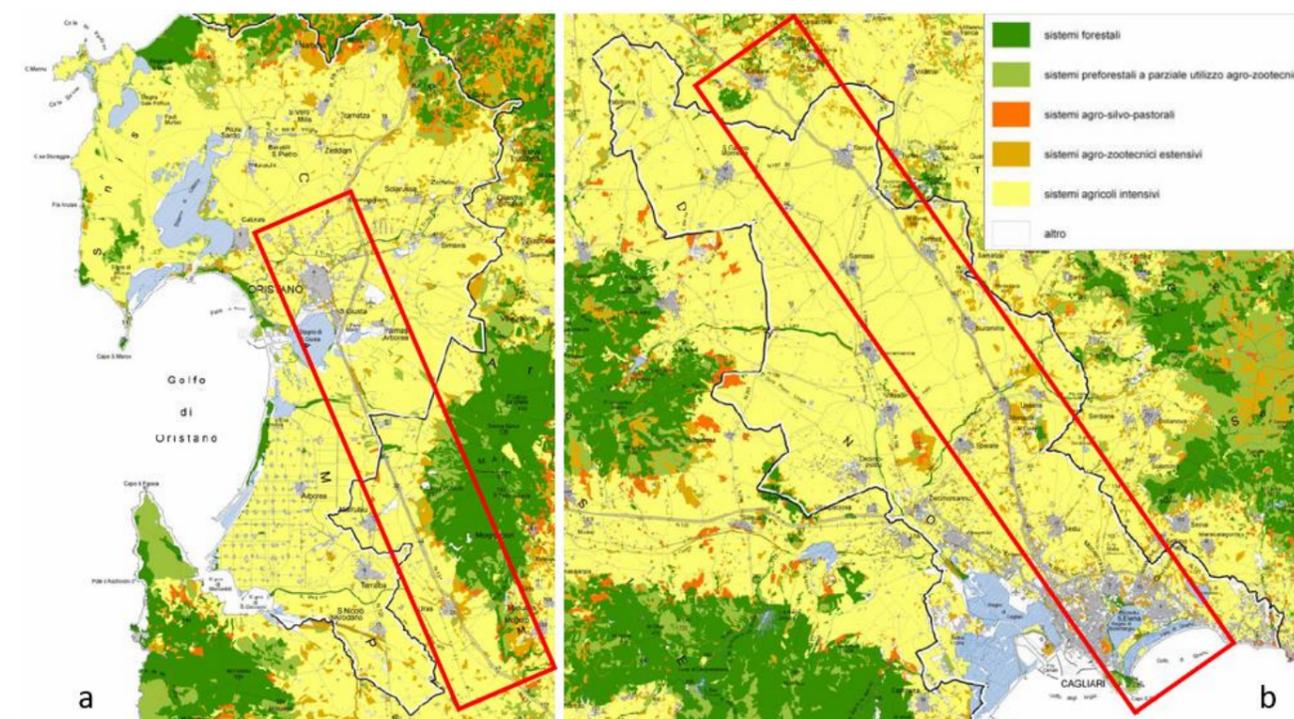


Figura 5-22 Tav 4 - Uso del suolo All. 1 Schede descrittive di Distretto- (a) Distretto 15 Sinis - Arborea e (b) Distretto 20 Campidano

L'area di studio che coinvolge la piana Campidanese è stata, fin dai primi insediamenti umani, oggetto di sfruttamento agricolo a causa della sua naturale fertilità, che ha portato a progressivi disboscamenti e bonifiche, fino ad occupare una porzione di oltre il 70% in sistemi agricoli intensivi e semintensivi e riducendo a meno del 5% i territori forestali. Le cenosi forestali risultano praticamente assenti e confinate nelle aree più marginali e le sole formazioni forestali rilevabili sono costituite prevalentemente da cenosi di

degradazione delle formazioni climaciche e, localmente, da impianti artificiali di specie a rapido accrescimento.

Le due zone umide sono aree residue di ambienti naturali, tutelati dalla Rete Natura 2000, e sono le uniche zone in grado di esprimere una vegetazione naturale, costituita principalmente da vegetazione ad alofite con dominanza di Amaranthaceae (Chenopodiacee) succulente annuali e canneti.

5.2.1.2 Habitat secondo la classificazione *Corine Biotopes*

Al fine di caratterizzare gli habitat presenti nell'ambito di studio, si è preso come riferimento la Carta della Natura sviluppata da scala regionale da ISPRA, relativa alla Regione Sardegna.

Il sistema ecologico scelto come unità ambientale omogenea di riferimento per la Carta della Natura è l'habitat, inteso come zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali, definizione contenuta nella "Direttiva Habitat" della Comunità Europea, (European Communities 1992, European Commission 1996).

All'interno di un'area buffer di 1 km, dall'area di progetto, è possibile individuare varie tipologie di habitat suddivise nelle due tipologie di aree, la piana campidanese e le zone umide.

Per quanto concerne l'area della piana Campidanese troviamo le seguenti tipologie di habitat:

- 82.3 - Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- 82.1 - Seminativi intensivi e continui
- 86.1 - Città, centri abitati
- 83.322 - Piantagioni di eucalipti
- 83.21 - Vigneti
- 89 - Lagune e canali artificiali
- 83.11 - Oliveti
- 53.1 - Vegetazione dei canneti e di specie simili
- 83.15 - Frutteti
- 86.3 - Siti industriali attivi
- 83.16 - Agrumeti
- 24.225 - Greti dei torrenti mediterranei
- 86.6 - Siti archeologici
- 86.41 - Cave
- 32.3 - Garighe e macchie mesomediterranee silicicole

- 85.1 - Grandi parchi
- 34.81 - Prati mediterranei subnitrofilii (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)
- 84.6 - Pascolo alberato in Sardegna (Dehesa)
- 32.211 - Macchia bassa a olivastro e lentisco

Nella piana Campidanese, tra le suddette tipologie di habitat, quello che risulta essere dominante è l'habitat 82.3 - Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi.

Facendo riferimento alla pubblicazione a cura dell'ISPRA "Manuali e linee guida 49/2009", tra le tipologie di habitat ricadenti nell'area di 1 km (buffer) dall'area di progetto, alcuni trovano corrispondenza con habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE):

l'habitat 24.225 - "Greti dei torrenti mediterranei" trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario 3250 - "Fiumi mediterranei a flusso permanente con *Glaucium flavum*"; l'habitat 84.6 - "Pascolo alberato in Sardegna (Dehesa)" trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario 6310 - "Dehesas con *Quercus ssp. sempreverde*".

Per quanto riguarda le zone umide troviamo le seguenti tipologie di habitat:

- 21 - Lagune
- 82.3 - Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- 53.6 - Comunità riparie a canne
- 86.1 - Città, centri abitati
- 15.1 - Vegetazione ad alofite con dominanza di Chenopodiacee succulente annuali
- 15.5 - Vegetazione delle paludi salmastre mediterranee
- 53.1 - Vegetazione dei canneti e di specie simili
- 86.41 - Cave
- 83.31 - Piantagioni di conifere
- 83.15 - Frutteti

Nelle aree umide, tra le suddette tipologie di habitat, quello che risulta essere dominante è l'habitat 21 - relativo alle Lagune.

Facendo riferimento alla pubblicazione a cura dell'ISPRA "Manuali e linee guida 49/2009", tra le tipologie di habitat ricadenti nell'area di 1 km (buffer) dall'area di progetto, alcuni trovano corrispondenza con habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE):

l'habitat 21 - Lagune trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario 1150 Lagune costiere, habitat prioritario; l'habitat 15.1 - Vegetazione ad alofite con dominanza di Chenopodiacee succulente annuali trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario 1310 "Vegetazione annua pioniera a Salicornia e altre specie delle zone fangose e sabbiose" e l'habitat 15.5 - Vegetazione delle paludi salmastre mediterranee trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario 1410 "Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)".

5.2.1.3 Aspetti faunistici

Come già evidenziato per gli aspetti vegetazionali, anche per quanto riguarda gli aspetti faunistici si può fare riferimento all'articolazione dell'area di studio in due porzioni territoriali: la prima relativa alla zona centrale della piana campidanese, una porzione territoriale in larga parte antropizzata, essendo connotata da ampie superfici coltivate e costituita da mosaici di appezzamenti agricoli e da aree urbane, e la seconda relativa alle porzioni territoriali delle zone umide, poste nell'ambito del golfo di Cagliari e di Oristano, dove si riscontra una marcata naturalità del territorio e vegetazione tipica di zone umide.

Nell'area centrale l'antropizzazione così diffusa comporta una semplificazione delle biocenosi, permettendo lo sviluppo di comunità animali principalmente costituite da specie euriecie (ad ampia valenza ecologica), sinantropiche o facilmente adattabili a contesti urbani e agricoli. Caso a parte riguarda le specie in grado di volare come gli uccelli o i pipistrelli, che per naturale capacità dispersiva sono in grado di attraversare l'area come semplice collegamento tra un sito idoneo e un altro.

Rispetto a tale complessiva situazione, la parte del contesto in esame che presenta maggiori caratteristiche di naturalità risulta essere legata alle formazioni prossime agli ambiti ripariali e planiziali che, come specificato nel precedente paragrafo, risultano essere gli ambienti più conservati a livello naturale. Zone a maggiore interesse faunistico risultano sicuramente essere le aree legate alla Rete Natura 2000, le quali possono fungere da bacini di dispersione di specie di particolare interesse conservazionistico e protette dalla comunità europea.

Tra i principali riferimenti utilizzati per l'analisi faunistica effettuata nel presente paragrafo vi sono le informazioni reperibili sul sito web regionale (https://www.sardegnaforeste.it/flora_fauna/fauna) e le seguenti fonti:

- Piano di Gestione ZPS_Stagno di Pauli Majori ITB034005
- Piano di Gestione ZSC_ITB030033_Pauli_Majori

- Piano di Gestione ZSC Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla ITB040023
- Piano di Gestione ZPS Stagno di Cagliari ITB044003
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Santa Giusta ITB030037
- Formulare Rete Natura 2000
- Pipistrelli in Sardegna. Conoscere e tutelare i mammiferi volanti
- Carta Vocazioni Faunistiche - Studio e censimento relativo ai cormorani e alla avifauna migratoria nelle zone umide
- Carta Vocazioni Faunistiche - Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio 2012
- Carta Vocazioni Faunistiche - Studio relativo agli ungulati 2012
- Carta Vocazioni Faunistiche - Studio relativo alla fauna stanziale

Per quanto concerne la zona della pianura campidanese, come prima riportato fortemente antropizzata, la composizione faunistica è principalmente relativa a specie ad ampia valenza ecologica, con poche specie di particolare interesse conservazionistico:

Considerando l'erpetofauna, tra gli **anfibi** la sola specie presente è la raganella sarda (*Hyla sarda*), una specie legata ad ambienti umidi come pozze o torrenti e facilmente adattabile ad ambienti antropizzati, mentre per i **rettili** le specie presenti risultano essere solo quelle con più alta capacità di adattamento, tendenzialmente ubiquitarie sul territorio e spesso sinantropiche, ritroviamo quindi alcune specie di lacertidi come la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta*), il gecko comune (*Tarentola mauritanica*), il gecko verrucoso (*Hemidactylus turcicus*), il gongilo (*Chalcides ocellatus*) e la luscengola (*Chalcides chalcides*), alcuni ofidi sinantropici, come il biacco (*Hierophis viridiflavus*), e il colubro ferro di cavallo (*Hemorrhois hippocrepis*) e considerata la presenza di piccole zone planiziali e ripariali, la natrice viperina (*Natrix maura*).

Per quanto concerne i **mammiferi**, considerando le caratteristiche dell'area di studio si considera la presenza delle sole specie di ampia valenza ecologica. Principalmente si riportano roditori come il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), il topo comune (*Mus musculus*) e il ratto nero (*Rattus rattus*), topiragno, come la crocidura rossiccia sarda (*Crocidura russula ichnusae*) e il mustiolo (*Suncus etruscus*), lagomorfi come il coniglio selvatico europeo (*Oryctolagus cuniculus*) e la lepre sarda (*Lepus capensis*)

mediterraneus) e il riccio (*Erinaceus europaeus*). Tra gli ungulati possiamo annoverare la presenza del cinghiale, ormai ubiquitario e che in Sardegna è presente con la sottospecie sarda (*Sus scrofa meridionalis*) più piccola della sottospecie continentale. La presenza di prede attrae anche predatori generalisti, come la donnola (*Mustela nivalis*), la volpe sarda (*Vulpes vulpes ichnusae*), ben adattati alla vita in ambiente antropico.

Inoltre, la presenza degli spazi aperti intervallati a piccoli nuclei di macchia, di gariga e di vegetazione arborea, localizzati in prossimità di zone antropizzate, rende il territorio potenzialmente frequentato da alcune specie di chiroteri, quali: il miniottero (*Miniopterus schreibersii*), specie ampiamente diffusa in tutta la Sardegna, in qualsiasi ambiente, in pianura e nei centri abitati, dal mare alla montagna, sino a 1000 m di quota; il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), la specie più ampiamente diffusa in Sardegna, che è presente in qualsiasi ambiente, dalle aree boschive ai centri urbani, dal livello del mare alle zone più interne di montagna, sino a 1200 m di altitudine; il pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), frequenta tipologie ambientali molto varie come le zone alberate, spazi aperti, ambiti urbani, in prossimità di specchi d'acqua e non.

La classe degli **uccelli** risulta la più numerosa. Le ampie superfici erbacee della pianura campidanese favoriscono alcune specie di passeriformi, quali ad esempio il cardellino (*Carduelis carduelis*), lo staccino (*Saxicola rubetra*) e il saltimpalo (*Saxicola torquatus*), ma possono essere frequentate anche da uccelli predatori quali ad esempio la poiana (*Buteo buteo*), il gheppio (*Falco tinnunculus*) e la civetta (*Athene noctua*) e non mancano sicuramente specie altamente sinantropiche come il merlo (*Turdus merula*), la cornacchia grigia (*Corvus cornix*), la passera sarda (*Passer hispaniolensis*), lo storno (*Sturnus vulgaris*) e il gabbiano reale zampegialle (*Larus michahellis*), in grado di colonizzare anche i centri urbani. Di interesse conservazionistico e con popolazioni fortemente in declino è da annoverare la gallina prataiola (*Tetrax tetrax*) che frequentano grandi praterie naturali, sempre più rara nel contesto di studio. Anche la pernice sarda (*Alectoris barbara*), frequenta le grandi praterie naturali e risulta presente nella piana Campidanese, con popolazioni in incremento, grazie ai piani di conservazione.

Per quanto concerne la composizione faunistica all'interno delle zone umide agli estremi dell'area di studio, si riporta di seguito una descrizione della fauna potenziale presente nel territorio, evidenziando le specie di particolare interesse in quanto endemiche del territorio o protette a livello comunitario.

Gli **anfibi** sono animali legati ad ambienti umidi e all'acqua per almeno una fase del loro ciclo vitale. La Sardegna presenta molte specie endemiche e sub-endemiche, tra le quali si possono annoverare:

La raganella sarda (*Hyla sarda*), distribuita in Corsica, Sardegna e sulle isole Elba e Capraia, presente in genere dal livello del mare fino a circa 800 m slm. Specie molto legata all'acqua, vive in vicinanza di pozze e torrenti in genere in aree boscate, ma anche in giardini in prossimità dell'acqua. Si riproduce in sorgenti, stagni, cisterne ed altri piccoli corpi d'acqua, nonostante passi gran parte del tempo sulla vegetazione o nascosta nelle spaccature delle rocce in giornate particolarmente calde.

Il discoglossino sardo (*Discoglossus sardus*), presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/cee, è distribuito in Sardegna e nell'Arcipelago Toscano la specie utilizza una ampia varietà di habitat acquatici e terrestri incluse acque lentiche in aree aperte, boscate o a macchia fino ai 1750m s.l.m., restando quasi sempre in prossimità dell'acqua, spesso nascosto sotto pietre ed altri rifugi durante il giorno.

Il rospo smeraldino (*Bufo balearicus*), specie endemica del sistema Italo-Corsico. Si tratta di una specie termofila e eurialina. Predilige zone costiere e spesso legate a laghetti salmastri, ma lo si può trovare fino ai 1200 m di altitudine. frequenta sia gli ambienti umidi che quelli agricoli e la macchia mediterranea, ove vi siano pozze e acquitrini o corsi d'acqua.

Per quanto riguarda i **rettili** a macroscale nell'area di studio sono presenti molte specie con ecologia differente. In particolare, tra i serpenti, sono presenti il colubro ferro di cavallo (*Hemorrhois hippocrepis*) e il biacco (*Hierophis viridiflavus*), entrambe specie ad ampia valenza ecologica e sinantropiche e la natrice viperina (*Natrix maura*) anch'essa specie ad ampia valenza ecologica, ma legata ad ambienti acquatici. Tra i lacertidi si trovano un gran numero di specie, ma nessuna di interesse comunitario (Allegato II direttiva Habitat 92/43/cee): la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta*), il gecko comune (*Tarentola mauritanica*), il gecko verrucoso (*Hemidactylus turcicus*), il gongilo (*Chalcides ocellatus*) e la luscengola (*Chalcides chalcides*), tutte specie ad ampia valenza ecologica e con grandi capacità di adattamento ad ambienti agricoli e antropizzati. Di particolare interesse sono invece le testuggini, tutte inserite nell'Allegato II direttiva Habitat 92/43/cee ed in particolare nell'area si ritrovano la Testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*), legata ad ambienti acquatici e palustri, la Testuggine greca (*Testudo graeca*) e la Testuggine di Hermann (*Testudo hermannii*), legate ad ambienti mediterranei. Da notare anche la presenza nelle zone costiere e subcostiere, della testuggine marginata (*Testudo marginata*) e del tarantolino (*Euleptes europaea*), quest'ultimo frequente lungo le coste rocciose ed entrambi presenti nell'Allegato II della direttiva Habitat 92/43/cee.

I formulari dei siti Natura 2000 non identificano **mammiferi** di particolare interesse comunitario. Le specie presenti sono sicuramente quelle con ampia valenza ecologica e che si ritrovano anche nelle aree circostanti e descritte precedentemente per la zona della pianura campidanese.

La classe degli **uccelli** è, tra i vertebrati, quella più ricca in specie nell'area, e annovera diverse specie tutelate. L'alto numero di specie è principalmente associato alla presenza delle ZPS, e annovera molte specie legate ad ambienti umidi e limicoli.

Le numerose specie dell'avifauna annoverano molte specie di interesse conservazionistico, quali ad esempio il martin pescatore (*Alcedo atthis*), la garzetta (*Egretta garzetta*), l'avocetta (*Recurvirostra avocetta*), il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), il fenicottero rosa (*Phoenicopterus roseus*) e l'airone rosso (*Ardea purpurea*). Vi sono poi molte specie legate agli ambienti umidi non sottoposte a tutela quali ad esempio il germano reale (*Anas platyrhynchos*), la folaga (*Fulica atra*) e la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), con ecologia più ampia e più facilmente adattabili a condizioni sinantropiche.

La presenza di zone a macchia e di nuclei boscati, principalmente all'interno e nelle strette vicinanze delle aree protette, forniscono possibili siti di rifugio, nidificazione e alimentazione per specie ornitiche quali ad esempio l'occhiocotto (*Sylvia melanocephala*) e il fringuello (*Fringilla coelebs*).

L'unico **invertebrato** di interesse comunitario riportato dai formulari è la Lindenia (*Lindenia tetraphylla*) una libellula appartenente al sottordine degli Anisotteri e alla famiglia dei Gomphidae, di grandi dimensioni e con periodo di volo tra maggio e agosto. È legata principalmente ad acque lentiche come laghi e stagni con folti canneti.

Nel paragrafo successivo saranno approfonditi gli aspetti della componente faunistica all'interno dei siti Natura 2000, con particolare riferimento alle specie ornitiche considerate prioritarie (Allegato I della Direttiva uccelli 2009/147/CE).

5.2.1.4 Aree di interesse ambientale e Reti ecologiche

Nell'ambito del presente paragrafo sono affrontate le aree di interesse ambientale, intendendo con tale termine l'insieme di aree la cui importanza sotto il profilo naturalistico sia stata riconosciuta dalla loro inclusione all'interno dell'Elenco ufficiale delle aree naturali protette e/o dalla loro designazione quali aree della Rete Natura 2000.

Per quanto riguarda le aree di interesse ambientale, stante la definizione operata, le fonti conoscitive ai quali si è fatto riferimento ai fini della loro individuazione sono state:

- 6° aggiornamento, approvato con Delibera della Conferenza Stato-Regioni del 17 dicembre 2009 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31.05.2010;
- Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it>);
- Geoportale della Regione Sardegna;
- Formulari Standard dei siti Natura 2000;
- "Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE" consultabile sul sito web <http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp>.

Per quanto concerne le aree naturali protette, nessuna area appartenente all'Elenco ufficiale delle aree naturali protette (L 394/91) risulta entro una fascia di 2500 m dal tratto ferroviario oggetto di elettrificazione. L'area più prossima, infatti, può considerarsi il Parco Naturale Regionale Molentargius – Saline (EUAP0833), sito a sud-est del tracciato ferroviario ad una distanza di circa 3,2 km.

Con riferimento al Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali di cui alla LR 31/89, solo 2 aree risultano presenti entro una fascia di 2500 m dal tratto ferroviario oggetto di elettrificazione. Per tali aree si riportano nella tabella seguente i rapporti intercorrenti con le opere in progetto.

Tabella 5-2 Aree naturali protette (LR 31/89) presenti entro i 2,5 km di distanza dall'opera

Nome	Posizione rispetto al progetto
Riserva naturale Santa Gilla	In tangenza con il tratto di linea oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 9+300 circa
Riserva naturale Pauli Maiori	Attraversata dal tratto di linea oggetto di elettrificazione compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa

Tali aree protette sono in breve descritte nel seguito.

Riserva naturale Santa Gilla, istituita con la Legge Regionale 31/1989. La vasta area lagunare e stagnale di S. Gilla, con una superficie di 2940 ha, rappresenta una delle due grandi zone umide, oltre a quella di Molentargius, che caratterizzano la struttura ambientale del territorio su cui sorge e si sviluppa la città di Cagliari. Le caratteristiche della vegetazione sono in relazione soprattutto alle variazioni della salinità delle acque e dei suoli dei terreni circostanti. Nell'area delle vasche delle saline di Macchiareddu, tuttora in attività, si riconosce l'associazione Chaetomorpha-Ruppium, che forma praterie acquatiche in cui sono

presenti angiosperme quali *Ruppia maritima*, *R. cirrhosa*, *Potamogeton pectinatus*, ed alghe tra le quali *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora* sp., *Ulva* sp.

Sui suoli circostanti vegetano specie alofitiche quali *Arthrocnemum fruticosum*, *A. glaucum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia europaea*, *Salsola soda* ed altre (associazioni Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae; Arthrocnemo macrostachy-Halocnemetum strobilacei).

Sulle zone più elevate, cenosi ad *Atriplex halimus* con *Artemisia arborescens* (associazione Atriplici halimi-Artemisietum arborescentis), o con *Suaeda vera* in netta dominanza (associazione Suaedo verae-Atriplicetum halimi). Le acque delle caselle salanti, dalle condizioni pressochè proibitive per la gran parte degli organismi, rappresentano invece l'ambiente ideale per l'alga unicellulare *Dunaliella salina*, le cui colonie conferiscono una colorazione rossa all'acqua, per effetto di un pigmento in essa contenuto. In corrispondenza di acque dolci, come in prossimità degli immissari fluviali, compaiono canneti a *Phragmites australis*; tifeti a *Typha angustifolia* e *T. latifolia*; giuncheti a *Juncus acutus* e *J. subulatus*. Degna di nota la presenza dell'*Halocnemum strobilaceum*, in quanto presente ormai solo a S. Gilla (un tempo decisamente più abbondante) e negli stagni del Sulcis, specie indicatrice di una elevata concentrazione salina del suolo. Al suo interno si trovano i siti Natura 2000 ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" ITB040023 e ZPS "Stagno di Cagliari" ITB044003, affrontati successivamente con un approfondimento sulla fauna e gli habitat prioritari.

Riserva naturale Pauli Maiori, istituita con la Legge Regionale 31/1989. Lo stagno, con una superficie di 200 ha, rappresenta un bacino di acqua dolce facente parte del grande complesso stagnale di Santa Giusta. I terreni che costituiscono il substrato geologico sono rappresentati da sedimenti palustri, alluvioni fluviali di varia granulometria dell'Olocene, e da alluvioni e arenarie eoliche leggermente cementate del Pleistocene.

Le aree periferiche dello stagno di Pauli Maiori sono caratterizzate da vaste zone paludose e da dolci morfologie collinari che costituiscono i residui delle coperture dunari sabbiose riferibili alla regressione tardo pleistocenica. La caratteristica vegetazionale peculiare dello stagno è la vastità del suo canneto, in relazione alla sua superficie (il quale copre infatti circa i 2/3 dello spazio disponibile), pressochè monospecifico a *Phragmites australis*, con inserimenti localizzati a *Typha* sp., nonché *Juncus* sp. e *Tamarix* sp. Per quanto riguarda la vegetazione delle sue acque, tra le macrofite sommerse si rinvencono *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum* sp., nonché alghe del genere *Chara* ed *Enteromorpha*. In corrispondenza degli sbocchi degli immissari e delle insenature si sviluppa una prateria galleggiante ad *Hydrocotyle ranunculoides*. Gli attuali afflussi di acqua salata determinano però un impoverimento delle fitocenosi sommerse tipiche delle acque dolci. In alcune zone, peraltro scarse, in cui

si registrano fenomeni di disseccamento, si sviluppano giuncheti a *Juncus acutus* mentre nella parte occidentale sono presenti praterie terofitiche stagionali, salicornieti, a contatto con arbusteti e suffruticeti alofili ad *Arthrocnemum fruticosum*.

Al loro interno si trovano i siti Natura 2000 ZPS "Stagno di Pauli Maiori" ITB034005 e ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" ITB030033 affrontati successivamente con un approfondimento sulla fauna e gli habitat prioritari.

Per quanto concerne la Rete natura 2000, 5 siti risultano in stato di prossimità e quindi direttamente connesse all'ambito di progetto: in particolare 2 Zone di Protezione Speciale (ZPS) e 3 Zone Speciale di Conservazione (ZSC). Nella tabella sottostante sono riportate tutti i siti Natura 2000 ricadenti in un raggio di 2500 m dal tratto ferroviario con le relative distanze.

Tabella 5-3 Siti Natura 2000 presenti entro i 2,5 km dall'opera in progetto

Codice	Nome	Cat.	Distanza (m)	Posizione rispetto al progetto
ITB030033	Stagno Pauli Maiori di Oristano	ZSC	-	Secante
ITB034005	Stagno Pauli Maiori	ZPS	-	Secante
ITB040023	Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla	ZSC	-	Tangente
ITB044003	Stagno di Cagliari	ZPS	50	Prossimo
ITB030037	Stagno di Santa Giusta	ZSC	330	Esterno

Di seguito si riportano brevi descrizioni dei siti con particolare evidenza sugli habitat prioritari e la fauna principale al loro interno.

ZPS "Stagno di Pauli Maiori" ITB034005 e ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" ITB030033

Il territorio a cui appartengono questi due siti ricade tra i comuni di Santa Giusta e Palmas Arborea, inserendosi nel paesaggio della Sardegna centro-occidentale, nel settore centro settentrionale del Golfo di Oristano. I siti si collocano in posizione Nord Occidentale nella piana del Campidano e sono limitrofi alle acque salmastre dello stagno di Santa Giusta.

Le superfici di tali siti sono in gran parte coincidenti tra loro, con la ZPS (estensione 296 ha) quasi interamente ricompresa nella ZSC (estensione 401 ha), ad esclusione di due piccole porzioni, in gran parte degradate e di scarso rilievo conservazionistico.

Nei siti sono presenti habitat di interesse conservazionistico inseriti nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, tra cui alcuni considerati prioritari (*):

1150* Lagune costiere

1310 Vegetazione annua pioniera di Salicornia e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

1420 Praterie e fruticeti alofiti mediterranei e termo-atlantici (*Sarcocornetea fruticosi*)

3170* Stagni temporanei mediterranei

92D0 Gallerie e forteti ripari meridionali (Nerio-Tamaricetea e *Securinegion tinctoriae*).

Tra questi quelli che ricadono nelle vicinanze (entro 1km di distanza) dell'ambito di progetto sono:

1150* Lagune costiere,

1310 Vegetazione annua pioniera di Salicornia e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

Data la grande estensione dell'area umida e la sua importanza nella conservazione degli uccelli acquatici, sono molte le specie di interesse comunitario presenti all'interno dei due siti elencate nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE come la cicogna nera (*Ciconia nigra*), l'airone rosso (*Ardea purpurea*) e la nitticora (*Nycticorax nycticorax*) e nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE come, per esempio, la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*). All'interno dell'area sono presenti 45 specie di uccelli inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e quindi considerate prioritarie. Di seguito si riporta un elenco delle sole specie ornitiche prioritarie all'interno dell'area:

<i>Acrocephalus melanopogon</i>	<i>Glareola pratincola</i>
<i>Actitis hypoleucos</i>	<i>Grus grus</i>
<i>Alcedo atthis</i>	<i>Himantopus himantopus</i>
<i>Anthus campestris</i>	<i>Ixobrychus minutus</i>
<i>Ardea purpurea</i>	<i>Larus genei</i>
<i>Ardeola ralloides</i>	<i>Larus melanocephalus</i>
<i>Asio flammeus</i>	<i>Limosa lapponica</i>
<i>Aythya nyroca</i>	<i>Lullula arborea</i>
<i>Botaurus stellaris</i>	<i>Luscinia svecica</i>
<i>Burhinus oedicephalus</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>

<i>Calandrella brachydactyla</i>	<i>Pandion haliaetus</i>
<i>Caprimulgus europaeus</i>	<i>Philomachus pugnax</i>
<i>Chlidonias hybrida</i>	<i>Phoenicopterus roseus</i>
<i>Ciconia ciconia</i>	<i>Platalea leucorodia</i>
<i>Ciconia nigra</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>
<i>Circus aeruginosus</i>	<i>Pluvialis apricaria</i>
<i>Circus cyaneus</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>
<i>Circus pygargus</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>
<i>Coracias garrulus</i>	<i>Sterna albifrons</i>
<i>Egretta garzetta</i>	<i>Sterna hirundo</i>
<i>Falco peregrinus</i>	<i>Sterna sandvicensis</i>
<i>Gallinago media</i>	<i>Tringa glareola</i>
<i>Gelochelidon nilotica</i>	

ZSC "Stagno di Santa Giusta" ITB030037

Il sito si trova per la maggior parte nel territorio del Comune di Santa Giusta e per una piccola parte nel Comune di Oristano ed è localizzato nella porzione centro-settentrionale del Golfo di Oristano in una zona agricola intensamente coltivata.

Lo stagno di Santa Giusta è il terzo stagno sardo per estensione, con una superficie di 790 ettari e la profondità varia da poche decine di centimetri a circa 1,20-1,50 metri. Le acque sono in ogni periodo dell'anno salmastre. Lo stagno è stato oggetto di importanti lavori che hanno causato la scomparsa del sistema dunale che lo separavano dal mare.

Il bacino idrografico sotteso allo stagno ha una dimensione di circa 19.752 ha. Al suo interno si trovano i centri urbani di Oristano, Santa Giusta e Palmas Arborea e parte dei territori comunali di Siamanna, Simaxis, Usellus, Villaverde e Villaurbana.

Nel sito sono presenti habitat di interesse conservazionistico inseriti nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, tra cui alcuni considerati prioritari (*):

1150* Lagune costiere

1310 Vegetazione annua pioniera a Salicornia e altre specie delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

1420 Praterie e fruticeti alofiti mediterranei e termoatlantici (*Sarcocornetea fruticosi*)

1510* Steppe salate mediterranee (*Limonietaia*)

92D0 Gallerie e forteti ripari meridionali (*Nerio-Tamaricetea* e *Securinegion tinctoriae*)

Tra questi quelli che ricadono nelle vicinanze (entro 1km di distanza) dell'ambito di progetto sono:

1150* Lagune costiere,

1310 Vegetazione annua pioniera di *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

L'estensione dell'area umida e la vicinanza con altri siti a protezione speciale rendono la comunità ornitica del sito molto varia e molte sono le specie di interesse comunitario presenti all'interno dei due siti presenti nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE, come per esempio il falco di palude (*Circus aeruginosus*) e il falco pescatore (*Pandion haliaetus*), ma anche nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE come il discoglossa sardo (*Siscoglossus sardus*) e la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*).

All'interno dell'area sono presenti 27 specie di uccelli inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e quindi considerate prioritarie. Di seguito si riporta un elenco delle sole specie ornitiche prioritarie all'interno dell'area:

<i>Ardea alba</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>
<i>Ardea purpurea</i>	<i>Pluvialis apricaria</i>
<i>Ardeola ralloides</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>
<i>Aythya nyroca</i>	<i>Sterna hirundo</i>
<i>Chlidonias hybrida</i>	<i>Sternula albifrons</i>
<i>Circus aeruginosus</i>	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
<i>Circus pygargus</i>	<i>Alcedo atthis</i>
<i>Egretta garzetta</i>	<i>Burhinus oedicephalus</i>
<i>Himantopus himantopus</i>	<i>Charadrius alexandrinus</i>
<i>Ixobrychus minutus</i>	<i>Gelochelidon nilotica</i>
<i>Larus genei</i>	<i>Larus audouinii</i>
<i>Luscinia svecica</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>
<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>
<i>Phoenicopus roseus</i>	

ZSC “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla” ITB040023 e ZPS “Stagno di Cagliari” ITB044003

I due siti sono coincidenti, con la ZPS (3756.0 ha) quasi interamente contenuta nella ZSC (5983.0 ha), tranne per una piccola parte ad ovest. Il 6% dei siti riguarda l'area marina. I confini geografici sono definiti per lo più dalla viabilità peristagnale e oggi il sito è interamente inglobato nel sistema urbano di quattro Comuni: Cagliari, Assemini, Capoterra e Elmas.

Il sito comprende l'intera area umida e alcune aree peristagnali dello Stagno di Cagliari. La vasta area lagunare e stagnale è fortemente influenzata dal carico antropico che ne regola il ricambio idrico e ne limita lo sviluppo areale.

La vegetazione dominante è quella dei salicornieti e dei canneti e vi sono rappresentati diversi tipi di habitat, naturali, seminaturali o artificiali, sia terrestri che acquatici, caratterizzati da un'elevata varietà di associazioni vegetali. Tra questi ritroviamo molti habitat di interesse conservazionistico inseriti nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, tra cui alcuni considerati prioritari (*):

1110 Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina

1120 Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*)

1150* Lagune costiere

1210 Vegetazione annua delle linee di deposito marine

1310 Vegetazione annua pioniera di *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

1420 Praterie e fruticeti alofiti mediterranei e termo-atlantici (*Sarcocornetea fruticosi*)

1430 Praterie e fruticeti alonitrofilo (*Pegano-Salsoletea*)

1510* Steppe salate mediterranee (*Limonietalia*)

2110 Dune mobili embrionali

2240 Dune con prati di *Brachypodietalia* e vegetazione annua

92D0 Gallerie e forteti ripari meridionali (*Nerio-Tamaricetea* e *Securinegion tinctoriae*)

Tra questi quelli che ricadono nelle vicinanze (entro 1km di distanza) dell'ambito di progetto sono:

1150* Lagune costiere,

1310 Vegetazione annua pioniera di *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

Per le sue caratteristiche l'area è un sito di sosta e riproduzione di una ricca avifauna di interesse comunitario, con molte specie inserite nell'Allegato della Direttiva 2009/147/CE nell'Allegato II della

Direttiva 92/43/CEE, come la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*) e la testuggine di Hermann (*Testudo hermannii*).

All'interno dell'area sono presenti 55 specie di uccelli inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e quindi considerate prioritarie. Di seguito si riporta un elenco delle sole specie ornitiche prioritarie all'interno dell'area:

<i>Acrocephalus melanopogon</i>	<i>Circus pygargus</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>
<i>Actitis hypoleucos</i>	<i>Egretta garzetta</i>	<i>Pandion haliaetus</i>
<i>Alcedo atthis</i>	<i>Falco columbarius</i>	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>
<i>Alectoris barbara</i>	<i>Falco peregrinus</i>	<i>Philomachus pugnax</i>
<i>Anthus campestris</i>	<i>Ficedula albicollis</i>	<i>Phoenicopus roseus</i>
<i>Ardea alba</i>	<i>Gelochelidon nilotica</i>	<i>Platalea leucorodia</i>
<i>Ardea purpurea</i>	<i>Glareola pratincola</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>
<i>Ardeola ralloides</i>	<i>Grus grus</i>	<i>Pluvialis apricaria</i>
<i>Asio flammeus</i>	<i>Hieraaetus pennatus</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>
<i>Aythya nyroca</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>
<i>Burhinus oedicephalus</i>	<i>Ixobrychus minutus</i>	<i>Sterna albifrons</i>
<i>Calandrella brachydactyla</i>	<i>Lanius collurio</i>	<i>Sterna caspia</i>
<i>Caprimulgus europaeus</i>	<i>Larus audouinii</i>	<i>Sterna hirundo</i>
<i>Charadrius alexandrinus</i>	<i>Larus genei</i>	<i>Sterna sandvicensis</i>
<i>Chlidonias hybrida</i>	<i>Larus melanocephalus</i>	<i>Sylvia sarda</i>
<i>Ciconia ciconia</i>	<i>Larus minutus</i>	<i>Sylvia undata</i>
<i>Ciconia nigra</i>	<i>Limosa lapponica</i>	<i>Tringa glareola</i>
<i>Circus aeruginosus</i>	<i>Luscinia svecica</i>	
<i>Circus cyaneus</i>	<i>Milvus migrans</i>	

Per quanto concerne le reti ecologiche nel contesto sardo, il tema della pianificazione e progettazione della rete ecologica di livello regionale è affrontato in differenti strumenti di pianificazione.

Nello specifico, il Piano Paesaggistico Regionale (approvato nel 2006 per la sola area costiera) rappresenta lo strumento di governo del territorio e persegue diversi obiettivi, tra cui quello di proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità. Dalla consultazione di tale PPR è emerso che esso definisce gli indirizzi attuativi, anche riguardo alla predisposizione della rete ecologica,

che i Comuni e le Provincie (art.4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR) dovranno recepire ed attuare nei loro strumenti di governo del territorio.

Sempre a livello regionale, è stato consultato il Piano Forestale Ambientale Regionale, approvato a settembre 2007, il quale costituisce uno strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna.

Tale strumento definisce la RER come costituita da:

- aree naturali protette istituite ai sensi delle leggi nazionali L. 394/91 e L. 979/82;
- aree naturali protette istituite ai sensi della L.R.31/89;
- dalla Rete Natura 2000.

In ultimo, il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) 2020-2024, previsto dalla legge regionale n. 11/2006 come strumento di programmazione regionale atto a definire le strategie e le politiche che si propone di realizzare nell'arco della legislatura e presentato il 10 marzo 2020, individua tra le iniziative prioritarie da adottare nel corso del periodo di legislatura, la realizzazione della Rete Ecologica Regionale.

In conclusione, all'esito della consultazione del quadro pianificatorio sopra riportato e dei contatti intercorsi con i competenti uffici di Regione Sardegna, è emerso che la più compiuta definizione ed individuazione della Rete ecologica regionale è quella contenuta nel citato Piano Forestale Ambientale Regionale, nel quale la Rete Ecologica Regionale è definita come «costituita dal sistema di aree naturali protette, terrestri e marine, istituite con leggi nazionali e regionali, e dai siti della rete Natura 2000, individuati ai sensi della normativa europea».

Nel caso in specie, nell'ambito del contesto territoriale indagato le zone umide presenti corrispondono a tre aree core. Nello specifico, tali aree sono costituite dai siti Natura 2000 ZPS "Stagno di Pauli Majori" ITB034005 e ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" ITB030033, ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" ITB040023 e ZPS "Stagno di Cagliari" ITB044003 e ZSC "Stagno di Santa Giusta" ITB030037, e dalle Riserve naturali di Santa Gilla e di Pauli Maiori, istituite ai sensi della LR 31/89.

5.3 Sistema abiotico

5.3.1 Suolo ed acque

5.3.1.1 Aspetti geologici

L'area in cui si colloca il tracciato oggetto di elettrificazione è quella del graben campidanese, costituito da una depressione tettonica la cui origine è generalmente riferita all'orogenesi alpina.

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo indagato scaturisce dall'analisi dei risultati conseguiti a seguito della realizzazione delle indagini in sito.

L'intervallo stratigrafico interessato dal progetto corrisponde alla porzione superiore dei depositi alluvionali terrazzati nella zona del Graben del Campidano (Olocene). Da un punto di vista stratigrafico, tenendo conto della inevitabile eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'intera area è possibile distinguere diverse facies, che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, con rapporti stratigrafici fortemente eteropici e conseguenti repentine variazioni e cambi di facies sia in senso orizzontale che verticale.

Le facies individuate sono:

- **Riporto:** Depositi antropici di natura sabbiosa-ghiaiosa che presentano localmente inclusi di varia natura, caratterizzati da eterogeneità degli spessori e delle caratteristiche di consistenza.
- **Facies A – Facies limoso-argillosa:** Limi argillosi ed argille limose di piana inondabile debolmente sabbiosi di colore nocciola. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B.
- **Facies B – Facies ghiaiosa-sabbiosa:** Sabbie fini e medie alternate a ghiaie e sabbie talvolta debolmente limose e/o argillose. Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A.
- **Facies C – Bedrock:** Rappresenta il substrato in posto, che cambia a seconda della posizione geografica del sondaggio. Si rimanda alla stratigrafia di dettaglio per le descrizioni delle varie formazioni individuate.

L'area dove verrà realizzata la SSE di Cagliari risulta, in base ai sondaggi, caratterizzata da uno spessore di circa 4,10 metri di sedimenti appartenenti alla facies B, al disotto della quale si rinvencono unicamente depositi della facies C.

La stratigrafia dell'area della SSE di Decimomannu è caratterizzata da alternanze di depositi ascrivibili alla facies ghiaioso-sabbiosa (facies B) ed alla facies limoso-argillosa (facies A) fino a circa 10 metri dal piano campagna, per poi passare al bedrock (facies C). Una situazione analoga si riscontra nell'area della SSE

di Villasor, dove però l'alternanza delle facies B e C si interrompe a 22 metri circa dal piano campagna, e in quella della SSE di San Gavino, dove il tetto del bedrock si colloca a 18 metri di profondità.

I sondaggi effettuati nell'area della SSE di Marrubiu mostrano un passaggio al bedrock molto più profondo, intorno ai 38 metri, mentre quelli della SSE di Oristano, spinti fino alla profondità di 40 metri, non hanno intercettato il bedrock.

5.3.1.2 Aspetti geomorfologici

La Sardegna mostra il paesaggio tipico del clima mediterraneo, conservando ancora oggi forme relitte, testimoni di un clima che nel corso degli ultimi milioni di anni è mutato considerevolmente, passando da periodi periglaciali a momenti di ambiente tropicale. Le lunghe e complesse vicende geologiche della Sardegna hanno determinato una varietà di paesaggi, legati anche ai diversi tipi litologici, che si manifestano in un insieme di panorami vari e suggestivi.

La sua forma, allungata nel senso della latitudine, fa sì che si possano distinguere e contrapporre quattro fasce costiere, alternativamente parallele fra loro: la costa orientale con il Golfo di Orosei e quella occidentale con il Golfo di Oristano; quella settentrionale con l'ampio golfo dell'Asinara, quella meridionale con l'insenatura del Golfo di Cagliari.

Le montagne della Sardegna non raggiungono quote mai particolarmente elevate, restando comunque sempre inferiori ai 2000 metri; tuttavia essendo gran parte del territorio occupato da rilievi, l'isola risulta comunque prevalentemente montuosa.

Il massiccio del Gennargentu, sito nella parte centro-orientale dell'isola, rappresenta, con i 1834 metri di Punta La Marmora, il rilievo più elevato dell'isola. Il gruppo montuoso, costituito da rocce metamorfiche del Paleozoico, presenta numerose altre vette: il Monte Spada (1595 m), il Bruncu Spina (1829 m) e la Punta Florisa (1822 m). Alle falde di questa struttura, che costituisce la barriera di spartiacque tra i maggiori bacini idrografici sardi, scorrono numerosi e importanti corsi d'acqua: il Flumendosa sul versante meridionale, il Taloro sul versante settentrionale ed il Fiume Mannu su quello occidentale.

Per quanto riguarda nello specifico l'area di progetto, come detto essa si colloca interamente all'interno del graben del Campidano, caratterizzato da una depressione allungata in direzione circa NNO-SSE con il fondo pianeggiante.

5.3.1.3 Aspetti idrogeologici

Presso ciascuna SSE sono state eseguite misure piezometriche finalizzate a ricostruire il modello idrogeologico e a valutare eventuali interferenze. Di seguito si riportano le risultanze delle suddette indagini.

Presso la SSE di Cagliari è emersa la presenza di circolazione idrica sotterranea alla profondità di -2,38 m dal piano campagna, che induce ad escludere interferenze dell'opera in progetto con il sistema acquifero, se non in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi. Una situazione analoga si configura in corrispondenza della SSE di San Gavino, dove la soggiacenza è di 1,75 m.

Presso la SSE di Decimomannu le letture piezometriche hanno restituito una soggiacenza di circa 6,07 m dal piano campagna, permettendo di escludere qualsiasi interferenza con le opere in progetto.

La SSE di Villasor risulta non interferente con il sistema acquifero ospitato all'interno dei depositi ghiaiosi ascrivibili alla Facies C, rinvenuti a partire dalla profondità di -3,40 m da p.c., con livelli piezometrici riscontrati a profondità comprese tra 2,46 m e 3,40 m da p.c. all'interno del piezometro installato. È tuttavia ipotizzabile la formazione all'interno dei depositi più superficiali di circolazione idrica confinata dalla presenza di depositi a bassa permeabilità con regime influenzato dalla stagionalità e relativo andamento pluviometrico.

Non è possibile escludere interferenze tra la SSE di Marrubiu e la falda, riscontrata ad una profondità di 1,37 metri dal piano campagna.

Infine, stanti gli esiti delle misure piezometriche effettuate presso la SSE di Oristano, questa risulta non interferente con il sistema acquifero ospitato all'interno dei depositi ghiaioso-sabbiosi ascrivibili alla Facies B e rinvenuti a partire dalla profondità di -5,00 m da p.c., con livello idrico attestato alla profondità di c.ca - 10,03 m da p.c. all'interno del piezometro installato.

È tuttavia ipotizzabile la formazione all'interno dei depositi più superficiali di circolazione idrica confinata dalla presenza di depositi a bassa permeabilità con regime influenzato dalla stagionalità e relativo andamento pluviometrico.

5.3.1.1 Siti contaminati e potenzialmente contaminati

Fonti conoscitive

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto, si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto. Nel seguente paragrafo si

riassume l'esito del censimento e della verifica dei siti contaminati e potenzialmente contaminati che potrebbero risultare interferenti con le opere.

Il censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati è stato effettuato in base alla consultazione della documentazione bibliografica:

- **S.I.N. Siti di Interesse Nazionale - Stato delle procedure per la bonifica (giugno 2022, MiTE ora MASE)**, contenente la localizzazione di SIN e SIR e la perimetrazione dei SIN;
- Navigatore cartografico del portale Sardegna Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, aggiornato al 2009;
- **Piano regionale di gestione dei rifiuti**, sezione bonifica delle aree inquinate, allegati B (monografie) e C (elenchi), aggiornato a Febbraio 2019.

In aggiunta alla consultazione della documentazione bibliografica è stato eseguito un censimento attivando contatti con la Regione Sardegna – Ufficio Bonifiche Siti Contaminati per ricevere aggiornamenti sulla presenza di siti contaminati. A tal scopo è stata eseguita una richiesta di accesso agli atti in data 18/05/2022 a mezzo pec.

Siti di Interesse Nazionale

Un sito di interesse nazionale (SIN) è un'area contaminata estesa, classificata come pericolosa e quindi da sottoporre ad interventi di bonifica per evitare danni ambientali e sanitari.

Per quanto riguarda i Siti di Interesse Nazionale (SIN) che sono individuati per le caratteristiche del sito, per la qualità e pericolosità degli inquinanti, per l'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali, l'articolo 252 al comma 4 indica che "la procedura di bonifica di cui all'art. 242 dei SIN è attribuita alla competenza del Ministero dell'Ambiente che può avvalersi delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente delle regioni interessate".

Sulla base di quanto riportato nel documento "S.I.N. Siti di Interesse Nazionale - Stato delle procedure per la bonifica (giugno 2021, MiTE ora MASE)", i SIN presenti sul territorio della regione Sardegna sono i seguenti:

- **Aree industriali di Porto Torres (36);**
- **Sulcis – Iglesiente – Guspinese (24)**

Come si vede in *Figura 5-23*, il SIN di Porto Torres non si trova in prossimità delle aree oggetto dello studio e, dunque, non può interferire con le opere in progetto. In merito al SIN del Sulcis – Iglesiente –

Guspinese, come si vede in Figura 5-24, non si riscontrano interferenze con le aree perimetrare ad esso appartenenti. I due siti più vicini sono quello industriale di Macchiareddu e quello minerario della Nuova Mineraria Silius, ubicati rispettivamente a circa 1000 e 700 metri dal tracciato di progetto.

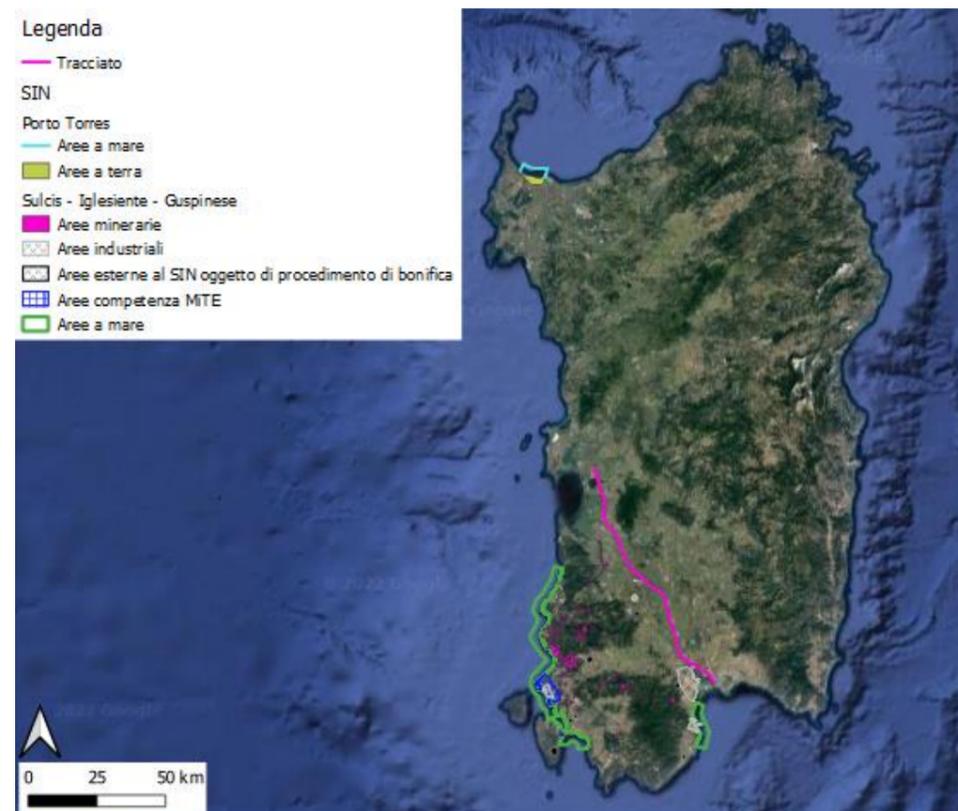


Figura 5-23 Inquadramento dei siti di interesse nazionale (SIN) della regione Sardegna rispetto all'area del progetto (fonte: Webgis della Regione Sardegna)

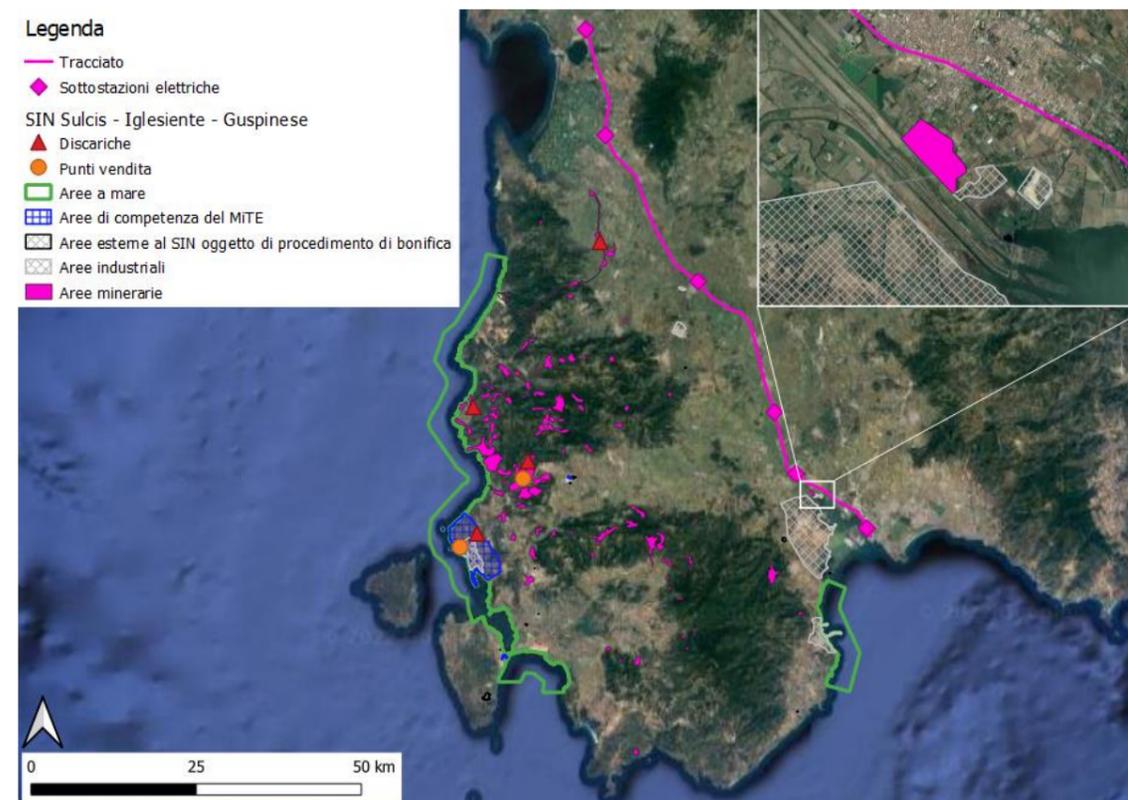


Figura 5-24 Perimetrazione del SIN del Sulcis - Iglesiente – Guspinese (fonte: Webgis della Regione Sardegna)

Siti contaminati e potenzialmente contaminati

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati e/o potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto.

L'elenco dei siti contaminati della Regione Sardegna viene stilato come parte del Piano regionale di gestione dei rifiuti. L'aggiornamento vigente è quello del 19/02/2019.

I dati dell'elenco sono consultabili anche sulla piattaforma webgis del portale Sardegna Ambiente¹⁴, aggiornato al 2009.

L'aggiornamento 2019 non comprende la perimetrazione dei siti, pertanto il censimento dei siti contaminati e potenzialmente contaminati è stato svolto in primo luogo basandosi sulla piattaforma webgis,

¹⁴ <https://portal.sardegناسira.it/cartografico>

I siti perimetrati sulla piattaforma webgis che ricadono entro 1 km dagli assi dei tracciati sono elencati in Tabella 5-4. Laddove è stata riscontrata una corrispondenza con il più aggiornato elenco allegato al Piano Regionale delle Bonifiche (2019) al sito è stato associato anche il codice riportato in quest'ultimo.

Tabella 5-4 Siti presenti nell'anagrafe dei siti contaminati della Regione Sardegna

Codice	Denominazione	Iter	Tipologia contaminazione	Distanza dal progetto (m)
	Areaiglio immobiliare		Sito interessato da sversamento di materiale bituminoso	752
MIN152	Nuova miniera di silus (laveria di assemmini)	MISE		903
IND901	Discarica industriale	Non attivato		723
IND132	Stabilimento ferrerie e acciaierie sarde (ex fas)	Progetto di bonifica approvato	Produzione di ferri tondi per cemento armato	0
IND074	Ex zuccherificio eridania sadam s.p.a.	Progetto di bonifica approvato		0
IND020	Aree limitrofe al polo industriale - area potenzialmente oggetto di contaminazione passiva	Analisi di rischio approvata	Area potenzialmente oggetto di contaminazione passiva	8
	Area fieristica di santa greca polis 26			399
PVC065	Deposito avio	Concluso		723
PVC218	Ex deposito costiero	Piano della caratterizzazione approvato		9
PVC077	PV 6474	Progetto di bonifica approvato		408
PVC085	PV 6545	MISE		395
PVC044	PV 6143	Progetto di bonifica approvato		402
PVC023	PV 6104	Indagini preliminari		374
PVC109	PV 49021	MISP		755
PVC038	EX PV ESSO 6141	Integrazioni alle indagini	Punto vendita carburanti dismesso	349
PVC114	PV 6149	Piano della caratterizzazione approvato		410
PVC002	PV 6135	Progetto di bonifica approvato		613
PVC073	PV 6515	MISE	Punto vendita carburanti	50
PV6106	EX PV 6106	Progetto di bonifica approvato	Punto vendita carburanti dismesso	431
PVC031	EX PV 6116	Progetto di bonifica approvato	Punto vendita carburanti	48

Codice	Denominazione	Iter	Tipologia contaminazione	Distanza dal progetto (m)
			dismesso	
PVC143	PV 6140	Piano della caratterizzazione approvato	Punto vendita carburanti	78
PV51323	PV 51323	Analisi di rischio approvata		337
PVC083	PV 6506	Piano della caratterizzazione approvato	Pv smantellato	132
PVC104	PV CA020	Concluso		302
PVC065	PV 6525	Concluso	Punto vendita carburanti	720
DU368	Discarica Di Arcu Pilloni	Concluso		752
DU203	Discarica comunale dismessa di RSU di Sa Matta	Concluso		956

I siti indicati nel portale cartografico con i codici 806 e 747 non sono presenti nell'elenco aggiornato al 2019.

I siti per i quali è stata attivata una messa in sicurezza (MISE e MISP) sono in totale quattro, mentre quelli con procedimento concluso sono 5.

Per due siti sono in corso le indagini preliminari e per un sito il procedimento non è stato ancora avviato.

I siti ubicati a ridotta distanza dal tracciato ferroviario oggetto di intervento di elettrificazione e/o dalle SSE di progetto sono i seguenti:

- Aree limitrofe al polo industriale di San Gavino (IND020)
- Stabilimento ferriere e acciaierie sarde (ex FAS)
- Ex zuccherificio Eridania Sadam s.p.a.
- Ex deposito costiero di Cagliari

L'area limitrofa al polo industriale di San Gavino (IND020) è stata ripermetrata a seguito dell'approvazione, avvenuta nel corso della conferenza dei servizi del 12 febbraio 2014, dell'Analisi di Rischio, che ha stabilito la conclusione del procedimento per le aree dove non sono stati evidenziati superamenti delle CSC o dei valori di fondo e delle CSR. Come si vede in Figura 5-25 la nuova perimetrazione non interferisce con la tratta oggetto di elettrificazione né con la SSE prevista nel comune di San Gavino.

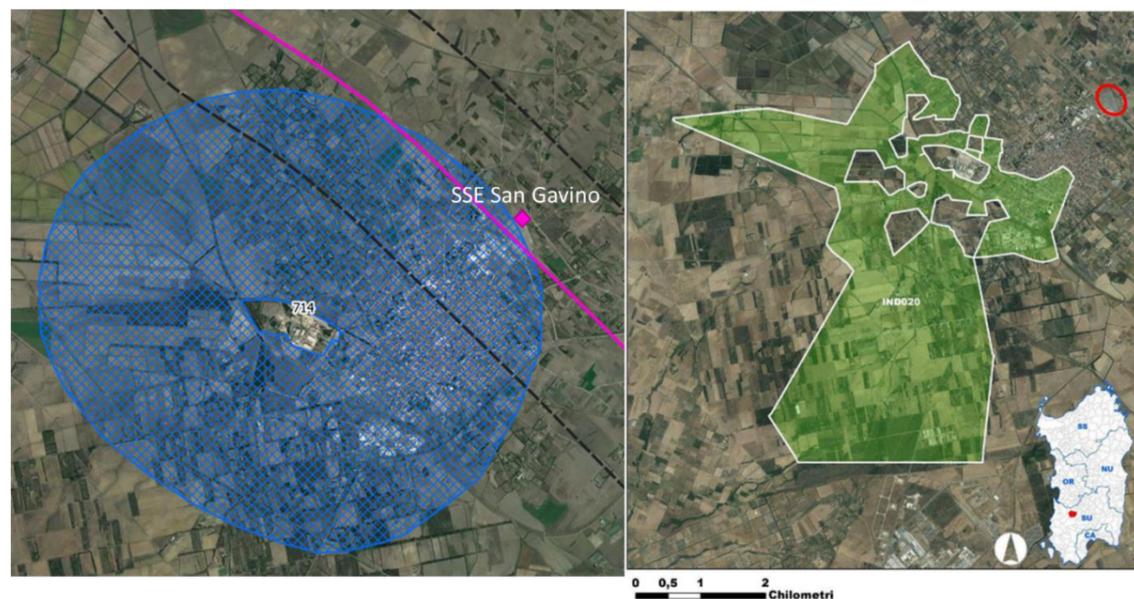


Figura 5-25 Perimetrazione ante (a sinistra) e post conferenza dei servizi (a destra) dell'area limitrofa al polo industriale di San Gavino. La SSE in progetto nella figura a destra è indicata dal cerchio rosso (fonte: PRB 2019, Allegato B – Monografie)

Lo stabilimento per produzione di ferri tondi per cemento armato **ex Ferrerie ed Acciaierie Sarde (FAS)**, ubicato nel comune di Elmas (CA) lungo la SS 391. Lo stabilimento, non più in attività, presenta contaminazioni del suolo superficiale (entro 1 m dal piano campagna) e delle acque sotterranee. Per il sito è stato approvato il progetto di bonifica.



Figura 5-26 Ubicazione dello stabilimento Ex FAS rispetto al tracciato oggetto di elettrificazione

I parametri per i quali sono stati riscontrati superamenti sono i seguenti:

- Suolo superficiale:
 - Arsenico
 - Cadmio
 - Cromo (III) e composti
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Stagno
 - Zinco

- Acque sotterranee:
 - 1, 2 – Dicloropropano
 - Manganese
 - Solfati
 - Tetracloroetilene
 - Tricloroetilene

L'Ex Zuccherificio Eridania Sadam S.p.A., ubicato nel comune di Villasor (SS) in via Togliatti 58 is Abetonis presenta una contaminazione delle acque sotterranee. Per lo stabilimento è stato approvato il progetto di bonifica.



Figura 5-27 Ubicazione dell'ex Zuccherificio Eridania rispetto al tracciato oggetto di elettrificazione

In fase di caratterizzazione del sito sono stati riscontrati i seguenti contaminanti:

- Alluminio
- Arsenico
- Cadmio
- Cromo
- Fluoruri
- Manganese
- Nichel
- Nitriti
- Piombo
- Rame
- Selenio
- Solfati

Mentre nel corso dell'analisi di rischio sanitario-ambientale i parametri per cui sono stati indicati superamenti delle CSR sono:

- Arsenico
- Manganese
- Mercurio
- Solfati

Infine, **l'ex deposito costiero di Cagliari**, ubicato in via Santa Gilla e di proprietà di ENI S.p.A. presenta contaminazioni delle acque sotterranee e del sottosuolo. Pe il sito è stato approvato il piano di caratterizzazione.



Figura 5-28 Ubicazione dell'ex deposito costiero di Cagliari rispetto alla linea ferroviaria e alla SSE di Cagliari

I contaminanti riscontrati nel corso della caratterizzazione del sito sono i seguenti:

- Acque sotterranee
 - Benzene
 - Etilbenzene
 - Idrocarburi totali
 - Solfati
 - Toluene
 - Xilene
- Sottosuolo
 - Benzene

- Etilbenzene
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
- Stirene
- Toluene
- Xilene

L'ex deposito si colloca all'altezza della SSE di Cagliari ma dal lato opposto del tracciato ferroviario oggetto di elettrificazione e in adiacenza allo stesso.

È stato inoltre contattato il Servizio Tutela dell'Atmosfera e del Territorio (TAT) della Regione Sardegna a mezzo posta elettronica certificata in data 18/05/2022 al fine di ottenere le informazioni più aggiornate disponibili. Il riscontro alla richiesta di accesso agli atti riporta, entro 1 km dal tracciato di progetto, i seguenti siti:

Sito contaminato / potenzialmente contaminato	SIN	Comune	Localizzazione	Matrici ambientali	Contaminanti	Stato procedimento ambientale
PV Totalerg NI006974	No	Oristano	Via Cagliari, 466	Suolo	Idrocarburi	Bonifica in corso
Discarica RSU Arcu Pilloni	No	Santa Giusta	Loc. Arcu Pilloni			Concluso risanamento ambientale con la sistemazione in sito
Discarica RSU Mandrazzorcu	No	Marrubiu	Loc. Mandrazzorcu			Concluso risanamento ambientale con la sistemazione in sito
PV ESSO 6116	No	Marrubiu	Via Napoli, 171	Acque sotterranee	Composti organici aromatici, altre sostanze (idrocarburi totali espressi come n- esano), MtBE	Bonifica in corso
PV ESSO 6135	No	Uras	Via Eleonora D'Arborea, 310	Suolo	Aromatici ed idrocarburi	In corso il monitoraggio post approvazione dell'analisi di rischio per la chiusura del procedimento
PV Q8 6506	No	San Gavino	S.S. 197 Km	Suolo e acque	Idrocarburi	Procedimento chiuso a

Sito contaminato / potenzialmente contaminato	SIN	Comune	Localizzazione	Matrici ambientali	Contaminanti	Stato procedimento ambientale
		Monreale	16+236	sotterranee		seguito della presentazione dell'analisi di rischio
Aree limitrofe al polo industriale	No	San Gavino Monreale	Le aree oggetto di caratterizzazione si estendono per un raggio di 2 km intorno all'agglomerato industriale	Suolo e acque sotterranee	Metalli	Analisi di rischio approvata, alcune sub-aree necessitano di bonifica
Ex Zuccherificio Sadam ISZ	No	Villasor	Via Palmiro Togliatti, 58	Acque sotterranee	Metalli, inquinanti inorganici	Conclusa MISP suolo insaturo, in corso la bonifica della falda
PV Q8 6474	No	Villasor	Via Cagliari 54 SS 196 Km. 7+56	Acque sotterranee	Composti organici aromatici, altre sostanze (idrocarburi totali espressi come n- esano), MtBE	In corso la bonifica della falda
PV ESSO 6149	No	Villasor	Via Cagliari (SS 196) al Km 7+580	Acque sotterranee	Composti organici aromatici, altre sostanze (idrocarburi totali espressi come n- esano), MtBE	Procedimento concluso a seguito dei monitoraggi prescritti nella conferenza dei servizi in cui è stata approvata l'analisi di rischio
Area Giglio Immobiliare (loc. Zippeddu)	No	Villasor	SS195	Suolo	Aromatici policiclici	La caratterizzazione ha evidenziato la necessità di un intervento di bonifica, iniziato, ma di cui non consta la conclusione
PV Q8 6543	No	Uta	Via della Stazione, 9	Suolo e acque sotterranee	Idrocarburi, composti organici aromatici, MtBE, altre sostanze	Bonifica in corso
Laveria N.	Si	Assemini	via Coghe	Suolo e acque	Metalli e altre sostanze	Eseguita MISE

Sito contaminato / potenzialmente contaminato	SIN	Comune	Localizzazione	Matrici ambientali	Contaminanti	Stato procedimento ambientale
Mineraria Silius				sotterranee		
Discarica RSU Sa Matta	Si	Assemini				Concluso risanamento ambientale con la sistemazione in sito
Fluorsid deposito di Terrasili	Si	Assemini	Loc. Terrasili			Procedimento non attivato, sito da caratterizzare
PV ESSO 6140	No	Assemini	Via Carmine n. 233/D	Suolo e acque sotterranee	Idrocarburi, composti organici aromatici, Piombo e MtBE	È stata richiesta la chiusura del procedimento a seguito dei monitoraggi prescritti nella conferenza dei servizi in cui è stata approvata l'analisi di rischio
FAS	No	Elmas	Viale Elmas, 216	Suolo	Composti inorganici, Diossine e furani	Bonifica in corso
Deposito ENI Santa Gilla	No	Cagliari	Via Santa Gilla	Suolo e acque sotterranee	IPA, idrocarburi, metalli	Analisi di rischio in corso di istruttoria
PV ESSO 6104	No	Cagliari	Viale La Plaia	Suolo e acque sotterranee	Idrocarburi, composti organici aromatici, Piombo e MtBE	Bonifica in corso

Sulla base delle informazioni fornite dalla Regione Sardegna non è stato possibile ubicare in modo definitivo ed univoco tutti i siti. I contatti sono ancora in corso, al fine di ottenere le perimetrazioni aggiornate in formato shapefile.

Alla luce delle informazioni ad oggi disponibili in merito al censimento e alla perimetrazione dei siti contaminati secondo le fonti conoscitive consultate, non sono presenti interferenze dirette tra gli interventi progettuali previsti e i siti contaminati identificati.

In riferimento alla Figura 3-4, si precisa inoltre che l'area di intersezione grafica tra il sito contaminato Ex FAS come ad oggi noto e il tracciato oggetto di elettrificazione, risulta essere al di sotto del tratto di ponte ferroviario e che gli interventi previsti dalla progettazione sono tali da non interferire con essa.

Sarà in ogni caso cura delle successive fasi progettuali, reperire informazioni dettagliate presso gli organi competenti in merito all'estensione dei siti individuati e verifica di ulteriori aggiornamenti dell'Anagrafe dei Siti Contaminati.

5.3.1.2 Reticolo idrografico

L'idrografia sarda presenta corsi d'acqua con una caratteristica ben definita e determinata dalla loro origine: hanno tutti un regime irregolare e, data la ridotta distanza tra le vette e la costa, tutti si possono considerare a regime torrentizio, caratterizzati da piene rilevanti nei mesi tardo autunnali e da magre estive assai accentuate. Gli unici che presentano il carattere di perennità sono: il Flumendosa, il Coghinias, il Cedrino, il Liscia, il Temo ed il Tirso.

In virtù del più ampio bacino idrografico e della lunghezza dell'asta principale il fiume sardo di maggior rilevanza è il Tirso che sfocia nel golfo di Oristano. È lungo circa 150 km ed il suo bacino, misura 2083 kmq. Come accaduto per tutti i principali corsi d'acqua sardi, dove sono stati costruiti sbarramenti artificiali che hanno stabilizzato la portata dei fiumi ed impedito piene disastrose, anche sul Tirso è stata realizzata una grande diga che ha creato il Lago Omodeo, costruito nel 1924.

Nel 1999 è stata realizzata un'altra diga il cui sbarramento è alto 100 metri e lungo 582. Il volume totale dell'invaso è oggi pari a 792 milioni di metri cubi d'acqua, coprendo una superficie di 29,370 kmq e questo ne fa uno dei più grandi bacini artificiali europei.

Numerosi sono gli affluenti di una certa importanza che alimentano il Tirso; sulla sua sinistra orografica sfocia, all'altezza del Lago Omodeo, il fiume Taloro, nel cui bacino sono ubicati numerosi laghi artificiali (Gusana, Govossai, etc.). Nella parte settentrionale del corso del Tirso confluiscono il Rio Liscoi, nella piana di Ottana, ed il Rio Mannu, nella valle del Goceano.

Lungo la costa settentrionale dell'isola, in prossimità di Codaruina (Valledoria), sfocia il Coghinias. Questo corso d'acqua, pur avendo un percorso più breve del Flumendosa, riveste tuttavia un'importanza maggiore, avendo un bacino più ampio (2476 kmq) ed una portata media inferiore solamente a quella del Tirso. Il bacino del Coghinias è limitato dalla catena montuosa del Goceano e dai monti di Alà, ma le sue sorgenti si trovano nel gruppo montuoso del Marghine che ne segna lo spartiacque. L'ultimo tratto del fiume scorre sulla piana costiera di Valledoria dove, a causa del diminuito trasporto solido prodotto dalla costruzione degli invasi artificiali, le correnti litorali, ormai prive degli apporti terrigeni, erodono i depositi costieri provocando una lenta regressione della linea di costa. Stretto in gole profonde e in valli incassate, il corso del Flumendosa, con il suo percorso di circa 120 km, è il più suggestivo di tutta la Sardegna. Le sorgenti si trovano nel versante sud-orientale del massiccio del Gennargentu. Sbarrato nella sua parte più

settentrionale, presso Villagrande Strisaili, esso forma il lago dell'alto Flumendosa. Il tortuoso andamento del suo tracciato è legato alla geologia strutturale e condizionato da faglie e fratture.

Particolarmente suggestivo è il tratto compreso tra i paesi di Gadoni e Ballao, dove il Flumendosa scorre in profonde gole incise sul penepiano del Paleozoico, su cui poggiano i «Tacchi» della Barbagia ed i pianori basaltici del Sarcidano. Dopo aver attraversato la breve piana costiera di Muravera, il Flumendosa sfocia nella costa sud-orientale della Sardegna, presso il promontorio di Porto Corallo.

Il Rio Mannu, lungo circa 90 km e le cui sorgenti si trovano nel Sarcidano, non sfocia direttamente in mare ma, dopo aver raccolto le acque del fiume Cixerri, che drena i versanti del Sulcis e dell'Iglesiente, e del Rio Leni, proveniente dal Monte Linas, alimenta lo stagno costiero di S. Gilla, ad Est di Cagliari.

Nella Gallura scorre invece il fiume Liscia la cui foce è sita di fronte all'isola di Spargi, mentre il Cedrino, alimentato anche dalle sorgenti di Su Cologone, sfocia presso il paese di Orosei.

Infine, tra gli altri corsi d'acqua di una certa importanza si ricorda il fiume Temo, l'unico corso d'acqua sardo che ha un tratto navigabile. Il Temo bagna la città di Bosa e sfocia nella costa nord-occidentale dell'isola. Il suo bacino è formato in prevalenza da rocce impermeabili di natura vulcanica e questo costituisce una delle cause principali delle alluvioni che spesso devastano la pianura di Bosa.

Per completare il quadro dell'idrografia regionale non va dimenticato il piccolo lago di Baratz, nell'algherese, che è l'unico lago naturale dell'isola. La sua origine, piuttosto recente, è stata determinata dallo sbarramento, durante le ultime glaciazioni, di un piccolo corso d'acqua da parte di un cordone di dune costiere.

5.3.1.3 Pericolosità idraulica

Il principale documento di riferimento in materia di pericolosità idraulica è il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

La prima versione del PGRA della Sardegna è stata approvata con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016 pubblicato sulla GURI n. 30 del 6 febbraio 2017.

Il riesame ed aggiornamento di tutti gli elaborati è previsto, con cadenza sessennale, dall'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE (c.d. Flood Directive, FD) e dall'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della FD.

Tutti gli elaborati del PGRA sono disponibili sul sito web dedicato al Piano di gestione del rischio alluvioni della Sardegna, all'indirizzo <https://www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni/>.

Nel PGRA le aree classificate come soggette a pericolosità idraulica fluviale sono suddivise in:

- Scenario A (classe P1) – scarsa probabilità, tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni

- Scenario B (classe P2) – media probabilità, tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni
- Scenario C (classe P3) – elevata probabilità, tempo di ritorno inferiore a 50 anni

- **SSE di Decimomannu:** il piazzale in esame si sviluppa all'interno della fascia di Pericolo P3 (Tr=50 anni)

Gli studi del PGRA sono suddivisi in sette sottobacini; nello specifico, il tracciato oggetto di elettrificazione ricade all'interno dei sottobacini 2 (Tirso) e 7 (Flumendosa, Campidano, Cixerri).

Nel presente capitolo si riporta la situazione in termini di pericolosità idraulica relativi alle sottostazioni elettriche.

- **SSE di Cagliari:** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate



Figura 5-29 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

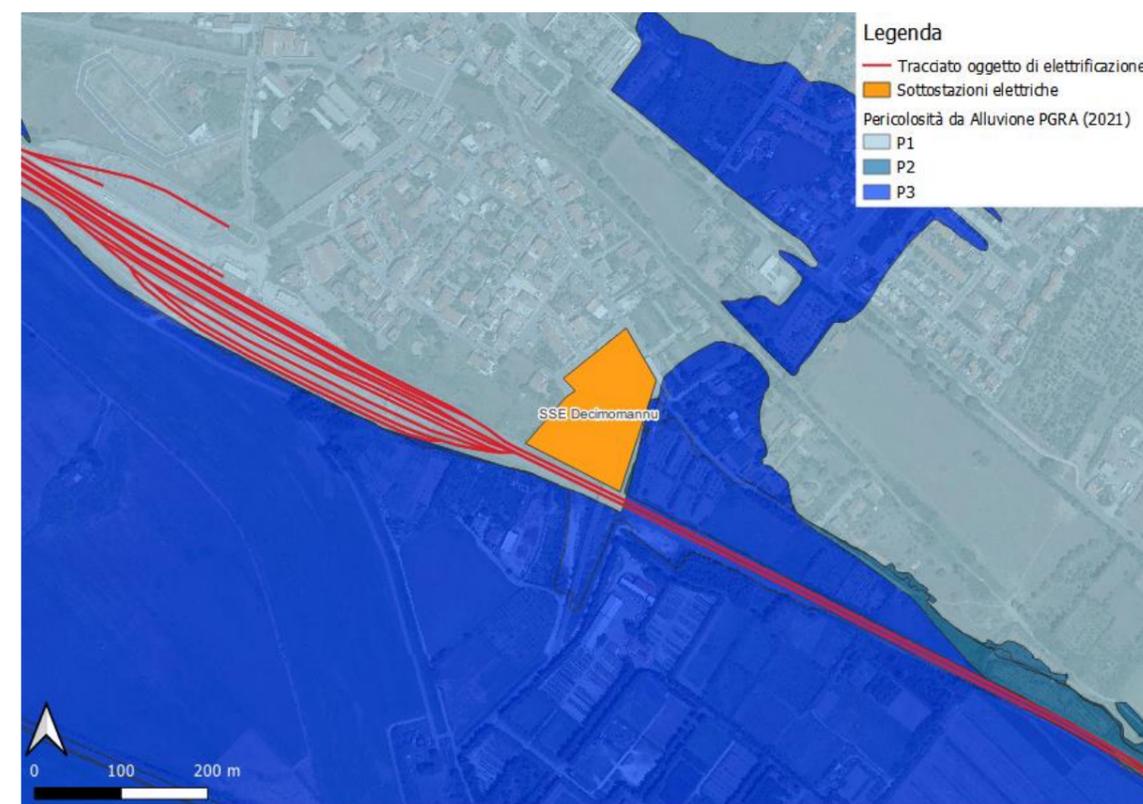


Figura 5-30 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

- **SSE di Villasor:** Come possibile osservare dalle immagini che seguono, il sito di Villasor ricade all'interno delle aree di vincolo idraulico relative alle fasce di esondazione del Fiume Flumini Mannu. Nel dettaglio, il piazzale è collocato all'interno della fascia di pericolo P3

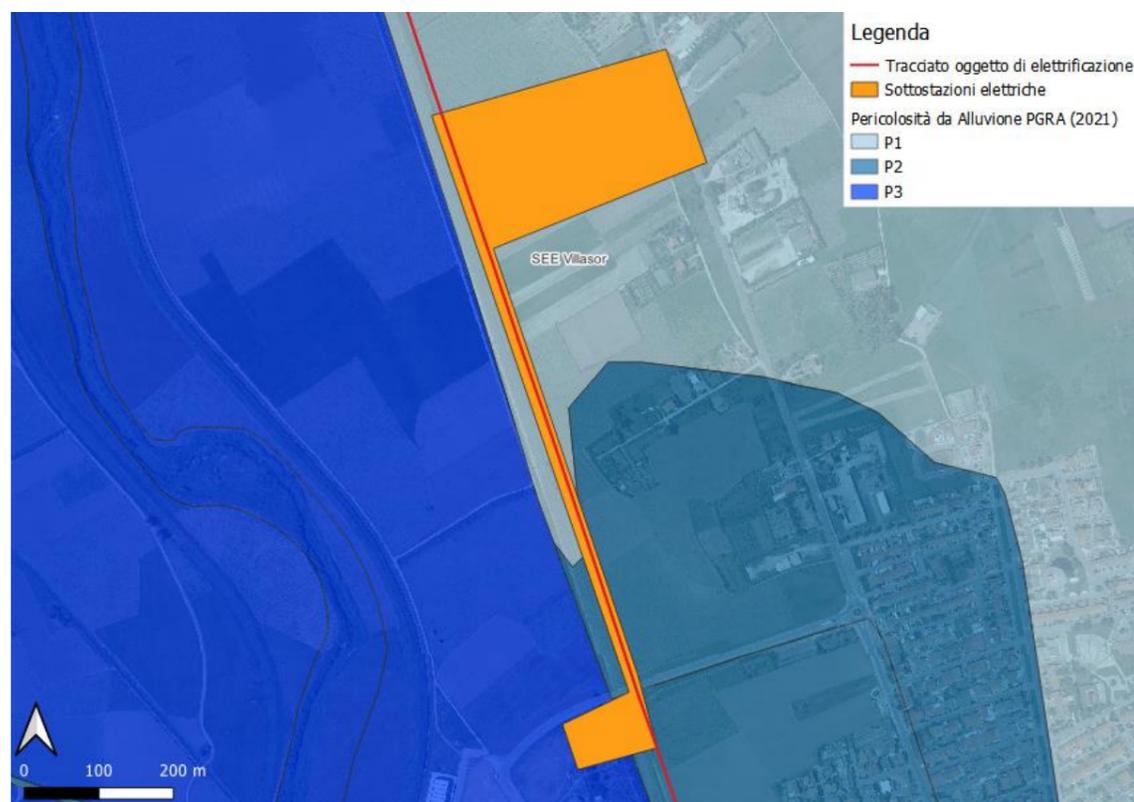


Figura 5-31 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

- **SSE di San Gavino:** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate

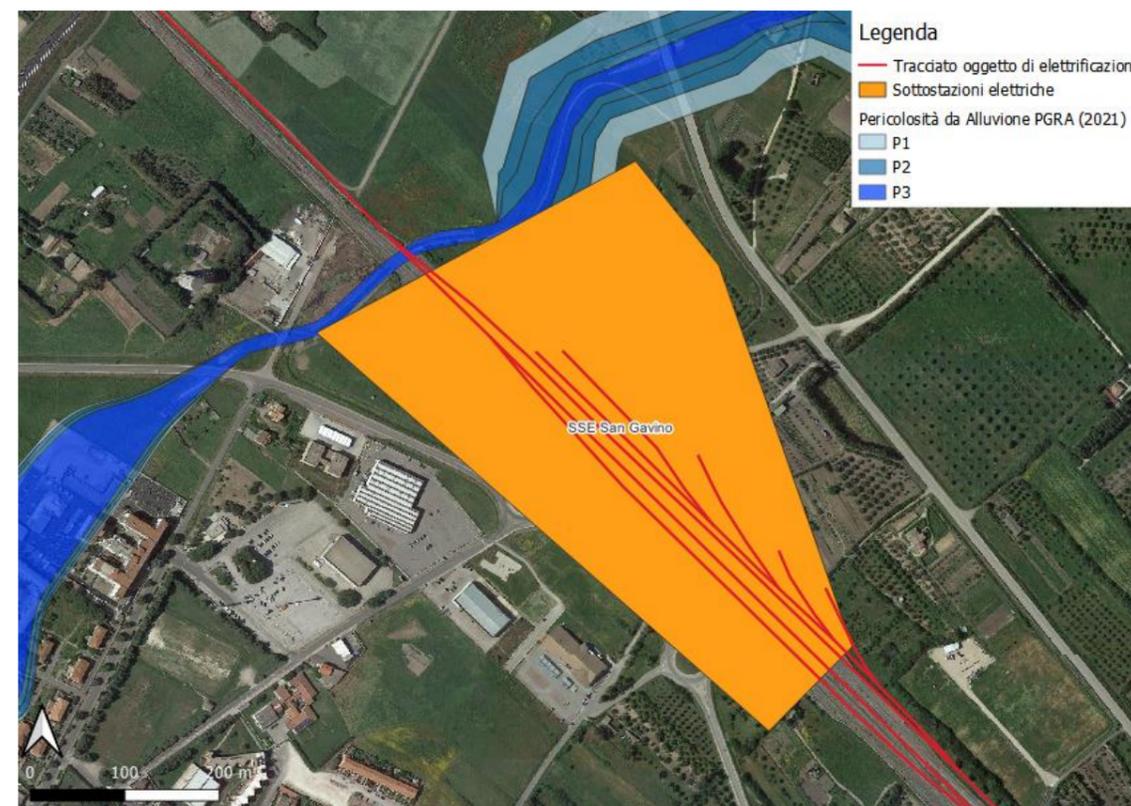


Figura 5-32 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

- **SSE di Marrubiu:** il piazzale in esame si sviluppa in posizione confinante (lato settentrionale) rispetto alla fascia P1 del PGRA del locale affluente del Fiume Tirso



Figura 5-33 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

- **SSE di Oristano:** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate

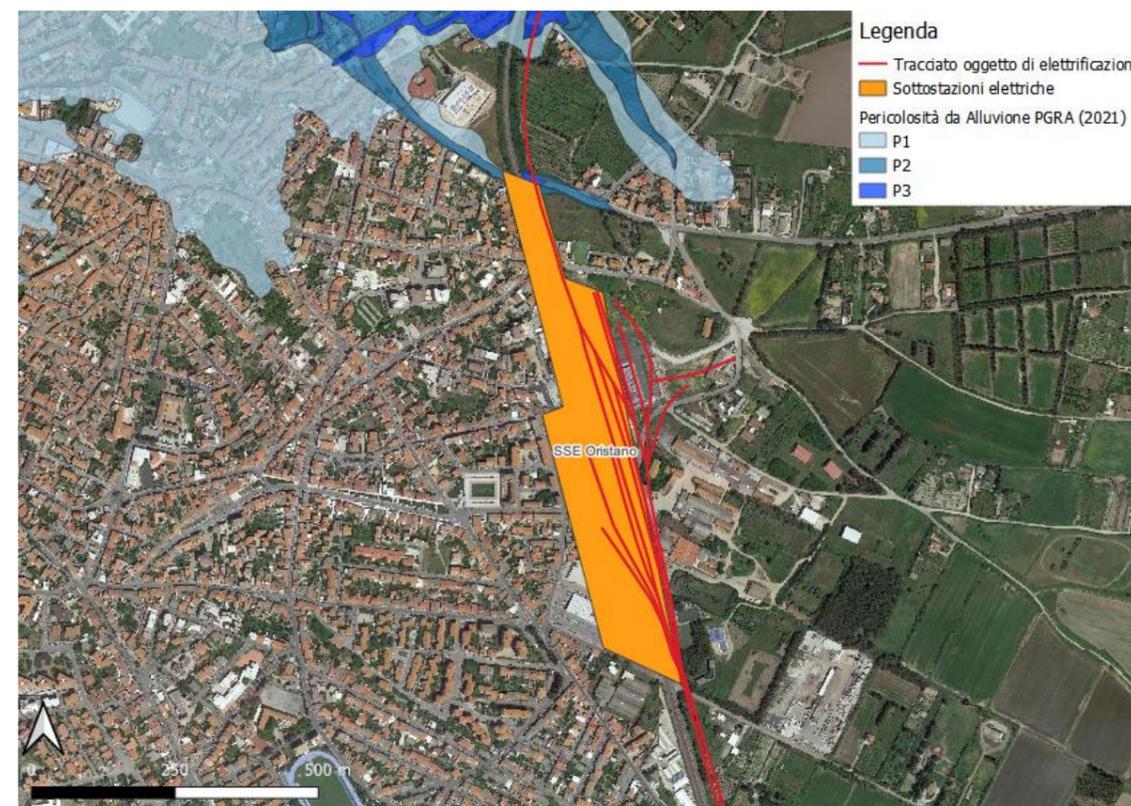


Figura 5-34 Fasce di pericolosità (PGRA, 2021)

5.3.1.4 Stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee

Come noto, il monitoraggio dei corpi idrici superficiali costituisce un obbligo fissato in capo alle Regioni dal DLgs 152/2006 e smi in recepimento della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro “Acque”) e regolamentato, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, dai successivi Decreti attuativi, in particolare i DM 131/2008, 56/2009 e 260/2010.

Sulla base del predetto quadro normativo, l’attività di monitoraggio è attuata secondo programmi a valenza sessennale, strettamente legati ai Piani di gestione ed ai Piani di tutela delle acque, ed è articolata in tre tipi di monitoraggio, identificati come “sorveglianza”, “operativo” ed “indagine”, i quali sono connessi alle categorie di rischio assegnate a ciascun corpo idrico superficiale.

Assunta la distinzione nelle categorie “a - Corpi idrici a rischio”, “b – Corpi idrici probabilmente a rischio” e “c - Corpi idrici non a rischio”, il monitoraggio di Sorveglianza è realizzato nei corpi idrici rappresentativi per

ciascun bacino idrografico e fundamentalmente appartenenti alle categorie “b” e “c”, mentre il monitoraggio Operativo è programmato per tutti i corpi idrici a rischio rientranti nella categoria “a”.

Per quanto riguarda i parametri di monitoraggio, questi sono rappresentati dallo Stato Ecologico e dallo Stato Chimico. Lo Stato ecologico è un indice che descrive la qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, costituito da un insieme di indicatori¹⁵ ed articolato in cinque livelli, compresi tra “cattivo” ed “elevato”; il giudizio complessivo è determinato come risultante del peggior giudizio relativo ad ognuno degli indicatori. Lo Stato chimico è classificato in base alla presenza delle sostanze chimiche definite come prioritarie dalla normativa comunitaria e da quella nazionale di suo recepimento¹⁶. Per ognuna delle sostanze in elenco sono definiti Standard di Qualità Ambientale (SQA), rappresentativi dei livelli di concentrazione di detti inquinanti in diverse matrici (acque, sedimenti, biota), in relazione ai quali avviene l’attribuzione dello stato chimico “buono” ovvero “non buono”.

Ciò premesso, per quanto specificatamente riguarda l’attività di monitoraggio dei corsi d’acqua superficiali condotta da Regione Sardegna, i dati vengono pubblicati sul sito “Centro Documentazione Bacini Idrografici” (CEDOC), non funzionante al momento della consultazione (gennaio 2023). Le informazioni sono state dunque ricercate all’interno del Piano di Tutela delle Acque, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.

I corpi idrici di maggiore rilevanza nell’area del progetto sono gli stagni di Cagliari e di Santa Giusta, tuttavia, nel PTA non sono disponibili informazioni riguardo il monitoraggio di detti specchi d’acqua.

5.3.2 Arie e clima

5.3.2.1 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell’aria

Il decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” ha ridefinito i criteri che le Regioni sono tenute a seguire per la suddivisione dei territori di competenza in zone di qualità dell’aria, allo scopo di assicurare omogeneità alle procedure applicate su tutto il territorio nazionale.

Al fine di conformarsi alle disposizioni del decreto e collaborare al processo di armonizzazione messo in atto dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tramite il coordinamento istituito

all’articolo 20 del D.Lgs. 155/2010, la Regione Sardegna ha provveduto ad elaborare la zonizzazione e classificazione del territorio regionale, approvata con la deliberazione della Giunta Regionale del 10/12/2013, n. 52/19, recante “D.Lgs. 13/08/2010 n. 155, articoli 3 e 4. Zonizzazione e classificazione del territorio regionale”.

Successivamente, con la deliberazione della Giunta Regionale n.52/42 del 23/12/2019, la Regione Sardegna ha provveduto ad aggiornare la classificazione col documento “Riesame della classificazione delle zone e dell’agglomerato ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.”

La zonizzazione vigente, relativa alla protezione della salute umana, individua le zone e gli agglomerati ai sensi dell’art. 3, commi 2 e 4, e secondo i criteri specificati nell’appendice 1 del D.Lgs. 155/2010.

Le zone e gli agglomerati sono classificati ai sensi dell’articolo 4 del D.Lgs. 155/2010, il quale prescrive che “ai fini della valutazione della qualità dell’aria, la classificazione delle zone e degli agglomerati è effettuata, per ciascun inquinante di cui all’articolo 1, comma 2, sulla base delle soglie di valutazione superiori e inferiori previste dall’allegato II, sezione I, e secondo la procedura prevista dall’allegato II, sezione II”.

Si è pervenuti ad una suddivisione del territorio regionale in zone di qualità dell’aria, atte alla gestione delle criticità ambientali grazie all’accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di tipologia di pressioni antropiche sull’aria ambiente.

La zonizzazione è stata realizzata per la protezione della salute umana per gli inquinanti di seguito indicati: materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), biossido di azoto (NO₂), biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), benzene, arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), benzo(a)pirene (BaP) e ozono (O₃).

Stante quanto fin qui premesso, il territorio sardo risulta dunque suddiviso nelle seguenti zone:

- IT2007: Agglomerato di Cagliari;
- IT2008: Zona urbana;
- IT2009: Zona industriale;
- IT2010: Zona rurale;
- IT2011: Zona ozono.

¹⁵ Elementi di qualità biologica (EQB), diversamente articolati per corsi d’acqua e laghi/invasi; Elementi fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici (LIMeco per i corsi d’acqua e LTLeco per i laghi ed invasi); Elementi chimici a sostegno degli elementi biologici (inquinanti specifici non appartenenti all’elenco di priorità); Elementi idromorfologici

¹⁶ Direttiva 2008/105/CE, aggiornata dalla Direttiva 2013/39/UE, ed attuata in Italia dal DLgs 172/2015

Nella Figura 5-35 è sintetizzata la composizione dell'agglomerato di Cagliari, mentre in Figura 5-36 sono descritte le rimanenti zone.

Codice ISTAT Comune	Nome Comune	Popolazione (dati ISTAT al 01/01/2018)
092009	Cagliari	154.106
092051	Quartu S. Elena	70.879
092068	Selargius	28.986
092109	Monserrato	19.771
092105	Quartucciu	13.234
092108	Elmas	9.546
Totale		296.522

Figura 5-35 Composizione dell'agglomerato di Cagliari (IT2007) (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Codice zona	Nome zona	Codice ISTAT Comune	Nome Comune
IT2008	Zona urbana	104017	Olbia
		090064	Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)
IT2009	Zona industriale	092003	Assemini
		092011	Capoterra
		092066	Sarroch
		107016	Portoscuso
		090058	Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)
IT2010	Zona rurale		Rimanente parte del territorio regionale
IT2011	Zona Ozono		Comprende tutte le zone escluso l'agglomerato

Figura 5-36 Composizione delle zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

L'agglomerato di Cagliari (IT2007) è stato individuato in base a quanto stabilito dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010, secondo cui una zona è definita agglomerato se ha una popolazione superiore a 250.000 abitanti o una densità abitativa superiore a 3.000 abitanti per chilometro quadro.

Sono state quindi identificate le aree urbane minori, correlate al comune di Cagliari sul piano demografico e dei servizi, individuate in continuità territoriale con esso e caratterizzate dalle stesse sorgenti dominanti di emissione, nonché di eventuali ulteriori conurbazioni significative, che potessero raggiungere, nel loro complesso, le caratteristiche dell'agglomerato, in base ai criteri legislativi.

Dall'analisi si evince che nella regione Sardegna è presente un unico agglomerato costituito dai comuni di: Cagliari (154.106 abitanti), Quartu S. E. (70.879 abitanti), Selargius (28.986 abitanti), Monserrato (19.771 abitanti), Quartucciu (13.234 abitanti) ed Elmas (9.546 abitanti), per un totale di 296.522 abitanti, e con una densità abitativa pari a 1.184 abitanti per km².

La zona urbana (IT2008) è invece costituita dalle aree urbane rilevanti di Sassari e Olbia, la cui individuazione è stata effettuata a partire dall'analisi dei carichi emissivi; è stato possibile accorpate le aree che presentano maggiori analogie anche in termini di livelli degli inquinanti. Si tratta di centri urbani sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Nel Comune di Olbia, in particolare, a tali sorgenti emissive si aggiungono anche le attività portuali e aeroportuali.

La zona industriale (IT2009) è costituita dai comuni in cui ricadono aree industriali, il cui carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali. Non sono stati inclusi in questa zona i Comuni sul cui territorio ricadono solo impianti isolati (quali Samatzai, Ottana, Serramanna, Siniscola e Nuraminis).

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale (IT2010) dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti, dalla presenza di poche attività produttive isolate e generalmente con un basso grado di urbanizzazione.

La mappa di zonizzazione per la Regione Sardegna è riportata in Figura 5-37, nella quale sono evidenziati l'agglomerato di Cagliari e le zone individuate ai sensi del decreto legislativo 155 del 2010.

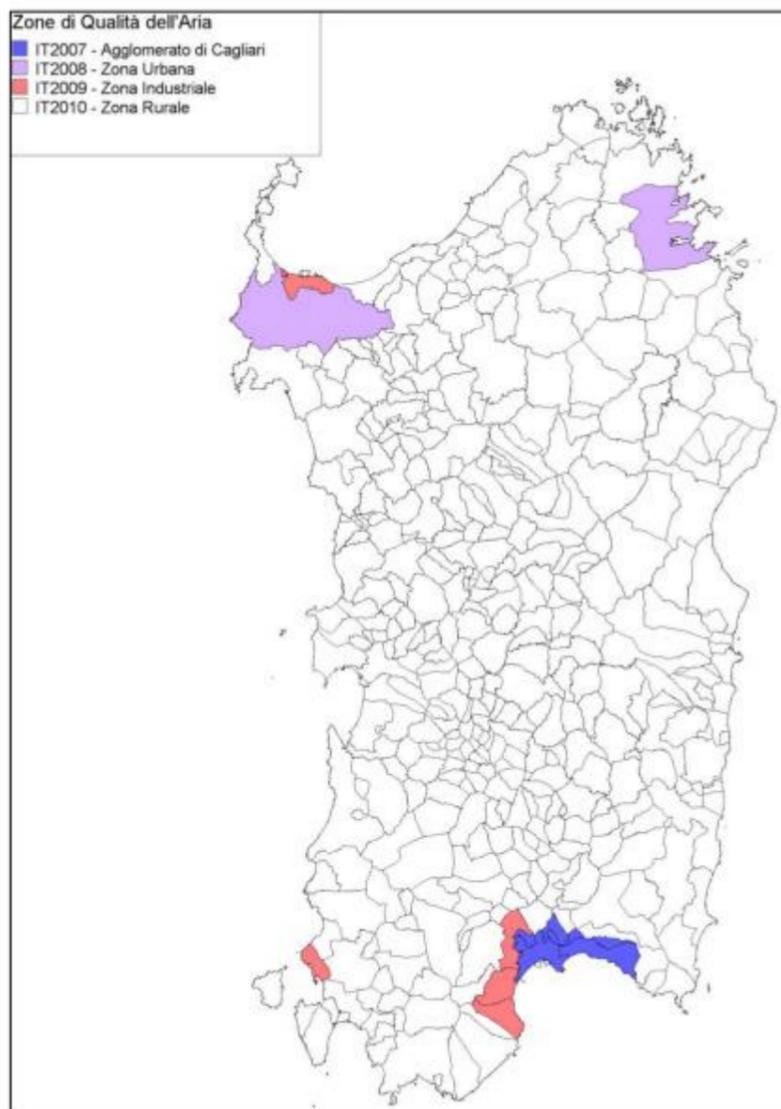


Figura 5-37 Mappa di zonizzazione per la Regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Per l'ozono, è prevista una zona unica denominata IT2011 (cfr. Figura 5-38) comprendente le zone già individuate IT2008, IT2009, IT2010. È escluso l'agglomerato IT2007 in quanto già monitorato per questo inquinante.

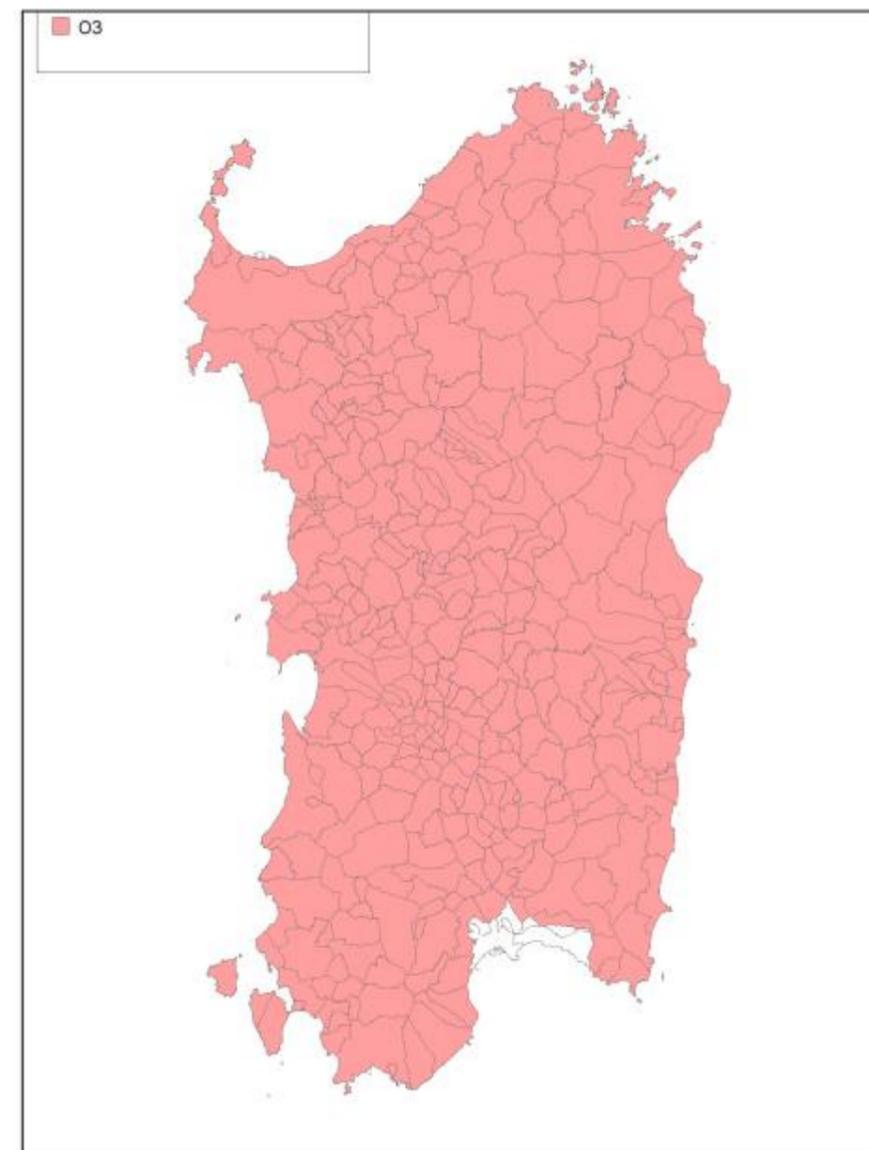


Figura 5-38 Zona Ozono (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

In virtù di quanto fin qui esposto l'intervento in oggetto, estendendosi su un'ampia porzione del territorio sardo, ricade sia nell'agglomerato di Cagliari (IT2007) che nella Zona rurale (IT2010).

5.3.2.2 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e scelta della centralina per le simulazioni modellistiche

La rete di monitoraggio

Il D.Lgs. 155/2010, art. 5 comma 6, prevede che le Regioni trasmettano al MATTM a ISPRA ed ENEA un progetto volto ad adeguare la propria rete di misura della qualità dell'aria alle prescrizioni del decreto, in conformità alla zonizzazione del territorio.

In ossequio a tale obbligo di legge la Regione Sardegna ha predisposto, il "Progetto di adeguamento della rete regionale di misura della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.", trasmesso al Ministero dell'Ambiente nel novembre 2014 e che è stato da quest'ultimo licenziato positivamente nel dicembre del 2015.

La Giunta Regionale, con la Delibera del 7 novembre 2017, n. 50/18, ha approvato il progetto, che ha l'obiettivo di razionalizzare la rete attuale e procedere, nel contempo, a dismettere le stazioni che non risultano più conformi ai criteri localizzativi di cui al d.lgs. 155/2010 e, se necessario, all'implementazione della strumentazione di misura al fine di adeguare le stazioni ai criteri previsti dalla norma, per la valutazione della qualità dell'aria ambiente nella regione Sardegna ai sensi del D.Lgs.155 del 13/08/2010 e secondo le linee guida del D.M. Ambiente 22 febbraio 2013 "Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria".

La procedura per la progettazione della rete ha comportato:

- l'individuazione dei punti di monitoraggio per le emissioni diffuse, costituita dai punti minimi e quelli aggiuntivi, così come individuati nel sopraccitato D.Lgs.155 del 13/08/2010;
- l'individuazione dei punti di misura a supporto, onde garantire l'acquisizione delle misure, qualora venissero a mancare le misure della rete minima.

Il progetto di adeguamento ha previsto inoltre le stazioni di misurazione per le fonti puntuali, individuate in base ai livelli delle emissioni delle fonti industriali, alle modalità di distribuzione degli inquinanti nell'aria ambiente e alla possibile esposizione della popolazione in prossimità dei centri urbani maggiormente esposti.

Nelle zone in cui si sono registrati valori inferiori alla soglia di valutazione, le misurazioni con stazioni fisse saranno integrate e combinate con tecniche di modellizzazione o misure indicative.

Sulla base della metodologia utilizzata, nel rispetto di rigidi criteri di economicità, efficienza ed efficacia, è stato individuato il set di stazioni rappresentative del territorio regionale, che costituisce la rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria.

L'adeguamento della Rete ha previsto pertanto un programma graduale di dismissione delle stazioni che non rientrano nella Rete regionale di valutazione sopra citata, e nel contempo l'installazione di idonea strumentazione di misura, anche per la determinazione dei metalli e del benzo(a) pirene nel PM10, presso alcune stazioni che ne erano sprovviste.

L'assetto della Rete di monitoraggio regionale relativo all'anno 2019 è riepilogato nella Figura 5-39, mentre la configurazione strumentale, con gli inquinanti rilevati da ciascuna centralina, è mostrata nella successiva Figura 5-40.

Area	Stazioni
Agglomerato di Cagliari	CENCA1 - CENMO1 - CENQU1
Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)	CENS12 - CENS16
Olbia	CENS10 - CEOLB1
Assemini	CENAS6 - CENAS8 - CENAS9
Sarroch	CENSA2 - CENSA3
Portoscuso	CENPS4 - CENPS6 - CENPS7
Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)	CENPT1 - CENSS2 - CENSS3 - CENSS4
Sulcis-Iglesiente	CENCB2 - CENIG1 - CENNF1
Campidano Centrale	CENNM1 - CENSG3
Oristano	CENOR1 - CENOR2 - CESGI1
Nuoro	CENNU1 - CENNU2
Sardegna Centro-Settentrionale	CEALG1 - CENMA1 - CENOT3 - CENSN1
Seulo - Stazione di Fondo Regionale	CENSE0

Figura 5-39 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria per l'anno 2019 nella regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Area	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2,5
Agglomerato di Cagliari	CENCA1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENMO1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENQU1	✓				✓	✓	✓	✓	
Sassari	CENS12		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENS16	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Olbia	CEOLB1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
	CENS10		✓			✓	✓	✓	✓	
Assemmini	CENAS6					✓		✓	✓	
	CENAS8		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENAS9					✓	✓	✓	✓	
Sarroch	CENSA2	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	CENSA3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Portoscuso	CENPS4		✓			✓		✓	✓	
	CENPS6					✓		✓	✓	✓
	CENPS7	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Porto Torres	CENPT1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENSS2					✓	✓	✓	✓	
	CENSS3		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENSS4	✓				✓	✓	✓	✓	
Sulcis Iglesiente	CENCB2	✓				✓	✓	✓	✓	
	CENIG1					✓	✓	✓	✓	
	CENNF1					✓	✓	✓	✓	
Campidano Centrale	CENNM1					✓	✓	✓	✓	
	CENSG3					✓		✓	✓	
Oristano	CENOR1					✓	✓	✓	✓	
	CENOR2	✓				✓	✓	✓	✓	
	CESG1		✓			✓	✓	✓	✓	
Nuoro	CENNU1	✓				✓	✓	✓	✓	
	CENNU2		✓			✓	✓	✓	✓	
Sardegna Centro Settentrionale	CENMA1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENOT3	✓				✓	✓	✓	✓	
	CENS1					✓	✓	✓	✓	
Seulo	CEALG1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
	CENSE0		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

N.B.: le stazioni appartenenti alla Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria sono evidenziate in grassetto

Figura 5-40 Inquinanti monitorati dalle stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Sardegna (Le stazioni appartenenti alla rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria sono evidenziate in grassetto) (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

La scelta della centralina per le simulazioni modellistiche

Posto che lo studio modellistico risulta inerente all'analisi della diffusione degli inquinanti relativi alla realizzazione della linea di contatto e che tali interventi di elettrificazione avvengono in condizione di prossimità e/o attraversamento delle aree protette in corrispondenza dei Comuni di Cagliari ed Oristano, la scelta delle centraline della qualità dell'aria è ricaduta su due stazioni, una localizzata a Cagliari ed una nell'intorno del Comune di Oristano.

Per quanto concerne l'area di Cagliari ed il relativo agglomerato (IT2007), la Rete regionale è costituita dalla stazione di traffico di Cagliari, Via Cadello (CENCA1), e dalle stazioni di fondo di Monserrato, Via Sant'Angelo (CENMO1), e Quartu S. E., Via Perdalonga (CENQU1) (cfr. Figura 5-41). Tutte le stazioni sono rappresentative dell'area e appartengono alla Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria.

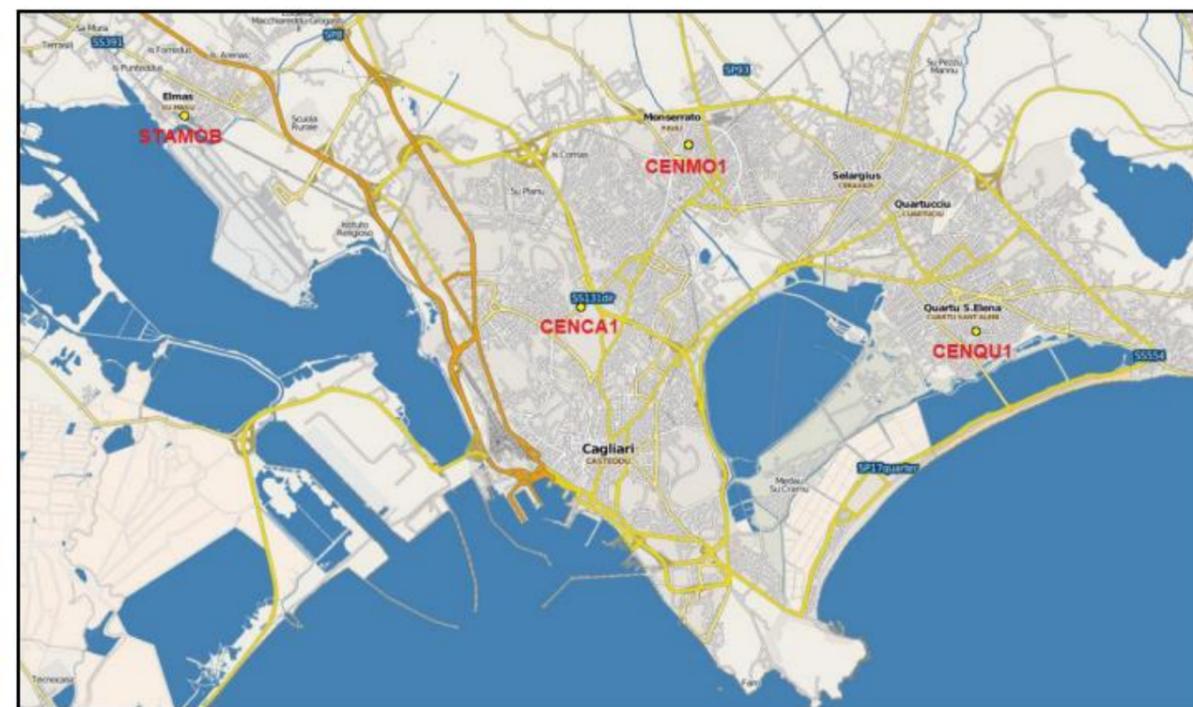


Figura 5-41 Posizione delle stazioni di misura dell'agglomerato di Cagliari (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Stante quanto fin qui riportato è stata scelta come centralina di riferimento per la porzione di tracciato prossima al Comune di Cagliari la stazione di traffico CENCA1.

Gli inquinanti monitorati dalla suddetta centralina sono Benzene, Monossido di Carbonio, NO2, Ozono, PM10, PM2,5 ed SO2.

Relativamente alla Zona rurale, ed in particolare alla tratta ricadente nell'area del Comune di Oristano, si registra un carico inquinante proveniente principalmente dal traffico veicolare e dalle altre fonti di inquinamento urbano (impianti di riscaldamento, attività artigianali). Le stazioni dell'area di Oristano

comprendono due stazioni di fondo, CENOR1 e CESGI1, ubicate rispettivamente nel comune di Oristano e Santa Giusta, ed una di traffico, CENOR2, a Oristano (Figura 5-42).

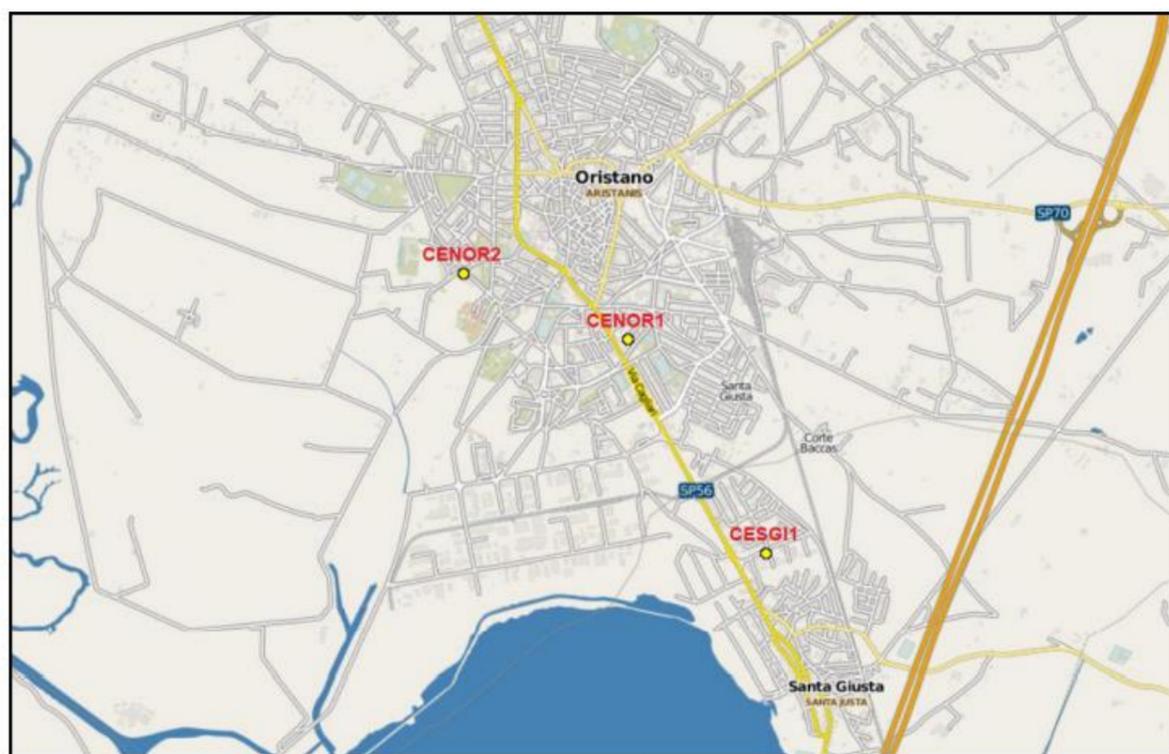


Figura 5-42 Posizione delle stazioni di misura nell'area di Oristano (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Tra le tre centraline mostrate in Figura 5-42 è stata selezionata, quale stazione di riferimento per lo studio della qualità dell'aria, la stazione di fondo CESGI1 situata nel Comune di Santa Giusta.

Gli inquinanti monitorati dalla suddetta centralina sono il Monossido di Carbonio, NO₂, PM₁₀ ed SO₂.

Lo stato della qualità dell'aria

Nel seguito si riporta una tabella riepilogativa delle concentrazioni degli inquinanti di interesse ai fini della presente analisi, registrati nel 2019, rispettivamente dalla centralina di Cagliari (CENCA1) e di Santa Giusta (CESGI1).

Tabella 5-5 Valori di concentrazione registrati dalla centralina di Cagliari – Via Cadello nel 2019 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Comune	Stazione	Tipo	PM ₁₀		PM _{2,5} *	NO ₂	
			Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annua 2019 [µg/m ³]	Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)
Cagliari	Stazione di Via Cadello (CENCA1)	Stazione di traffico	30,00	19	19,20	26,40	--

Tabella 5-6 Valori di concentrazione registrati dalla centralina di Santa Giusta nel 2019 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Comune	Stazione	Tipo	PM ₁₀		PM _{2,5} *	NO ₂	
			Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annua 2019 [µg/m ³]	Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)
Santa Giusta	CESGI1	Stazione di fondo	25,80	16	15,48	9,8	--

* La concentrazione media annua per il PM_{2,5}, non essendo disponibile il dato fornito dalla centralina, è stata assunta pari al 60% del valore medio annuo rilevato per il PM₁₀.

Analizzando la Tabella 5-5 e la Tabella 5-6, si evidenzia come, per entrambe le centraline, si registra una situazione entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati nell'anno 2019. In particolare, in relazione al PM₁₀, la media annuale risulta inferiore ai limiti normativi, con 19 e 16 superamenti registrati rispettivamente a Cagliari e Santa Giusta rispetto ai 35 ammessi dalla normativa.

Relativamente al biossido di azoto (NO₂) la media annua registrata risulta rispettivamente pari a 26,40 e 9,8 µg/m³, non evidenziando superamenti della soglia limite per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³.

6 SIGNIFICATIVITÀ DEI POTENZIALI EFFETTI AMBIENTALI

6.1 Metodologie di lavoro

I temi oggetto della definizione della metodologia di lavoro, affrontati nel presente paragrafo, attengono a:

- Modalità di analisi dell'opera in progetto
- Modalità di individuazione degli effetti
- Modalità di stima della significatività degli effetti

Modalità di analisi dell'opera in progetto

In coerenza con quanto disposto dal DLgs 152/2006 e smi e dal DLgs 50/2016, il presente documento ha la finalità di individuare e descrivere i probabili effetti rilevanti sull'ambiente determinati dal progetto.

Stante la predetta finalità, il primo tema di definizione metodologica è stato identificato nella determinazione delle modalità a fronte delle quali procedere all'analisi ambientale delle opere in progetto.

In tal ottica, si è ritenuto che una più chiara rappresentazione delle diverse tipologie di effetti derivanti da dette opere potesse essere operata mediante la loro scomposizione secondo tre dimensioni di analisi, sintetizzate nella Tabella 6-1 con riferimento alle rispettive modalità di lettura (cfr. Figura 6-1).

Tabella 6-1 Le dimensioni di analisi dell'opera

Dimensione		Modalità di lettura
C	Costruttiva "Opera come costruzione"	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti
F	Fisica "Opera come manufatto"	Opera come elemento costruttivo, colto nelle sue caratteristiche fisiche, funzionali e costruttive
O	Operativa "Opera come esercizio"	Opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento

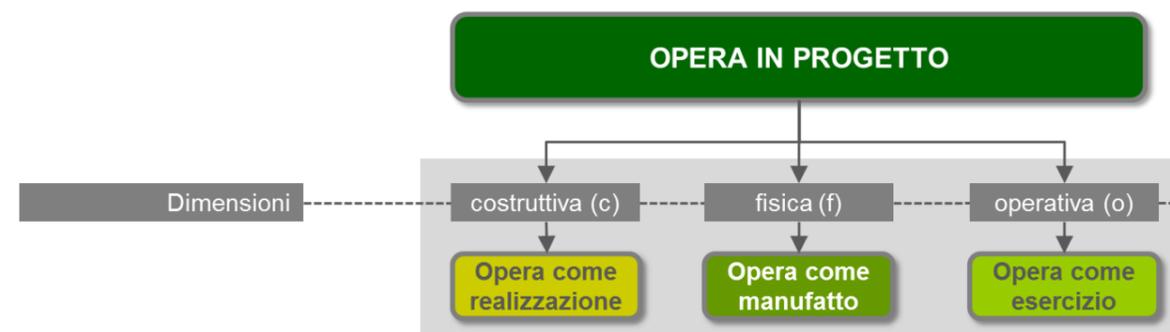


Figura 6-1 Dimensioni di analisi ambientale dell'opera in progetto

Modalità di individuazione degli effetti potenziali

La metodologia per la definizione dei potenziali effetti ambientali è basata sulla catena logica intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Effetti potenziali, ossia sul nesso di causalità intercorrente tra detti tre elementi, per come definiti nella seguente Tabella 6-2.

Tabella 6-2 Catena logica Azioni – Fattori - Effetti

<i>Azione di progetto</i>	Attività o elemento fisico dell'opera, individuato sulla base della sua lettura secondo le tre dimensioni di analisi, che presenta una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale
<i>Fattore causale di impatto</i>	Aspetto dell'Azione di progetto che rappresenta il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente
<i>Effetto ambientale potenziale</i>	Modifica dello stato iniziale dell'ambiente, in termini quali/quantitativi, conseguente ad uno specifico Fattore causale

Muovendo da dette definizioni, per quanto concerne le Azioni di progetto queste sono l'esito di un'operazione di analisi che, partendo dalla considerazione dell'opera in termini complessivi, ne conduce una progressiva scomposizione volta ad individuarne i singoli aspetti, ossia attività ed elementi fisici, che possono rivestire una rilevanza rispetto ad uno o più profili ambientali (cfr. Figura 6-2).

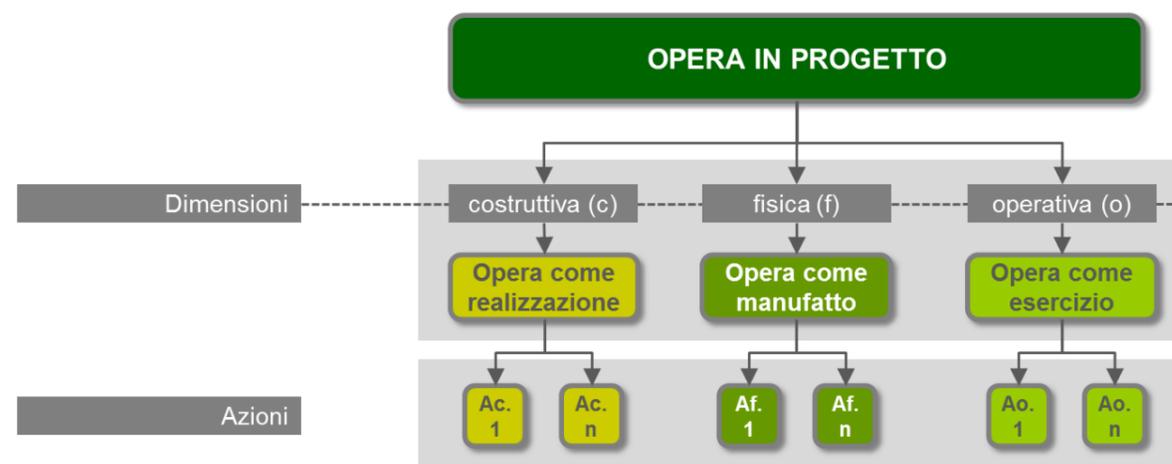


Figura 6-2 Scomposizione dell'opera in progetto in Azioni

Per quanto riguarda i Fattori causali, la loro individuazione è stata operata a fronte di una preventiva sistematizzazione, condotta in considerazione della revisione delle logiche di analisi ambientale operata dal DLgs 104/2017 e della connessa rimodulazione dei contenuti dello Studio preliminare ambientale (Allegato IV bis) e dello Studio di impatto ambientale (Allegato VII).

In armonia con quanto disposto dal citato Allegato IV bis, laddove questo prescrive, tra i contenuti dello Studio preliminare ambientale, la «descrizione di tutti i probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente, risultanti da: a) i residui e le emissioni previste e la produzione di rifiuti, ove pertinente; b) l'uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità»¹⁷, nel presente studio è stata assunta la scelta di articolare i Fattori causali secondo le tre seguenti categorie:

- A. Produzione di emissioni e residui
- B. Uso di risorse
- C. Interazione con beni e fenomeni ambientali

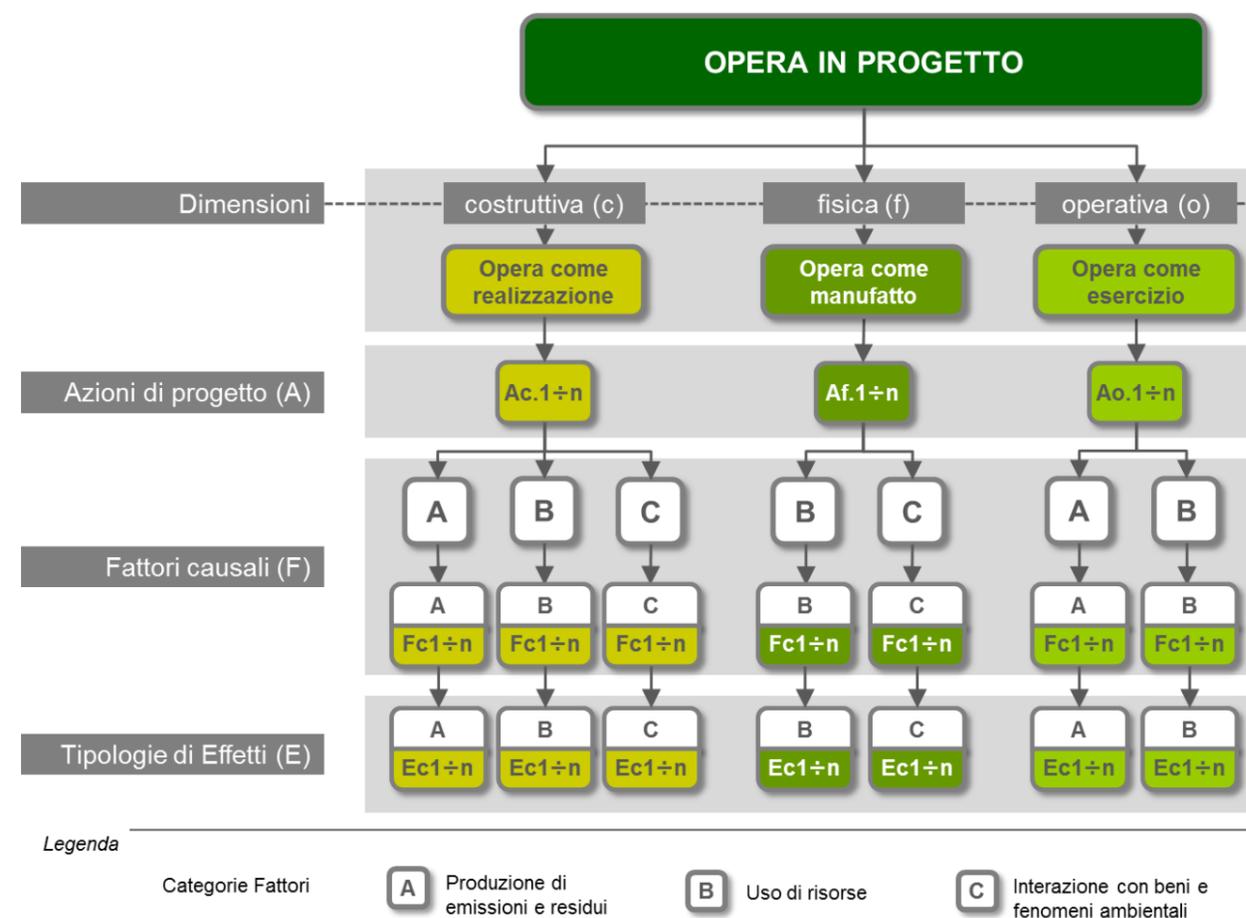


Figura 6-3 Individuazione degli effetti potenziali: Schema concettuale

Muovendo da dette tre categorie, sulla scorta della logica prima descritta, sono state successivamente individuate le tipologie di effetti potenziali originati dalle azioni di progetto sui diversi fattori identificati al comma 1 lettera c) del DLgs 152/2006, così come modificato dall'articolo 2 del DLgs 104/2017, ossia popolazione e salute umana, biodiversità, territorio, suolo ed acqua, aria e clima, patrimonio culturale e paesaggio (cfr. Figura 6-3).

Modalità di stima della significatività degli effetti potenziali

Nell'ottica del presente studio la stima della significatività dei potenziali effetti rilevanti determinati dall'opera in progetto sull'ambiente è strumentale all'individuazione di quei temi di approfondimento progettuale che si ritiene debbano essere affrontati ai fini di orientare il rapporto Opera – Ambiente verso una maggiore compatibilità e sostenibilità ambientale. In ragione di tale finalità, la stima della significatività

¹⁷ DLgs 152/2006 e smi – Allegato IV bis, co. 3

è stata concepita come l'esito di un processo articolato in due fasi successive aventi rispettivamente ad oggetto, il rango dell'effetto potenziale atteso e la sua valutazione alla luce delle ottimizzazioni effettivamente perseguite mediante le diverse tipologie di scelte progettuali operate.

Relativamente alle scelte progettuali operate, queste sono state classificate in ragione della loro natura e della tipologia di risultati che è presumibile possano ottenere nella direzione del miglioramento del rapporto Opera – Ambiente.

Nello specifico, relativamente alla loro natura, le scelte progettuali sono state distinte in:

- Scelte progettuali a valenza strutturale, con riferimento a tutti quegli approfondimenti progettuali aventi ad oggetto le tecniche di esecuzione delle lavorazioni, l'ottimizzazione delle caratteristiche fisiche del corpo stradale ferroviario e delle opere d'arte, nonché la dotazione di opere volte a mitigare e compensare gli impatti attesi

A titolo esemplificativo, rientrano all'interno di detta tipologia le scelte concernenti l'eventuale introduzione di muri volti a ridurre l'impronta a terra del corpo stradale ferroviario e, conseguentemente, a ridurre il consumo di suolo, oppure il dimensionamento di dettaglio delle barriere acustiche, l'implementazione delle opere a verde, la definizione degli aspetti cromatici. Sono inoltre contemplate tutte quelle scelte riguardanti la localizzazione del tracciato e del suo andamento plano-altimetrico, o la tipologia e le principali caratteristiche delle opere d'arte.

- Scelte progettuali a valenza gestionale, concernenti tutti quegli approfondimenti riguardanti – per l'appunto – le modalità di gestione specificatamente della fase di cantierizzazione dell'opera in progetto.

Sempre a titolo esemplificativo, possono rientrare all'interno della tipologia gestionale le scelte riguardanti eventuali ottimizzazioni del bilancio materiali e della gestione dei materiali, la puntuale definizione delle misure e degli interventi per la riduzione degli effetti prodotti dalle aree di cantiere fisso o dei protocolli per la prevenzione e gestione di eventi accidentali

Per quanto concerne invece la tipologia di risultati che le scelte progettuali di cui sopra possono conseguire, in considerazione di quanto riportato al punto 7 dell'Allegato VII "Contenuti dello Studio di impatto ambientale di cui all'articolo 22", così come modificato dall'art. 22 del D.Lgs 104/2017, laddove è stabilito che lo SIA debba contenere una «descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto», detti risultati sono stati così classificati:

- Effetto prevenibile

- Effetto mitigabile
- Effetto parzialmente mitigabile
- Effetto compensabile
- Effetto non mitigabile e/o compensabile

Nella pratica, l'attribuzione di dette tipologie di risultati è stata condotta non solo in riferimento alla tipologia di effetto potenziale in esame, quanto anche in relazione alle caratteristiche dell'opera in progetto e del contesto ambientale e territoriale da questa interessato.

Operativamente, per quanto attiene alla stima del rango degli effetti attesi, questa è stata operata sulla scorta dei parametri riportati al punto 3 dell'Allegato V "Criteri per la verifica di assoggettabilità di cui all'art. 19" così come modificato dall'art. 22 del D.lgs. 104/2017 ed è stata espressa secondo una scala qualitativa articolata in quattro livelli:

- Basso
- Moderato
- Rilevante
- Altamente rilevante

Sempre sotto il profilo operativo, la stima della significatività è stata condotta mediante un giudizio qualitativo, articolato rispetto ad una scala organizzata nei seguenti cinque livelli:

- S1 – Trascurabile
- S2 – Scarsamente significativo
- S3 – Mediamente significativo
- S4 – Significativo
- S5 – Altamente significativo

L'attribuzione del giudizio di significatività è stata operata secondo la seguente matrice di correlazione (cfr. Tabella 6-3).

Tabella 6-3 Matrice di correlazione Rango – Significatività degli effetti potenziali

Tipologia dei risultati conseguibili mediante le successive scelte progettuali	Rango effetto			
	Basso	Moderato	Rilevante	Altamente rilevante
Effetto Prevenibile	S1	S1	S2	S2
Effetto Mitigabile	S1	S2	S3	S3
Effetto Parzialmente mitigabile	S2	S2	S3	S4
Effetto Compensabile	S2	S3	S4	S4
Effetto Non mitigabile e/o compensabile	S2	S3	S4	S5
Legenda Significatività	S1	Trascurabile		
	S2	Scarsamente significativo		
	S3	Mediamente significativo		
	S4	Significativo		
	S5	Altamente significativo		

6.2 Gli effetti indagati e la loro significatività

6.2.1 Quadro sinottico delle categorie e tipologie di effetti considerati

Secondo la metodologia di lavoro assunta alla base del presente studio, il quadro degli effetti potenziali, distinti per categorie e tipologie, e correlati alla dimensione di analisi ambientale rispetto alla quale è presumibile che questi si determinino, è sistematizzato nella seguente Tabella 6-4.

Si ricorda che, come indicato nel precedente paragrafo, con le sigle C, F ed O si intende indicare rispettivamente la dimensione “costruttiva” (Opera come costruzione), “fisica” (Opera come manufatto) ed “operativa” (Opera come esercizio).

Si precisa altresì che la seguente tabella è stata sviluppata a partire dalla preliminare individuazione delle tipologie di effetti che possono essere generati dalle azioni di progetto proprie di una generica opera infrastrutturale e successivamente affinata sulla scorta dell’analisi ambientale del progetto, operata con riferimento alle opere ed interventi (cfr. par. 3.2), nonché al sistema della cantierizzazione (cfr. par. 3.3).

Gli esiti di detta analisi hanno consentito di operare una sistemazione del quadro delle tipologie di effetti rispetto alle seguenti quattro categorie:

1. Temi oggetto di specifico approfondimento all’interno del Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A)
2. Temi oggetto di specifico approfondimento all’interno dello Studio di Incidenza Ambientale (RR0S00D22RGIM0003001C)
3. Temi oggetto di specifico approfondimento all’interno della Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A)

4. Temi non pertinenti nel caso dell’opera in progetto

Muovendo da detta preliminare sistematizzazione delle tipologie di effetti indagati, per ognuno di essi nei successivi paragrafi del presente capitolo 6, la stima degli effetti attesi è stata condotta operando una loro contestualizzazione rispetto alla tipologia ed entità delle azioni di progetto proprie dell’opera in progetto ed alle caratteristiche del relativo contesto localizzativo, già descritte nel precedente capitolo 6 ed approfondite nei successivi paragrafi.

In tal senso, ognuno dei succitati seguenti paragrafi, a valle della preliminare descrizione della tipologia di effetto indagato, contiene – dapprima - l’individuazione dei parametri di progetto e dei parametri di contesto che concorrono a configurarlo e – successivamente - l’analisi di come dette due categorie di paragrafi si configurino nel caso in esame.

A seguito di detta analisi, sempre all’interno dei singoli paragrafi, è quindi formulata la stima della significatività degli effetti attesi.

Resta ovviamente inteso che per quanto concerne quei temi il cui approfondimento è stato condotto all’interno dei succitati documenti specialistici, la presente relazione riporta una sintesi delle principali informazioni e risultanze in detti elaborati contenuti, rimandando alla loro consultazione per una più puntuale comprensione degli effetti indagati e/o delle informazioni di carattere tecnico poste alla base delle analisi condotte.

Tabella 6-4 Quadro sinottico della categorie e tipologie di effetti considerati

Categoria	Tipologia di effetti		Dim.	
V. Interazione con il sistema dei vincoli e delle tutele	V1	Interferenza con i beni culturali	C	
			F	
	V2	Interferenza con i beni paesaggistici	C	
		oggetto di vincoli dichiarativi	F	
	V3	Interferenza con beni paesaggistici	C	
tutelati ope legis		F		
V4	Interferenza con aree protette e Rete	C		
	Natura 2000	F		
V5	Interferenza con aree soggette a	C		
	vincolo idrogeologico	F		
D. Produzione di	Emissioni acustiche	A1	Modifica del clima acustico	C ¹

Categoria		Tipologia di effetti		Dim.
emissioni e residui				O
	Emissioni in atmosfera	A2	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria e livelli gas climalteranti	C ¹ O
	Materiali	A3	Produzione di rifiuti	C
	Liquidi inquinanti e potenzialmente inquinanti	A4	Modifiche delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli	C
E. Uso di risorse		B1	Perdita di suolo	C
		B2	Consumo di suolo	F
		B3	Consumo di materie prime non rinnovabili	C
F. Interazione con beni e fenomeni ambientali		C1	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento	C ¹ O
				C
		C2	Sottrazione di habitat e biocenosi	C F
		C3	Modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva	C ²
		C4	Modifica delle dinamiche e dei rischi per la popolazione faunistica	C ² F ² O ²
				C
				F
		C5	Modifica degli usi in atto	C F
		C6	Modifica dell'assetto geomorfologico	C ⁴
	C7	Modifica delle condizioni di deflusso	F	
	C8	Modifica della struttura del paesaggio	F ³	
	C9	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo	F ³	
Legenda: Sistematizzazione delle tipologie di effetti per categorie di temi				
1	Temi oggetto di specifico approfondimento all'interno del Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A)			
2	Temi oggetto di specifico approfondimento all'interno dello Studio di Incidenza Ambientale			

Categoria	Tipologia di effetti	Dim.
	(RR0S00D22RGIM0003001C)	
3	Temi oggetto di specifico approfondimento all'interno della Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A)	
4	Temi non pertinenti nel caso dell'opera in progetto	

Il giudizio complessivo in merito alla relativa significatività tiene conto, sia delle diverse situazioni puntualmente evidenziate nel corso della trattazione, sia dalle attività di monitoraggio dettagliate nello specifico documento (RR0S00D22RGMA0000001A).

In tal senso, secondo l'approccio metodologico assunto alla base del presente studio, i profili di significatività classificati nelle successive tabelle di sintesi riguardano unicamente quelle situazioni per le quali si è rilevata una potenziale significatività degli effetti attesi, classificata secondo i cinque livelli indicati nel precedente paragrafo 6.1, mentre nei casi in cui le azioni di progetto e/o le condizioni di contesto non configurino alcun rapporto opera – ambiente, tale circostanza è stata riportata come “assenza di effetto”.

A chiarimento di quanto riportato nella precedente Tabella 6-4, i parametri progettuali e di contesto specifici dell'opera indagata sono tali da poter consentire di ritenere non pertinenti gli effetti relativi alla C6 “Modifica dell'assetto geomorfologico”.

In particolare, la localizzazione dell'opera in progetto in un contesto privo di elementi e forme che, in atto e/o in potenza, possano determinare fenomeni di instabilità, unitamente alle tipologie di lavorazioni previste che non comportano significativi movimenti di terreno, ossia in scavi di terreno nel soprasuolo e nel sottosuolo, consentono per l'appunto di considerare non pertinente l'effetto relativo alla Modifica dell'assetto geomorfologico.

6.2.2 Interazione con il sistema dei vincoli e delle tutele

Come riportato alla precedente Tabella 6-4, la categoria di effetti “Interazione con il sistema dei vincoli e delle tutele” riguarda i rapporti intercorrenti tra le opere in progetto, da un lato, ed i beni culturali e paesaggistici di cui al D.lgs. 42/2004 e s.m.i., le aree protette intese in senso ampio e le aree soggette a vincolo idrogeologico, dall'altro.

Per quanto concerne le fonti conoscitive sulla scorta delle quali è stato ricostruito detto rapporto, queste sono rappresentate dal Geoportale della Regione autonoma della Sardegna, relativamente all'insieme

delle aree oggetto di vincolo prima indicate; inoltre, per quanto specificatamente riguarda i siti Natura 2000 si è fatto riferimento al Portale FTP del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Come illustrato nel precedente paragrafo 4.2, le opere in progetto e relative aree di cantiere previste ai fini della loro realizzazione non interessano beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi, beni paesaggistici di cui all'articolo 136 del succitato decreto, nonché aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923, mentre risultano interessati i beni paesaggistici di cui agli artt. 142 e 143 del DLgs 42/2004 e smi, le aree protette di cui alla LR 31/89 e siti della Rete Natura 2000.

Per una maggiore esplicazione delle relazioni tra l'opera in progetto e il sistema dei vincoli e delle discipline di tutela, si riporta di seguito in forma tabellare il quadro complessivo di quanto è emerso.

Tabella 6-5 Rapporto Opera – assetto vincolistico del territorio

Tipologia Area interessata		Rapporto		
		A	B	C
V.01	Interferenza con i beni culturali	•		
V.02	Interferenza con i beni paesaggistici oggetto di vincoli dichiarativi	•		
V.03	Interferenza con i beni paesaggistici tutelati ope legis			•
V.04	Interferenza con i beni paesaggistici di Piano			•
V.05	Aree naturali protette e della Rete Natura 2000			•
V.06	Aree soggette a vincolo idrogeologico	•		
Legenda				
	A	Area non interessata		
	B	Area prossima non interessata		
	C	Area interessata		
Note				
	V.01	Non si rilevano interferenze dirette con beni di cui alla Parte II del D.lgs. 42/2004 e smi		
	V.02	Non si segnala alcuna interferenza con Immobili ed aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi		
	V.03	I beni paesaggistici di cui all'art. 142 del DLgs 42/2004 interessati dalle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso risultano essere i seguenti: <ul style="list-style-type: none"> • Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di 		

battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

- Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142, comma 1, lett. c, D.lgs. 42/2004 e smi)
- Parchi e riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi (Art. 142, comma 1, lett. f, D.lgs. 42/2004 e smi)
- Zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448 (Art. 142, comma 1, lett. i, D.lgs. 42/2004 e smi).

In particolare, i territori costieri di cui all'art. 142 co. 1 lett. a) risultano interessati dalle sole opere di elettrificazione della linea ferroviaria esistente nel tratto compreso tra inizio intervento e la progressiva 1+100 circa, avente una estensione pari a circa 30 m. I territori contermini ai laghi (art. 142 co. 1 lett. b) ed i corsi d'acqua e relative fasce (art. 142 co. 1 lett. c) risultano essere le aree maggiormente rappresentative, in quanto diffusamente presenti lungo il tratto di linea ferroviaria oggetto di elettrificazione. Le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. b) risultano interessate dalla nuova SSE di Cagliari e relativa area di cantiere fisso AT.01, mentre le aree di cui all'art. 142 co. lett. c) risultano interessate dalla SSE di S. Gavino e dalle aree di cantiere fisso CA.01, CA02, AS.01, CO.01 e AS.02.

Le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. f) risultano interessate dai tratti di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione posti tra l'inizio intervento e la progressiva 9+300 circa e tra le progressive 89+520 e 90+910 circa e dalla realizzazione della SSE di Cagliari e relativa area di cantiere fisso AT.01.

Ad ogni modo, si specifica che l'intervento in progetto è corredato dalla Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A) redatta in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005 al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs. 42/2004 e smi.

V.04	<p>I beni paesaggistici di cui all'art. 143 del D.lgs. 42/2004 e smi interessati dalle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso riguardano le Zone umide costiere e la Fascia costiera.</p> <p>Nello specifico, le zone umide costiere risultano unicamente interessate dall'attraversamento della linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione nei tratti compresi tra 3+810 – 5+800 circa, 8+300 – 11+610 circa, 88+490 – 88+860 circa e 89+540 – 90+780 circa, mentre la fascia costiera risulta attraversata dalla linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione nei tratti compresi tra inizio intervento – 5+960 circa, 8+740 – 11+500 circa, 88+490 – 88+860 circa, 89+540 – 90+780 circa, nonché dalle SSE di Cagliari ed Oristano e relative aree di cantiere fisso AT.01, AT.06, AS.03, CA03 e CO.03.</p> <p>Ad ogni modo, si specifica che l'intervento in progetto è corredato dalla Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A) redatta in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005 al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs. 42/2004 e smi.</p>	<p>tali aree protette; in particolare, la SSE di Cagliari, seppur ubicata in un ambito prossimo alla Riserva naturale Santa Gilla, ne risulta comunque esterna.</p> <p>Con riferimento alle Oasi permanenti di protezione faunistica, il tratto ferroviario esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 8+000 circa e la SSE di Cagliari risultano compresi nella Oasi Molentargius, mentre il breve tratto ferroviario esistente compreso tra le progressive 4+400 e 5+000 circa si sviluppa all'interno della Oasi Santa Gilla; entrambe le Oasi risultano ubicate nel cagliaritano.</p> <p>Anche l'Oasi Pauli Maggiore, ubicata a sud di Oristano, risulta attraversata dal tratto ferroviario esistente oggetto di elettrificazione compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa.</p> <p>In ultimo, per quanto riguarda le aree a gestione speciale Ente foreste, per tali aree non si segnala alcun interessamento diretto da parte delle opere in progetto.</p> <p>Con riferimento alla Rete Natura 2000, il tratto della linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 11+000 circa risulta svilupparsi in tangenza ed in prossimità ai siti ITB040023 ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" e ITB044003 ZPS "Stagno di Cagliari", mentre il tratto compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa si sviluppa all'interno dei siti ITB030033 ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" e ITB034005 ZPS "Stagno di Pauli Maiori".</p> <p>A ciò si aggiunge la ZSC ITB030037 "Stagno di Santa Gusta" ubicata a circa 380 metri dalla linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, mentre i restanti siti Natura 2000 sono collocati a distanze superiori.</p> <p>In ragione dei rapporti intercorrenti tra le opere in progetto ed i siti Natura 2000, si specifica che è stato predisposto lo Studio per la Valutazione di Incidenza (RR0S00D22RGIM0003001A), ai sensi del DPR 12 marzo 2003, n. 120, che costituisce integrazione e modifica del DPR 8 settembre 1997, n. 357.</p>
V.05	<p>Nell'ambito del presente studio, ai sensi dell'art. 8 comma 3 lett. b) e c) delle norme del PPR, sono state considerate come aree naturali protette:</p> <ul style="list-style-type: none"> • i Parchi nazionali e regionali e le altre aree protette ai sensi della LQN 394/91; • il Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali LR 31/89; • le Oasi permanenti di protezione faunistica; • le Aree a gestione speciale Ente foreste. <p>Per quanto concerne le aree di cui alla L 394/91, non si rileva alcun interessamento diretto da parte dell'opera in progetto e relative aree di cantiere fisso.</p> <p>Con riferimento al Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali di cui alla LR 31/89, la linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione, nel tratto compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 9+300 circa risulta svilupparsi in tangenza alla Riserva naturale Santa Gilla, ubicata nel tratto sud più prossimo a Cagliari, e nel tratto compreso tra le progressive 89+520 – 90+910 circa all'interno della Riserva naturale Pauli Maiori, ubicata a sud di Oristano.</p> <p>Le opere connesse costituite dalle SSE non interessano direttamente territori afferenti a</p>	<p>V.06</p> <p>Le opere in progetto e relative aree di cantiere fisso non interessano aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923.</p>

6.2.3 Produzione di emissione e residui (A)

6.2.3.1 Modifica del clima acustico (A1)

Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

Per quanto concerne le emissioni acustiche prodotte in fase di cantiere (dimensione Costruttiva - C), le considerazioni nel seguito riportate, sono tratte dalle risultanze del documento “*Relazione Generale – Aspetti ambientali alla cantierizzazione*” (cod. RR0S00D69RGCA0000002A - e relativi allegati) sviluppato nell’ambito del presente progetto e a cui si rimanda per approfondimenti.

Di seguito si sintetizza quanto riportato al citato documento.

L’analisi degli effetti acustici prodotti dalle attività di cantiere è in generale complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché a quella dei tempi delle diverse operazioni rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora.

In breve, le macchine utilizzate nel cantiere possono essere distinte in tre categorie: semoventi, a loro volta suddivise in mezzi di trasporto (camion, carrelli elevatori, betoniere, ecc.), macchine di movimentazione terra (escavatori, pale meccaniche, perforatrici, ecc.) e macchine per finiture (rulli, vibrofinitrici, ecc.); fisse o carrellabili (compressori, gruppi elettrogeni, betoniere, seghe circolari da banco, gru, ecc.); portatili o condotte a mano (martelli demolitori, smerigliatrici, cannelli ossiacetilenici, motoseghe, ecc.).

Nelle attività di cantiere il rumore è dovuto non solo alle macchine, ma anche a svariate lavorazioni manuali che vengono eseguite con diversi attrezzi (badili, mazze, mazzette, scalpelli, picconi, ecc.).

Dall’analisi di numerosi cantieri si è osservato che nel corso di dette lavorazioni l’andamento dei livelli sonori nel tempo è privo di componenti impulsive e lo spettro in frequenza rilevato ortogonalmente alle macchine è generalmente privo di componenti tonali a partire da 5 m di distanza dalla sorgente e si presenta completamente piatto a partire da una distanza massima di 30 m dalle macchine.

Con più macchine in lavorazione contemporaneamente le caratteristiche dell’emissione della singola macchina vengono a confondersi e, all’aumentare della distanza, il rumore appare come un rombo indistinto.

Le attività in corso nel cantiere cambiano con l’avanzamento dello stato dei lavori, e conseguentemente cambiano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati contemporaneamente, generalmente in maniera non standardizzabile.

In considerazione delle ragioni sopra riportate, la metodologia di lavoro assunta ai fini della stima degli effetti acustici si è fondata sulla definizione di una serie di scenari di cantierizzazione, denominati “scenari di riferimento”, la cui definizione è stata - in termini generali – operata sulla base dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a tessuti o ricettori residenziali e/o sensibili;
- Classe acustica nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Sulla base di tali criteri sono stati identificati i seguenti scenari di riferimento, ossia quelli ritenuti più significativi sotto il profilo acustico, e le relative attività di lavorazione:

- **Scenario A:**
 - Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE.
- **Scenario B:**
 - Aree Tecniche AT.01, AT.02, AT.03, AT.04, AT.05 e AT.06 (aree funzionali alla realizzazione di singole opere, e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio/aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico);
 - Area di Stoccaggio AS.01, AS.02, AS.03 (aree ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. In tal senso, all'interno della stessa area di stoccaggio sarà prevista la formazione di cumuli tra loro separati);
 - Realizzazione scavo di sbancamento;
 - Getto delle fondazioni;
 - Realizzazione delle strutture in elevazione.

Allo scopo di rappresentare le condizioni più gravose relativamente alle aree di cantiere fisso e lavorazioni lungo linea (fronte di avanzamento dei lavori – FAL) determinate dalle diverse sorgenti, per entrambi gli scenari è stato configurato un cantiere tipologico. Il cantiere tipo considera tutte le attività presenti all’interno dei cantieri fissi e necessarie per la realizzazione delle opere in progetto.

Con il supporto del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.2, sono stati determinati i livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere sopracitate, operando in maniera quanto più realistica nel ricostruire i diversi scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Nello specifico, le ipotesi cautelative assunte nella costruzione degli scenari modellistici sono state le seguenti:

- **Considerazione dell'insieme delle lavorazioni previste**

Assunto che nella presente fase progettuale non è possibile avere una chiara definizione dell'effettiva sequenza con la quale avverranno le lavorazioni, la costruzione dei singoli scenari è stata operata considerando l'insieme di tutte quelle funzionali alla realizzazione dell'opera d'arte e/o del tratto di linea in esame.

Conseguentemente, il livello di potenza complessiva delle sorgenti risulterà essere la somma energetica del contributo di tutti i macchinari previsti per le aree di lavoro, con un valore quindi superiore rispetto a quello attribuibile alla reale lavorazione prevista per dette aree di cantiere

- **Distribuzione delle attività nel corso della giornata di lavoro**

Come evidenziato in precedenza, la cantierizzazione dell'opera in progetto è connotata dal prevedere, per alcune attività, il loro svolgimento su un turno di lavoro notturno (22 – 06) per lo scenario A, ed uno diurno (06 – 22) per lo scenario B.

Ciò premesso, in ragione dell'assenza di una precisa definizione della distribuzione delle lavorazioni nel corso della giornata di lavoro (aspetto non pertinente alla presente fase progettuale), anche in questo caso si è proceduto adottando ipotesi quanto più cautelative.

- **Numero e caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati**

Stante l'impossibilità di conoscere l'effettiva sequenza con la quale avverranno le lavorazioni e, conseguentemente del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto assumendo l'intero insieme dei mezzi d'opera funzionali alla realizzazione dell'opera d'arte e/o del tratto di linea considerato.

- **Tipologia di sorgenti considerate**

Lo studio modellistico condotto ha considerato per gli scenari, le attività delle aree di cantiere fisso e lungo il fronte avanzamento lavori.

- **Percentuali di impiego e di attività effettiva**

Anche la scelta delle percentuali di impiego e di attività effettiva è stata improntata a fini cautelativi.

In merito alle risultanze dello studio modellistico, relativamente allo scenario A, a valle dell'analisi delle simulazioni effettuate si è osservato che nel corso di dette lavorazioni, svolte in condizioni di prossimità / attraversamento delle aree della rete Natura 2000, si verificano superamenti dei limiti normativi.

Tuttavia, si sottolinea come l'attività relativa allo scavo per l'installazione dei pali TE prevede una durata di circa un'ora per ogni singolo scavo, periodo temporale oltre il quale le attività lavorative, ed i relativi effetti acustici, si spostano presso la postazione di scavo del successivo palo. Di conseguenza i potenziali superamenti dovuti al periodo di attività di scavo effettuata con escavatore con nastro di carico sono limitati da un punto di vista temporale ad una sola ora nel periodo notturno.

Pertanto, non si è ritenuto opportuno prevedere l'adozione di barriere antirumore per l'attività di scavo dei pali TE.

Relativamente allo scenario di simulazione B, pur a fronte delle ipotesi adeguatamente cautelative assunte nello scenario modellato (numero dei macchinari all'interno del cantiere e rispettiva percentuale di impiego; terreno pianeggiante e privo di alcun tipo di schermatura naturale e/o artificiale tra la sorgente e il ricettore) dai risultati delle simulazioni si è evinto come fosse necessario ricorrere ad interventi di mitigazione specifici, quali barriere antirumore.

Si è quindi proceduto con l'inserimento di barriere antirumore di tipo mobile con un'altezza di 5 metri, disposte in corrispondenza dei margini delle aree di lavoro che presentano delle criticità, disposte lungo le aree di lavoro per la realizzazione delle sottostazioni elettriche SSE02 e SSE06, e dell'area di stoccaggio AS.03, per un totale di 460 metri.

L'effetto della barriera antirumore risulta essere significativo, in quanto consente di limitare notevolmente il livello di pressione sonora e di conseguenza a ridurre la distanza alla quale si raggiunge il limite acustico. Appare perciò evidente come detti interventi consentano il miglioramento del clima acustico generale e di ridurre il numero dei ricettori potenzialmente esposti a livelli acustici superiori ai valori limite considerati.

Si sottolinea come i risultati delle simulazioni tipologiche per lo scenario B siano state applicate alle aree di cantiere ritenute più critiche sotto il profilo degli effetti acustici legati alle attività di cantiere. Le analisi sono infatti focalizzate sulle situazioni ritenute più critiche sotto l'aspetto della localizzazione delle aree di cantiere rispetto ai ricettori residenziali più vicini. Per le aree di cantiere non analizzate nel Progetto Ambientale alla Cantierizzazione, si sono ritenuti infatti trascurabili i potenziali effetti sul clima acustico generati dalle attività di realizzazione delle opere.

Posto che le risultanze degli studi modellistici condotti sono ampiamente condizionati dalle ipotesi cautelative assunte sia con riferimento alla definizione dei dati di input che rispetto alla stima dei livelli

acustici attesi, è possibile ad ogni buon conto affermare che la previsione di barriere antirumore, di tipo fisso, consente di ridurre considerevolmente i livelli acustici presso tutti i ricettori potenzialmente interferiti dai valori di immissione acustica generati dalle attività in progetto.

Rispetto a tale generalizzata situazione, le stime condotte hanno evidenziato alcune situazioni di possibile superamento dei limiti di immissione assunti. Di conseguenza dopo aver messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere ai Comuni in esame, una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

Tabella 6-6 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori		Tipologia effetti		Dim.	Significatività
A	Produzione di emissioni e residui	A1	Modifica del clima acustico	C	S2
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa

Relativamente alle emissioni acustiche prodotte in fase di esercizio (dimensione Operativa - O), le considerazioni nel seguito riportate, sono tratte dalle risultanze del documento "Relazione analisi acustica preliminare" (cod. RR0S00D22RGIM0004001A - e relativi allegati) sviluppato nell'ambito del presente progetto e a cui si rimanda per approfondimenti.

Sintetizzando quanto riportato nel documento di cui sopra, l'oggetto della progettazione in oggetto è l'elettrificazione della tratta Cagliari-Oristano della linea ferroviaria Cagliari- Golfo Aranci. L'analisi

dell'impatto acustico svolta si fonda sull'assenza di variazioni planoaltimetriche del tracciato, constando l'intervento unicamente dell'elettrificazione della tratta di progetto.

Il metodo utilizzato confronta, quindi, l'impatto acustico nel periodo diurno e notturno derivante dal modello di esercizio attuale con il materiale rotabile odierno (diesel) e quello derivante dal modello di esercizio di progetto con treni a trazione elettrica.

A valle del confronto, si evidenzia come il nuovo metodo di trazione comporti un impatto acustico più contenuto. Ciò implica che gli interventi di mitigazione acustica individuati dal Piano di Risanamento Acustico (redatto ai sensi del DM Ambiente n. 141 del 29/11/2000) risultino di fatto più che esaurienti al fine della mitigazione della linea elettrificata.

Si procederà quindi a individuare quali sono gli interventi previsti dal Piano di Risanamento Acustico lungo la tratta Cagliari – Oristano.

Nello specifico, l'iter metodologico secondo il quale è stata elaborata detta analisi acustica si è articolato nelle seguenti fasi di lavoro:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalla Classificazione Acustica dei comuni all'interno dei quali ricade la linea ferroviaria oggetto di studio.
- Caratterizzazione dei livelli acustici ante e post operam. Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN. Come anticipato, la metodologia di valutazione dell'impatto acustico dell'intervento di elettrificazione della linea Cagliari – Oristano prevede la stima della variazione di tale impatto rispetto alla situazione attuale, con treni diesel. La situazione attuale, difatti, è oggetto della mitigazione da parte del Piano di Risanamento Acustico. In particolare, sono stati simulati due scenari: prima quello attuale con i treni diesel (ALn 668 da PRA) e quindi quello di progetto con i treni a trazione elettrica (REG-MET da PRA). Al fine di individuare l'impatto acustico massimo, all'interno del modello di esercizio è stata scelta la tratta più impattante per numerosità dei treni e per velocità. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici di norma, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture lineari di trasporto concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

In merito alle risultanze delle simulazioni acustiche, di seguito si riportano le sezioni dei livelli equivalenti simulati nei periodi diurno e notturno nei due scenari con treni a trazione diesel (Figura 6-4 e Figura 6-6) e con treni a trazione elettrica (Figura 6-5 e Figura 6-7).

In particolare, sono state rappresentate due differenti sezioni, una relativa alla fascia A (distanze dall'infrastruttura entro i 100m, Figura 6-4 e Figura 6-5) e una di area vasta in campo libero che illustra l'andamento delle isofoniche in entrambe le fasce (fino a 250m, Figura 6-6 e Figura 6-7). Nelle sezioni relative alla fascia A è stato inserito un edificio di 3 piani a 30m dall'asse ferroviario per evidenziare i livelli raggiunti in facciata a una distanza pari al limite di edificabilità.

Nelle sezioni sono indicate le fasce di pertinenza acustica, in rosso la fascia A (100m) e in blu la fascia B (250m). Le isofoniche relative ai limiti di fascia, quando visibili, sono colorate analogamente (rossa per il limite della fascia A e blu per il limite della fascia B). Chiaramente sono indicati soltanto i limiti relativi al periodo mostrato nella sezione, diurno o notturno.

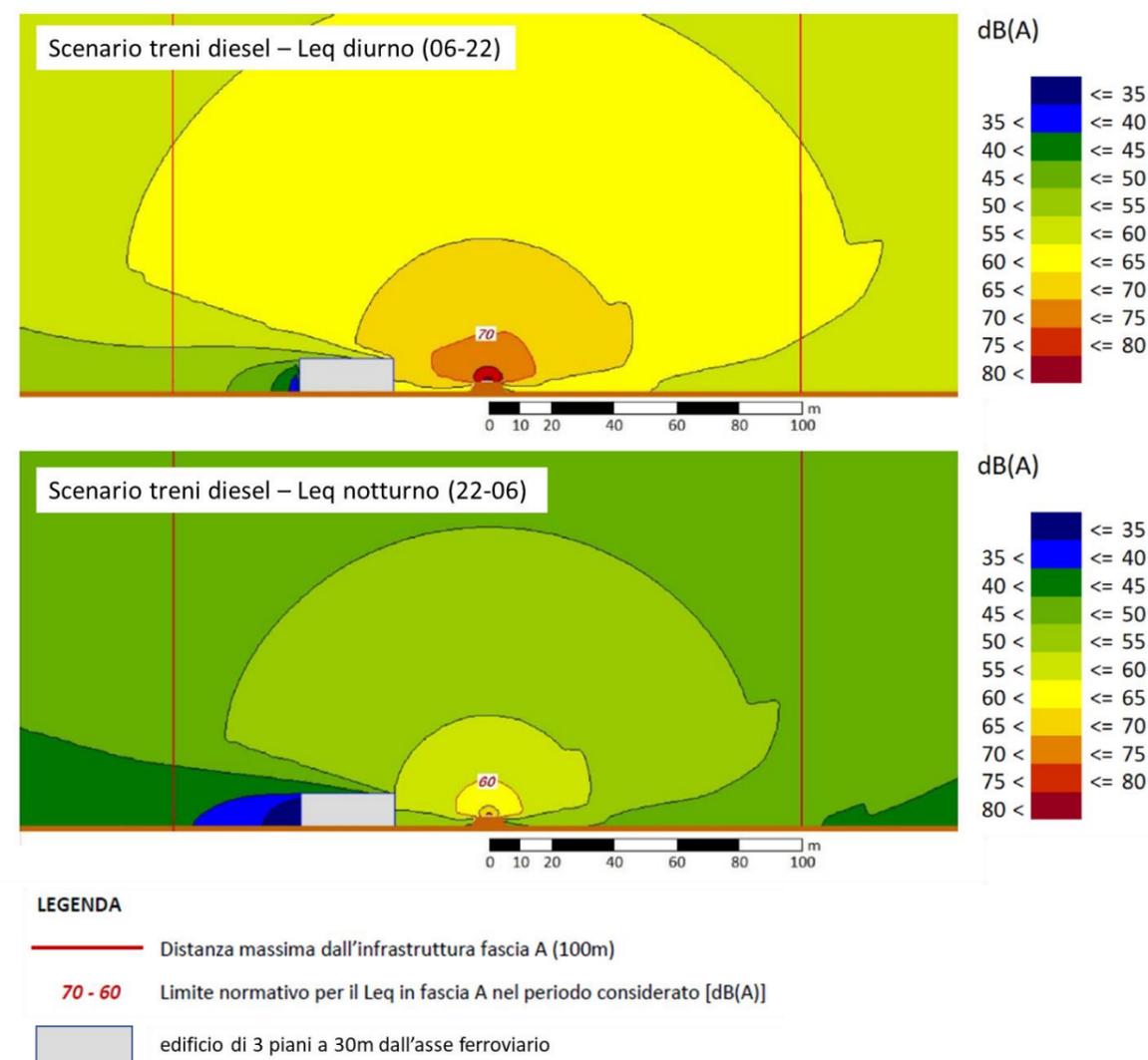


Figura 6-4 Sezione simulazione acustica dei livelli equivalenti diurni e notturni con il modello di esercizio più impattante per numerosità e velocità considerando treni diesel

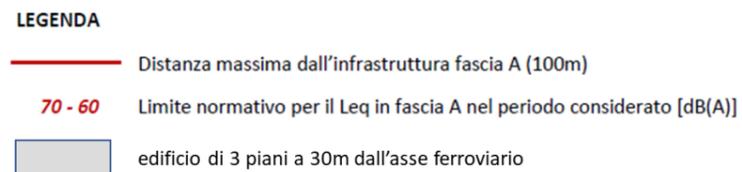
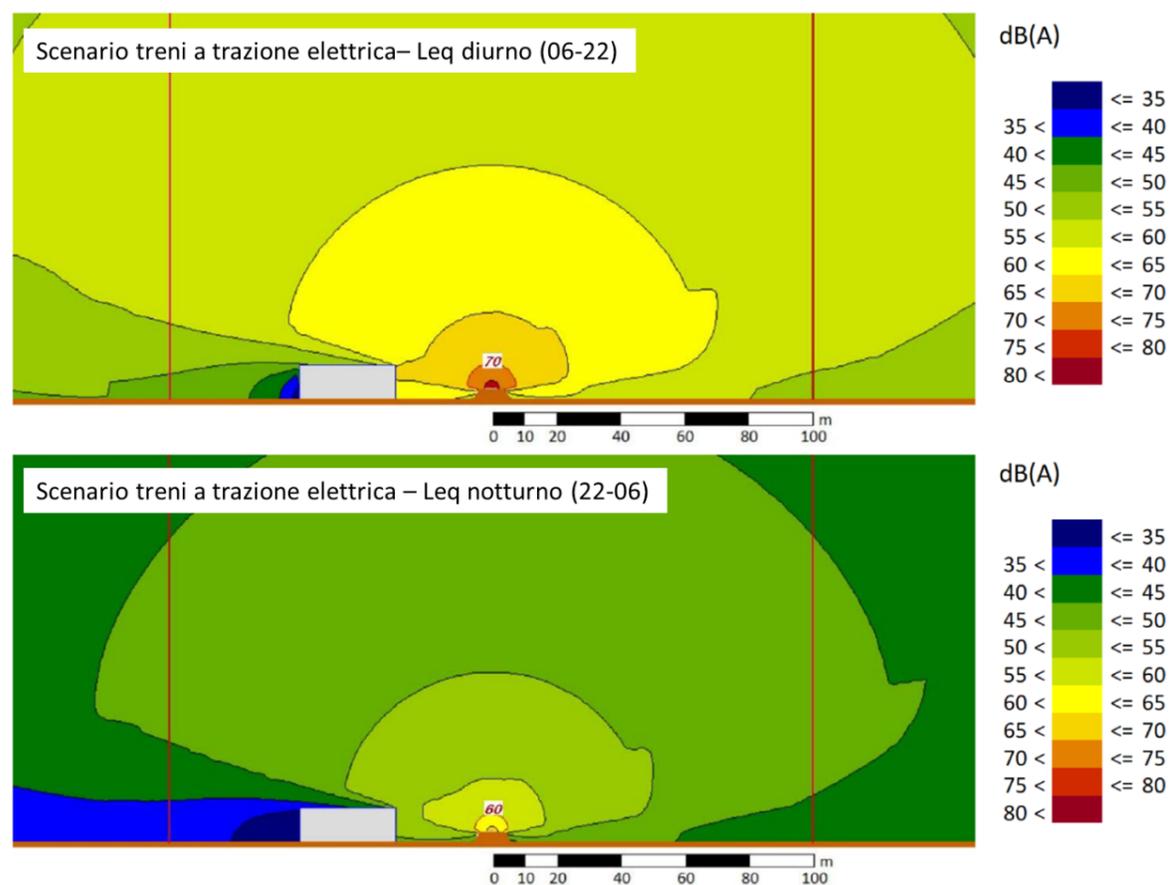


Figura 6-5 Sezione simulazione acustica dei livelli equivalenti diurni e notturni con il modello di esercizio più impattante per numerosità e velocità considerando treni a trazione elettrica

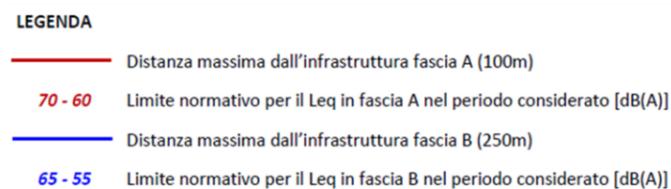
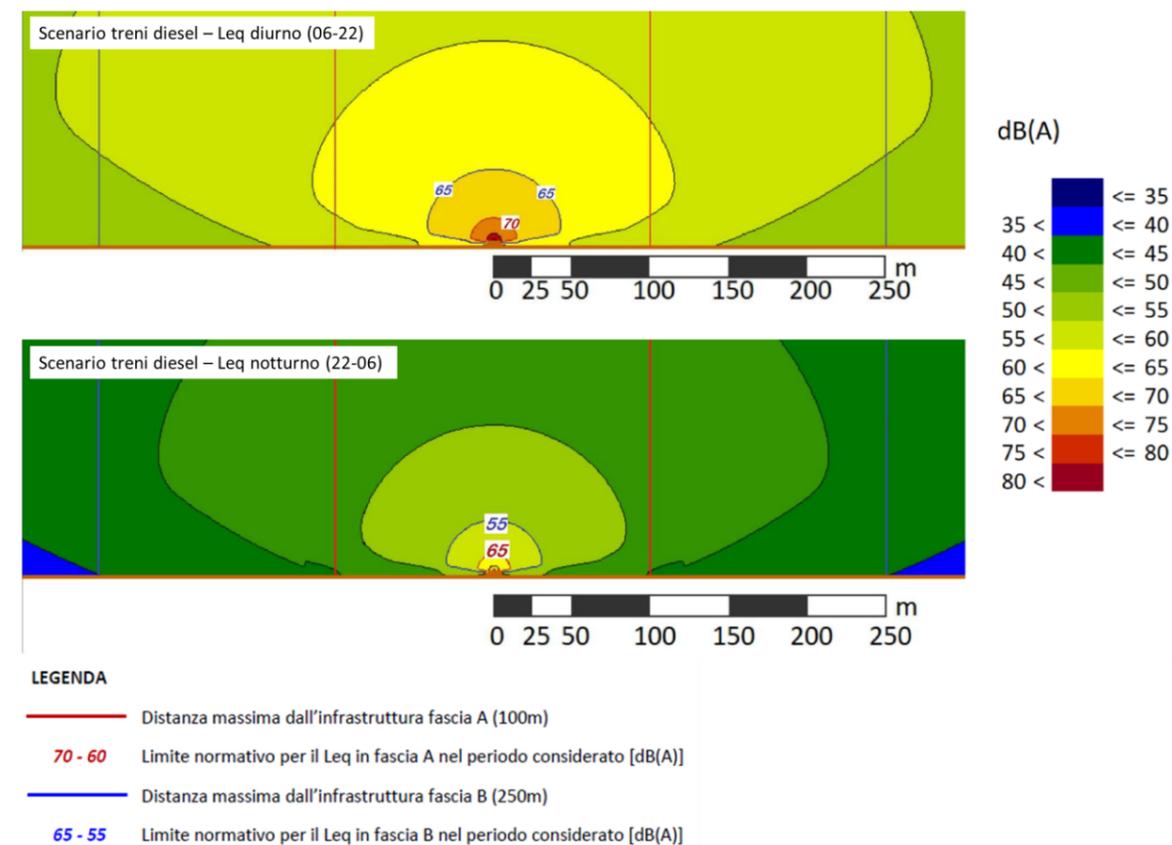
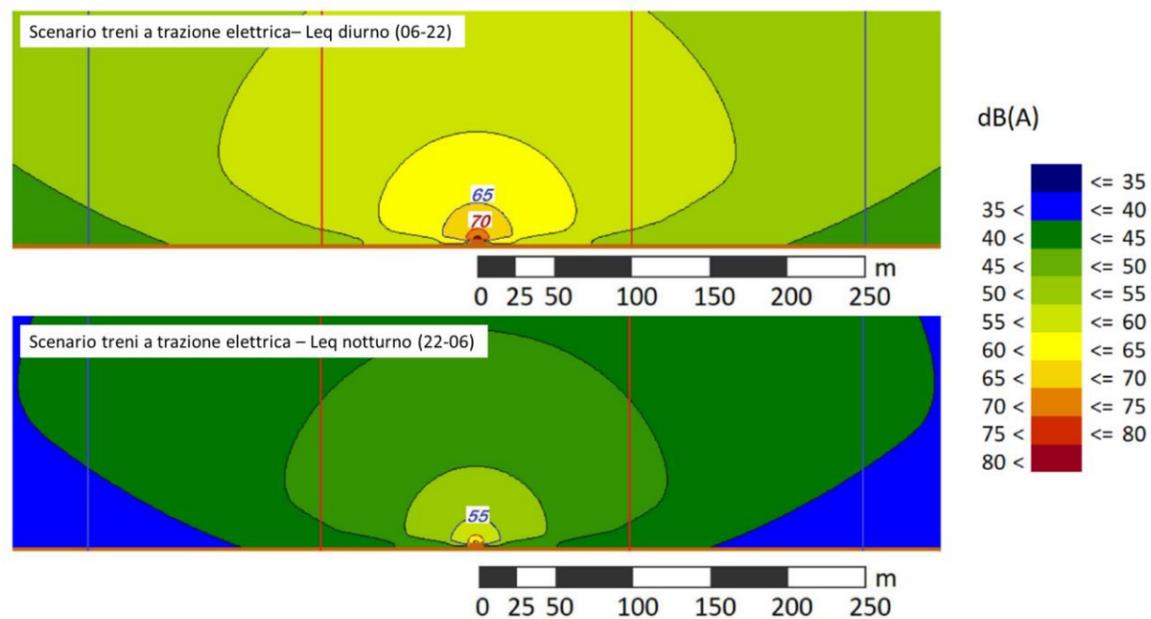


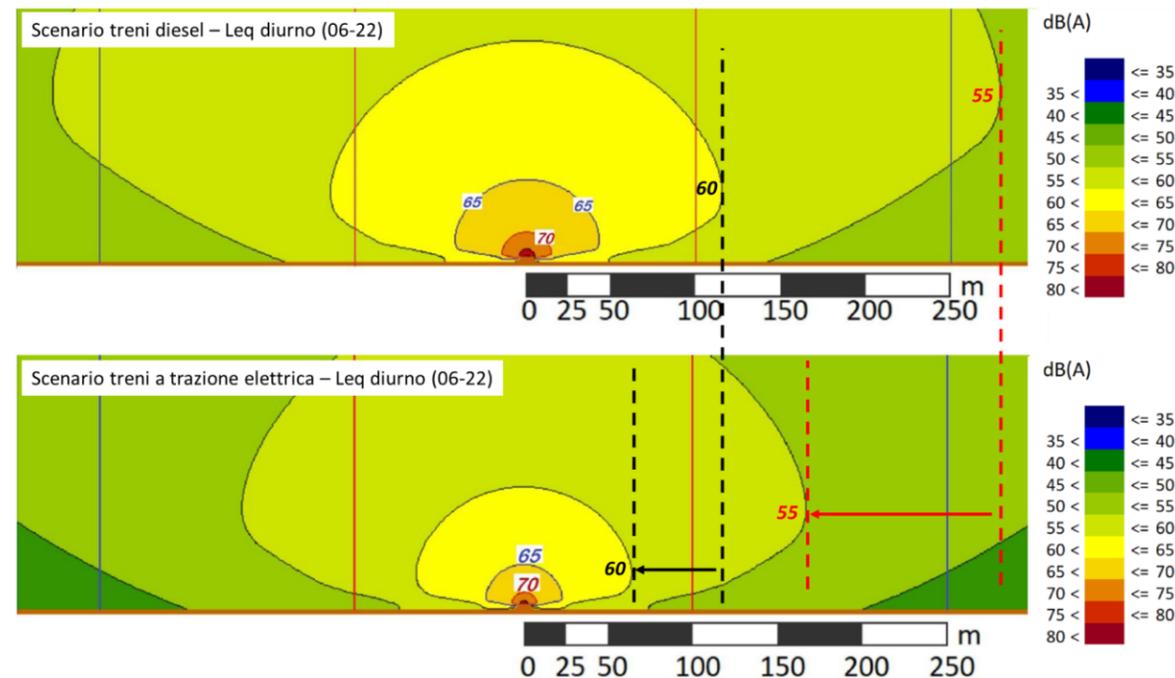
Figura 6-6 Sezione di area vasta della simulazione acustica dei livelli equivalenti diurni e notturni con il modello di esercizio più impattante per numerosità e velocità considerando treni diesel



LEGENDA

- Distanza massima dall'infrastruttura fascia A (100m)
- 70 - 60 Limite normativo per il Leq in fascia A nel periodo considerato [dB(A)]
- Distanza massima dall'infrastruttura fascia B (250m)
- 65 - 55 Limite normativo per il Leq in fascia B nel periodo considerato [dB(A)]

Figura 6-7 Sezione di area vasta della simulazione acustica dei livelli equivalenti diurni e notturni con il modello di esercizio più impattante per numerosità e velocità considerando treni a trazione elettrica



LEGENDA

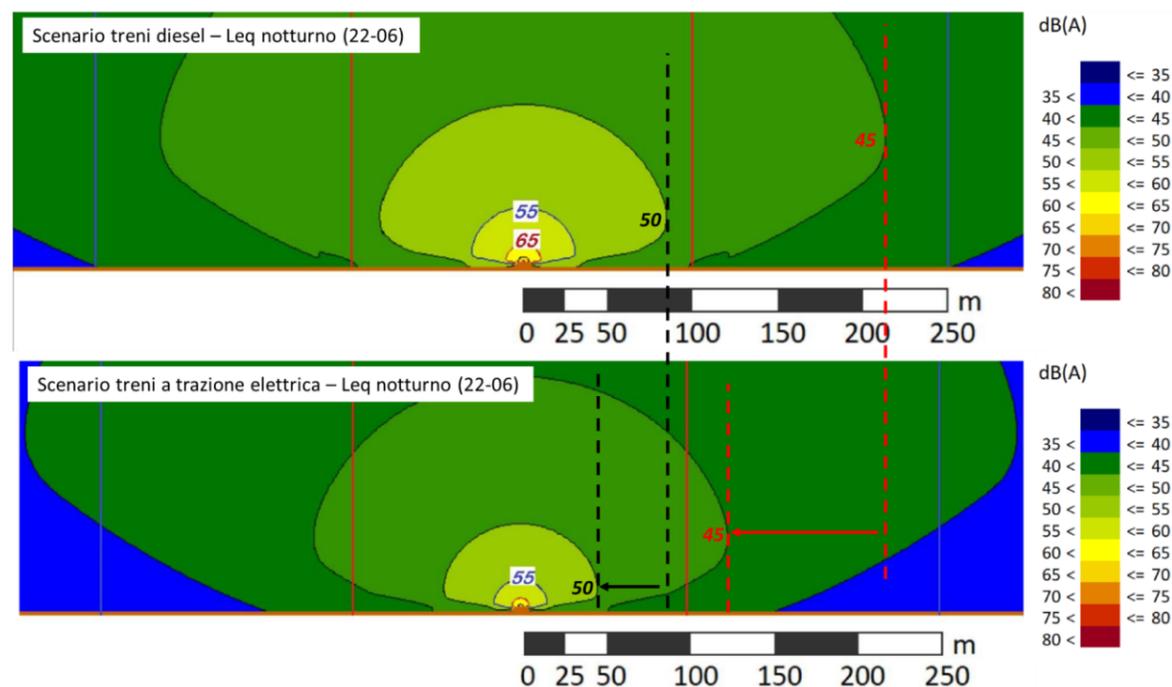
- Distanza massima dall'infrastruttura fascia A (100m)
- 70 - 60 Limite normativo per il Leq in fascia A nel periodo considerato [dB(A)]
- Distanza massima dall'infrastruttura fascia B (250m)
- 65 - 55 Limite normativo per il Leq in fascia B nel periodo considerato [dB(A)]

Figura 6-8 Sezione di area vasta della simulazione acustica del livello equivalente diurno – confronto tra modello con treni diesel e treni a trazione elettrica

Dalle sezioni tipologiche di un tratto in rilevato riportate in Figura 6-4, Figura 6-5, Figura 6-6 e Figura 6-7 si evidenzia come un edificio di 3 piani posto a 30m dall'asse della ferrovia non superi i limiti relativi alla fascia di pertinenza acustica A (da 0 a 100m), né nel periodo diurno (70 dB(A)) né in quello notturno (60 dB(A)). In entrambi gli scenari, sia quello con treni diesel attuali (Figura 6-4 e Figura 6-6), sia quello che prevede treni a trazione elettrica di progetto (Figura 6-5 e Figura 6-7), i limiti di soglia diurni e notturni sono rispettati in entrambe le fasce.

In particolare, si nota come le distanze a cui i limiti sono raggiunti risultano sostanzialmente minori per i treni a trazione elettrica in entrambi i periodi di riferimento. Relativamente al periodo diurno, prendendo ad esempio come riferimento le curve di isolivello acustico in Leq(A) dei 60 e 55 dB(A), si nota come la distanza rispetto alla sorgente si riduca rispettivamente da circa 120 a 65 metri, pari ad una riduzione di 55 metri, e da circa 280 a 170 metri, pari ad una diminuzione di 110 metri (cfr. Figura 6-8)

Analogamente, per quanto concerne il periodo notturno, prendendo ad esempio come riferimento le curve di isolivello acustico in Leq(A) dei 50 e 45 dB(A), si nota come la distanza rispetto alla sorgente si riduca rispettivamente da circa 80 a 45 metri, pari ad una riduzione di 35 metri, e da circa 210 a 120 metri, pari ad una diminuzione di 90 metri (cfr. Figura 6-9).



LEGENDA

- Distanza massima dall'infrastruttura fascia A (100m)
- 70 - 60 Limite normativo per il Leq in fascia A nel periodo considerato [dB(A)]
- Distanza massima dall'infrastruttura fascia B (250m)
- 65 - 55 Limite normativo per il Leq in fascia B nel periodo considerato [dB(A)]

Figura 6-9 Sezione di area vasta della simulazione acustica del livello equivalente notturno – confronto tra modello con treni diesel e treni a trazione elettrica

Si può affermare, quindi, che la realizzazione del presente progetto di elettrificazione comporterà un miglioramento dal punto di vista acustico a parità di modello di esercizio.

Per questo motivo gli interventi di mitigazione acustica individuati dal Piano di Risanamento Acustico, redatto ai sensi ai sensi del DM Ambiente n. 141 del 29/11/2000, risultano cautelativi rispetto alla situazione di progetto.

Tabella 6-7 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori	Tipologia effetti		Dim.	Significatività
A Produzione di emissioni e residui	A1	Modifica del clima acustico	O	-

Legenda	
S0	Assenza di effetto
S1	Effetto trascurabile
S2	Effetto scarsamente significativo
S3	Effetto mediamente significativo
S4	Effetto significativo
S5	Altamente significativo

6.2.3.2 Modifica delle condizioni di qualità dell'aria e livelli gas climalteranti (A2)

Impostazione metodologica

Rimandando a quanto con maggior dettaglio riportato nel Progetto ambientale della cantierizzazione (RR0S00D69RGCA0000001A) per una più dettagliata trattazione di tutti i dati e le informazioni concernenti le analisi condotte ai fini della stima della modifica delle condizioni di qualità dell'aria determinate dalle attività di cantierizzazione, il presente paragrafo finalizzato a ricapitolare il lavoro svolto ed a documentarne le risultanze atte a sostanziare la significatività degli effetti attesi.

Per quanto concerne il tema relativo alla modifica dei livelli di gas climalteranti, si rimanda allo specifico contributo di cui al capitolo 9.

Le analisi sviluppate

La presente analisi atmosferica ha lo scopo di stimare la quantità di inquinante prodotta durante le lavorazioni al fine di valutare la sua dispersione in atmosfera.

Come noto, le attività più significative in termini di emissioni, ossia le principali sorgenti emissive, sono costituite dalle attività di movimento terra e dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri, ragione per la quale, i parametri inquinanti da considerare ai fini della stima dell'effetto prodotto dalle attività di cantierizzazione nel loro complesso, sono individuabili nei seguenti termini:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);

- ossidi di azoto (NO_x).

Muovendo da tale preliminare inquadramento del tema, l'impostazione metodologica sulla scorta della quale sono state sviluppate le analisi documentate all'interno del Progetto ambientale della cantierizzazione è discesa dall'analisi ambientale dell'opera in progetto e, segnatamente, dalla sua parte dedicata al sistema della cantierizzazione (cfr. par. 3.3)

In forza di quanto riportato nel precedente paragrafo e, in particolare, della conseguente individuazione degli scenari significativi, lo studio si è articolato in due parti:

1. Scenario A: analisi delle concentrazioni di PM10 e NO_x dovute alle attività di realizzazione della linea di contatto effettuata tramite studio modellistico;
2. Scenario B: analisi emissiva relativa al PM10 connessa alle lavorazioni per la realizzazione delle sottostazioni elettriche ed alle attività dei cantieri fissi.

In merito alla prima analisi, per quanto riguarda le tipologie di attività/aree di cantiere prese in considerazione, si è fatto riferimento alle attività connesse al fronte di avanzamento lavori in termini di scavo per le opere di fondazione dei pali TE (come ampiamente descritto al par 3.3.2).

In merito, invece, alla seconda analisi, al fine di valutare una situazione tipologica, è stata condotta una valutazione a livello emissivo per caratterizzare la realizzazione delle sottostazioni elettriche e stimare quanto incide la movimentazione di materiale polverulento connessa alla realizzazione degli scavi di sbancamento, in termini di emissioni di PM10 (g/s), sui ricettori presenti nell'intorno delle aree di cantiere. Tale valutazione è stata condotta secondo le "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPA Toscana.

Sintesi dei dati di input

Rimandando al Progetto ambientale della cantierizzazione per ogni approfondimento, nel seguito sono sintetizzati, per lo scenario A oggetto di simulazione modellistica, i seguenti dati di input:

1. Sorgenti emissive considerate, con riferimento a:
 - 1a. aree associate alle lavorazioni previste;
 - 1b. Numero e tipologia dei mezzi d'opera;
2. Calcolo dei fattori di emissione per le aree di lavoro;
3. Caratteristiche della maglia di calcolo

4. Ricettori.

Prima di entrare nel merito dei singoli dati di input che sono stati implementati nello studio modellistico relativo allo scenario A, nel seguito sono sintetizzate le principali scelte metodologiche ed i riferimenti di letteratura assunti ai fini della stima dei fattori di emissione.

In breve, la stima dei fattori di emissione ha riguardato le seguenti tipologie di sorgenti emissive:

- a. Le lavorazioni previste in ogni area di cantiere considerata;
- b. L'erosione del vento dai cumuli;
- c. L'operatività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere, in termini di emissioni contenute nei gas di scarico dei relativi motori, assimilandole a sorgenti emissive areali.

Ai fini della stima dei fattori di emissione relativi alle attività di cantierizzazione si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>) ed in particolare alla sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" relativamente alle tipologie di fonti di emissione di cui alla Tabella 6-8.

Tabella 6-8 Fonti emissive considerate e riferimenti al manuale EPA – AP42 per la stima dei fattori di emissione

Fonti di emissione	Rif EPA – AP42
Accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (Aggregate Handling and Storage Piles)	EPA AP42 - 13.2.4
Erosione del vento dai cumuli (Wind Erosion)	EPA AP42 - 13.2.5

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E_i). Il fattore di emissione E_i dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i$$

dove:

- Q(E)_i emissione dell'inquinante i (ton/anno)
- A indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati)

- Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante)

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (n. di mezzi in circolazione).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- N. ro 8 ore lavorative / giorno.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

L'applicazione dei sopra citati modelli di stima dei fattori di emissione ed i valori risultanti da tali applicazioni vengono riportati integralmente nel documento "Piano Ambientale della Cantierizzazione" (RR0S00D69RGCA0000001A), al quale si rimanda per gli approfondimenti sul tema.

Scenario A oggetto di simulazione modellistica

1a – Aree di cantiere e sorgenti emissive associate

Lo scenario in oggetto prevede uno studio modellistico finalizzato alla stima delle concentrazioni di PM10 ed NOx associate alle attività di scavo delle opere di fondazione dei pali della TE, lungo la linea ferroviaria posta in prossimità e/o attraversamento delle Aree Rete Natura 2000 ed al conseguente confronto con i limiti normativi (D. Lgs. 155/2010). Tale scenario risulta dunque caratterizzato dalla presenza di un'area mobile associata al fronte avanzamento lavori per la realizzazione delle operazioni di scavo menzionate le quali, come più volte evidenziato, saranno condotte mediante treno cantiere.

Nella successiva Tabella 6-9 sono riassunte le tipologie di sorgenti emissive areali associate al fronte di avanzamento lavori.

Tabella 6-9 Sorgenti emissive areali associate al fronte avanzamento lavori per la realizzazione degli interventi inerenti alla linea di contatto (scenario A)

ID	Sorgenti emissive areali
Area fronte avanzamento lavori	Carico e scarico del materiale polverulento
	Erosione del vento sui cumuli di materiale depositato
	Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere

1b – Numero e tipologia dei mezzi d'opera

Il numero e la tipologia dei mezzi d'opera considerati per la realizzazione delle lavorazioni lungolinea sono riportati nella Tabella 6-10.

Tabella 6-10 Tipologia e numero di mezzi d'opera considerati per lo scenario A

Area di cantiere	N.	Tipologia mezzi d'opera
Area di lavoro lungolinea	1	Escavatore con nastro di carico

Si specifica, inoltre, come ai fini delle simulazioni modellistiche non siano stati presi in considerazione i traffici di cantiere, posto che – come detto – l'utilizzo del treno cantiere di fatto annulla detta tipologia di sorgente.

2 - Calcolo dei fattori di emissione

Rimandando nuovamente a quanto a tal riguardo più diffusamente riportato nel Progetto ambientale della cantierizzazione, nel seguito è riportata la sintesi della stima dei fattori di emissioni per la sorgente areale (cfr. Tabella 6-11).

Tabella 6-11 Fattori di emissione per l'area di lavoro lungolinea (fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor")

Area	Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM [lb/h]	EF del NOx [lb/h]	EF del PM10 [g/s]	EF del NOx [g/s]
Area di lavoro lungolinea	Escavatore	175	0,017	0,338	0,0021	0,043

3 – Griglia di calcolo

Le principali caratteristiche della maglia di calcolo sono riportate nella Tabella 6-12.

Tabella 6-12 Caratteristiche maglia di calcolo

Coordinate del centro della maglia Asse X	501299,77 [m E]
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4347998,17 [m N]
Passo lungo l'asse X	9,95 [m]
Passo lungo l'asse Y	7,21 [m]
N° di punti lungo l'asse X	21
N° di punti lungo l'asse Y	21
N° di punti di calcolo totali	441

4 – Ricettori

Al fine di evidenziare la distribuzione degli inquinanti lungo il fronte avanzamento lavori, è stata presa in esame una rete di ricettori virtuali. Tali ricettori sono da considerarsi punti mobili posti lungo tutta la linea coinvolta dalle lavorazioni. In particolare, è stato considerato un totale di n. 30 ricettori in cui le distanze fissate sono quelle evidenziate nella Figura 6-10.

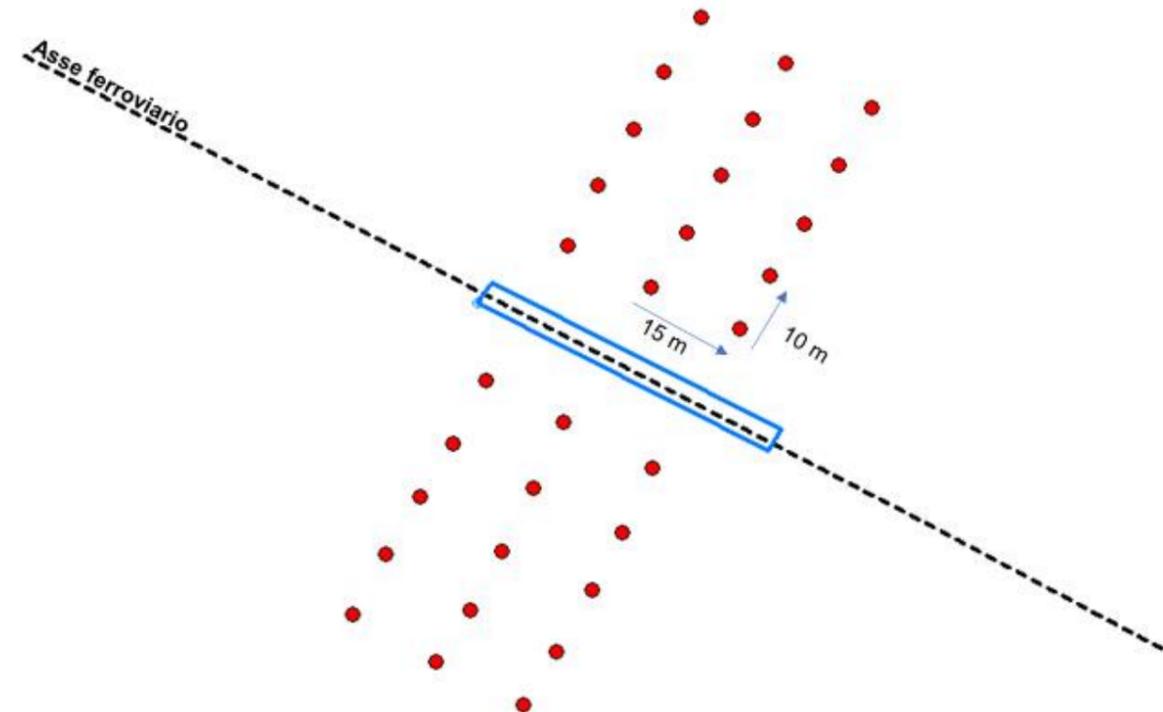


Figura 6-10 Localizzazione della rete di ricettori virtuali rispetto all'asse ferroviario ed all'area di lavorazione del treno cantiere (evidenziata in azzurro)

Nello specifico, presa a riferimento l'area di emissione posta sull'asse ferroviario, è stata considerata una sezione ortogonale al suddetto asse estesa tra -50 e +50 metri in modo da analizzare come, spostandosi ad intervalli di 10 metri dall'asse ferroviario, tendono a distribuirsi le concentrazioni di inquinante al variare della distanza.

Scenario B – Analisi dello studio emissivo

Il presente scenario è stato sviluppato al fine di avere una valutazione preliminare dell'entità del livello di inquinamento prodotto dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche e stimare quanto incide, sui ricettori presenti, in termini di PM10 (g/s), la movimentazione di materiale polverulento connessa alla realizzazione degli scavi di sbancamento. Tale valutazione è stata condotta secondo le "Linee Guida per la valutazione

delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPA Toscana ¹⁸

In aggiunta alle lavorazioni connesse alla realizzazione delle sottostazioni elettriche sono da considerare anche le attività associate alle aree di cantiere fisso, in particolare alle aree di stoccaggio.

Secondo detto approccio, sono state stimate le emissioni di PM₁₀, quantificate in grammi/ora (g/h), associate alle attività per la realizzazione dello scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE. Tali emissioni sono ottenute sommando i fattori di emissione dovuti ai gas di scarico di mezzi e macchinari coinvolti nelle lavorazioni a quelli riconducibili alle operazioni relative al carico e scarico del materiale necessario per le attività di cantiere.

Rimandando al Progetto ambientale della cantierizzazione per quanto riguarda la documentazione dei singoli dati di input che hanno condotto alla loro stima, nelle tabelle seguenti sono riportati i fattori di emissioni associati alle lavorazioni di scavo di sbancamento e alle aree di stoccaggio.

Tabella 6-13 Emissioni di PM10 associate alle lavorazioni dello scenario B

Operatività mezzi	N°	Mezzi	Emissione PM10 (g/s)
	1	Escavatore	0,002
	1	Pala Gommata	0,003
	1	Autocarro	0,002
	Totale		0,0070
Operazioni carico/scarico			0,0013
Fattore di emissione totale			0,0083

Tabella 6-14 Fattori di emissione totali per il PM10 associati alle lavorazioni dello scenario B

Fattore di emissione totale PM10 (g/s)	Fattore di emissione totale PM10 (g/h)
0,0083	30,096

Note le suddette emissioni è stato possibile confrontare tali valori con le soglie suggerite dalle Linee Guida di ARPA Toscana. Prendendo infatti in considerazione il caso corrispondente ad un'attività di cantiere superiore ai 300 giorni annui e ad una distanza dai ricettori compresa tra i 0 e i 50 metri, (cfr. Tabella 6-15), nelle due condizioni maggiormente critiche nei pressi del Comune di Decimo Manno ed Oristano, si può osservare come le emissioni prodotte (circa 30 g/h) risultino essere inferiori alla soglia di 73 g/h e pertanto irrilevanti per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana.

Tabella 6-15 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorno/anno (fonte: Linee guida ARPAT)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 + 50	<73	Nessuna azione
	73 + 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 + 100	<156	Nessuna azione
	156 + 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 + 150	<304	Nessuna azione
	304 + 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 + 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

Dati di output del modello di simulazione (Scenario A)

Nel seguito vengono mostrati i risultati ottenuti a seguito della simulazione modellistica. Si ricorda che i dati di output sono stati elaborati prendendo a riferimento una rete di ricettori virtuali posti lungo il fronte avanzamento lavori. Inoltre, le concentrazioni di inquinanti (PM10 ed NOx) sono state stimate in funzione della distanza dei suddetti ricettori dalla sorgente emissiva areale rappresentata dall'escavatore con nastro di carico utilizzato per le operazioni di scavo finalizzate alla realizzazione della linea di contatto.

I valori tabellati che seguono mostrano dunque le concentrazioni stimate dal modello puntualmente su ciascuno dei trenta ricettori presi a riferimento, in via esemplificativa, per la simulazione, senza il contributo dovuto al fondo.

¹⁸ Piano Regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA) Regione Toscana - Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive
<https://www.regione.toscana.it/documents/10180/14289806/PRQA+All2+Documento+tecnico+valori+limite.pdf/55305a99-ae41-4aa5-a6d0-053c9a9aadf6>

Si rimanda all'elaborato del Piano Ambientale della Cantierizzazione per maggiori approfondimenti sul tema.

Tabella 6-16 Concentrazioni stimate in corrispondenza dei ricettori virtuali per lo scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R1	0,003	0,072
R2	0,005	0,100
R3	0,007	0,149
R4	0,012	0,252
R5	0,028	0,571
R6	0,018	0,363
R7	0,006	0,128
R8	0,003	0,066
R9	0,002	0,040
R10	0,001	0,027
R11	0,003	0,072
R12	0,005	0,102
R13	0,007	0,154
R14	0,013	0,276
R15	0,030	0,618
R16	0,021	0,435
R17	0,007	0,156
R18	0,004	0,080
R19	0,002	0,050
R20	0,001	0,035

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R21	0,003	0,059
R22	0,004	0,085
R23	0,006	0,135
R24	0,012	0,241
R25	0,026	0,533
R26	0,019	0,397
R27	0,008	0,161
R28	0,004	0,094
R29	0,003	0,059
R30	0,002	0,042

Le mappe diffusionali emerse dalle simulazioni modellistiche sono riportate nel seguito. Tali mappe rappresentano la previsione delle concentrazioni degli inquinanti previsti dalla normativa vigente (D. Lgs. 155/2010), ovvero PM₁₀ ed NO_x. Nello specifico le mappe di ricaduta sono espresse in termini di media annua, sia per il PM₁₀ che per l'NO_x.

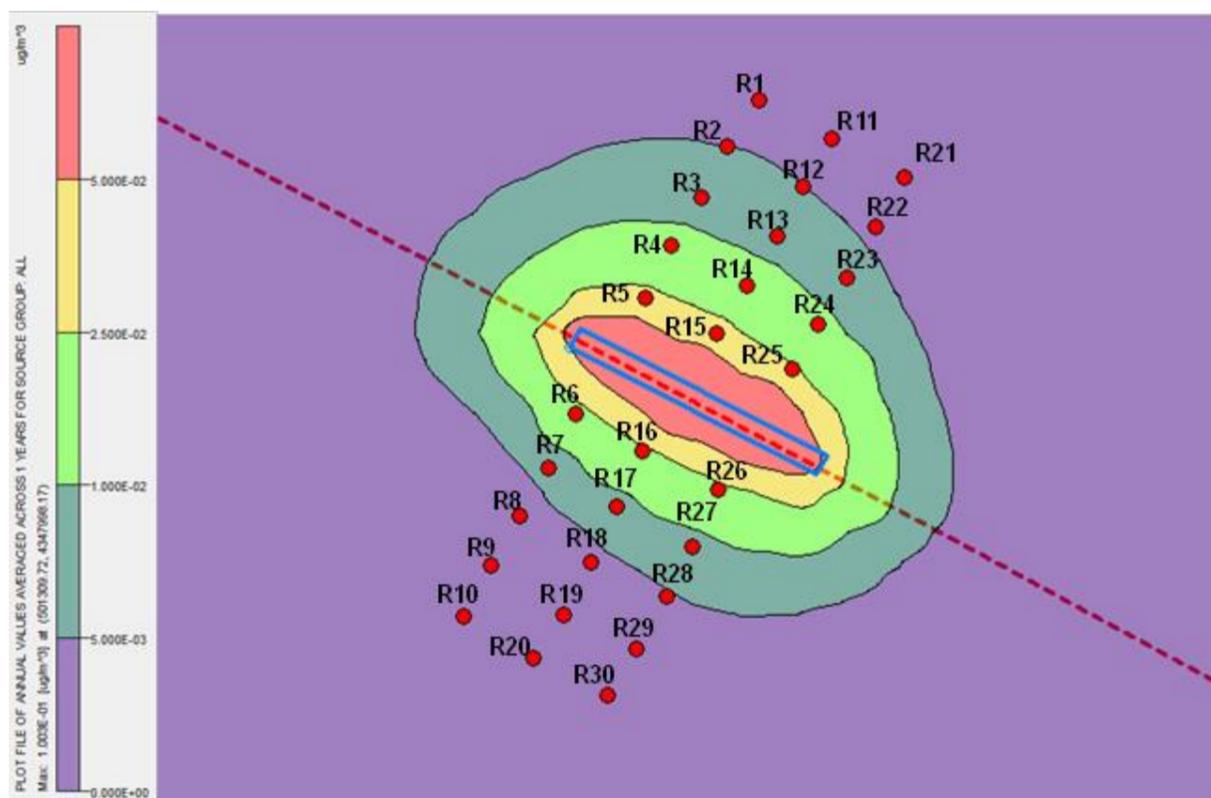


Figura 6-11 Mappa delle concentrazioni di PM10 - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per lo scenario A

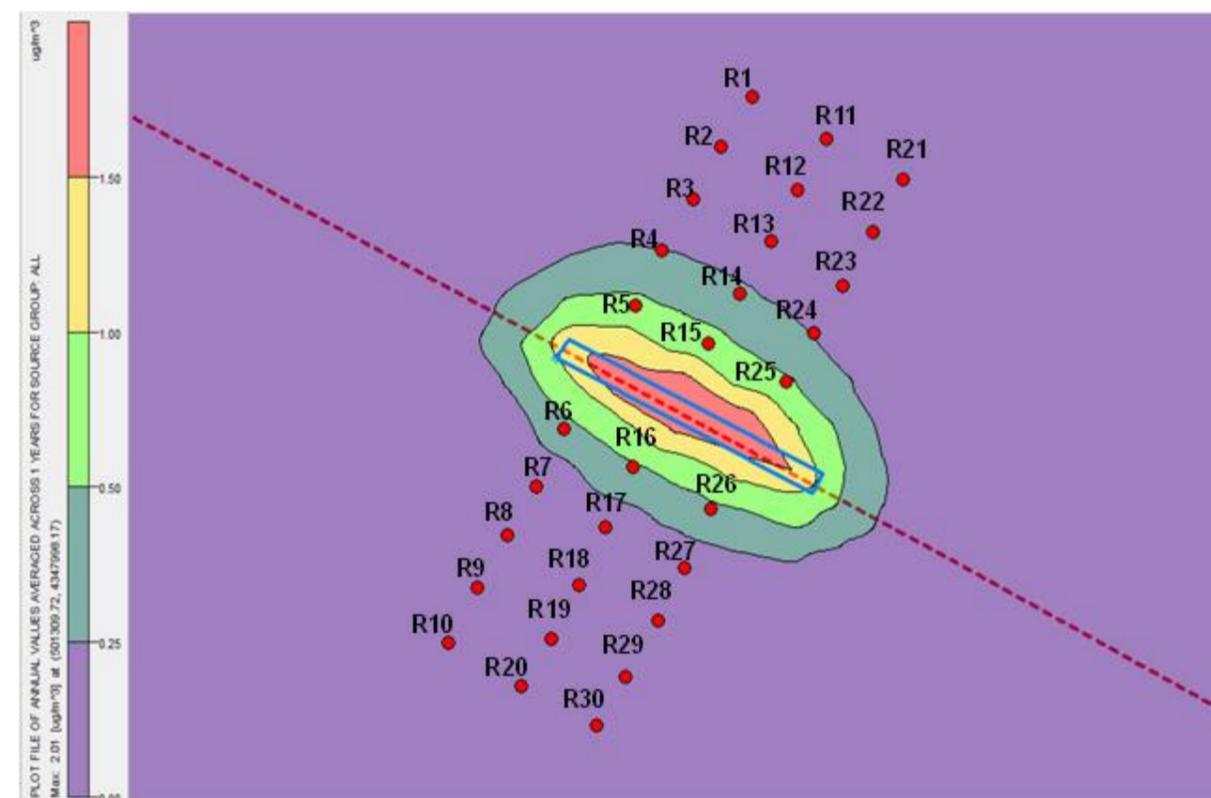


Figura 6-12 Mappa delle concentrazioni di NOx - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per lo scenario A

Confronto tra livelli di concentrazione stimati ed i valori limite normativi

I valori risultanti dalle simulazioni rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle operazioni di scavo per la realizzazione della linea di contatto. Tuttavia, per confrontare tali valori con le soglie normative è necessario considerare anche il valore di fondo del contesto territoriale dove il progetto si inserisce.

In particolare, considerando che i suddetti interventi di elettrificazione avvengono in condizione di prossimità e/o attraversamento delle aree protette in corrispondenza dei Comuni di Cagliari ed Oristano, mentre la gran parte (93%) del tratto di linea oggetto di intervento risulta esterno alle aree della Rete Natura 2000, si è fatto riferimento a due differenti centraline di monitoraggio della qualità dell'aria:

- centralina di traffico, situata in Via Cadello, nel Comune di Cagliari (CENCA1);
- stazione di fondo localizzata nel Comune di Santa Giusta (CESGI1).

Le suddette centraline hanno registrato i seguenti valori di concentrazione di PM10 riferiti all'anno 2019:

- PM10 Cagliari: 30,00 µg/m³ (media annua);
- PM10 Santa Giusta: 25,80 µg/m³ (media annua).

Per quanto concerne i valori di fondo associati agli NO_x, non monitorati da nessuna delle due stazioni sopraccitate e neppure da alcuna centralina appartenente alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, si è operato con un'assunzione esemplificativa tale da considerare la media annua degli NO₂ pari a quella dell'NO_x. Dunque, le concentrazioni medie annue di NO₂ stimate dalle due centraline suddette ed utilizzate ai fini del presente studio per le relative valutazioni sull'NO_x sono le seguenti:

- NO₂ Cagliari: 26,40 µg/m³ (media annua);
- NO₂ Santa Giusta: 9,80 µg/m³ (media annua).

Per maggiori approfondimenti relativi al tema suddetto si rimanda al Progetto ambientale della Cantierizzazione.

Nel seguito si riportano le tabelle di sintesi contenenti i valori di concentrazione totale in corrispondenza dei singoli ricettori virtuali, comprensivi del contributo del fondo, considerando dapprima i valori di fondo associati alla centralina di Cagliari e in seguito quelli propri della stazione di Santa Giusta.

Tabella 6-17 Qualità dell'aria complessiva rilevata in corrispondenza ai ricettori virtuali considerando il valore di fondo associato all'area di Cagliari – Scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R1	30,003	26,472
R2	30,005	26,500
R3	30,007	26,549
R4	30,012	26,652
R5	30,028	26,971
R6	30,018	26,763
R7	30,006	26,528
R8	30,003	26,465
R9	30,002	26,439

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R10	30,001	26,426
R11	30,003	26,471
R12	30,005	26,501
R13	30,007	26,554
R14	30,013	26,676
R15	30,030	27,018
R16	30,021	26,834
R17	30,007	26,556
R18	30,004	26,480
R19	30,002	26,450
R20	30,001	26,434
R21	30,003	26,459
R22	30,004	26,484
R23	30,006	26,535
R24	30,012	26,640
R25	30,026	26,932
R26	30,019	26,796
R27	30,008	26,561
R28	30,004	26,494
R29	30,003	26,459
R30	30,002	26,442
Limite normativo (D.)	40	30

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
Lgs. 155/2010)		

Tabella 6-18 Qualità dell'aria complessiva rilevata in corrispondenza ai ricettori virtuali considerando il valore di fondo associato all'area di Santa Giusta – Scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R1	25,803	9,872
R2	25,805	9,900
R3	25,807	9,949
R4	25,812	10,052
R5	25,828	10,371
R6	25,818	10,163
R7	25,806	9,928
R8	25,803	9,865
R9	25,802	9,839
R10	25,801	9,826
R11	25,803	9,871
R12	25,805	9,901
R13	25,807	9,954
R14	25,813	10,076
R15	25,830	10,418
R16	25,821	10,234
R17	25,807	9,956
R18	25,804	9,880

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R19	25,802	9,850
R20	25,801	9,834
R21	25,803	9,859
R22	25,804	9,884
R23	25,806	9,935
R24	25,812	10,040
R25	25,826	10,332
R26	25,819	10,196
R27	25,808	9,961
R28	25,804	9,894
R29	25,803	9,859
R30	25,802	9,842
Limite normativo (D. Lgs. 155/2010)	40	30

Considerazioni conclusive

Come si evince dalla tabella relativa ai livelli di concentrazione attesi, comprensivi dei valori di fondo, detti livelli risultano ampiamente al di sotto dei limiti normativi rispetto ai relativi periodi di mediazione, per ciascun ricettore considerato.

Nello specifico risulta:

PM10:

Cagliari

In linea generale le concentrazioni medie annue si mantengono al di sotto della soglia di legge (40 µg/m³) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri)

dall'area delle lavorazioni. Inoltre, si evidenzia come, all'aumentare della distanza dall'area emissiva, le concentrazioni vadano diminuendo. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 6-19 e nella Figura 6-13.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari allo 0,16%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari allo 0,06%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,009%.

Tabella 6-19 Valori di concentrazione di PM10 comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Cagliari in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione	Ricettore
-50	30,001	R10
-40	30,002	R9
-30	30,003	R8
-20	30,006	R7
-10	30,018	R6
0	30,050	--
10	30,028	R5
20	30,012	R4
30	30,007	R3
40	30,005	R2
50	30,003	R1

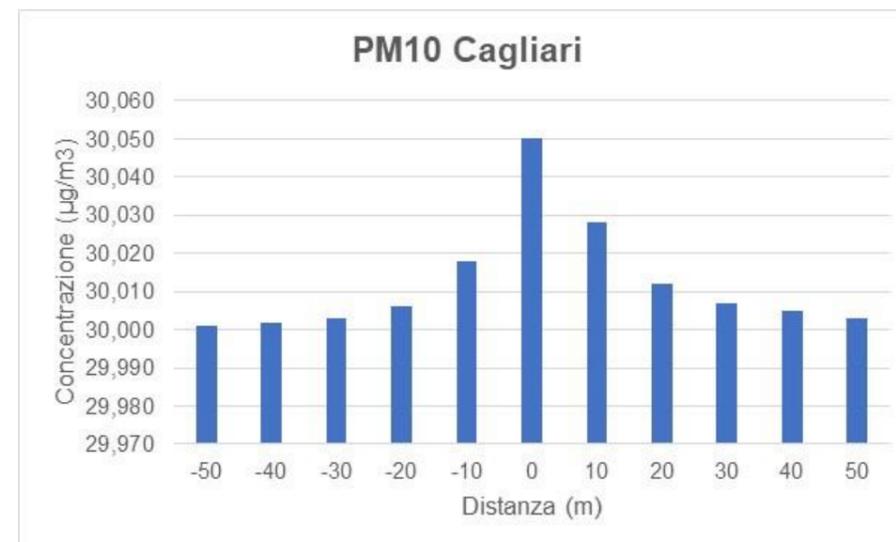


Figura 6-13 Andamento della concentrazione di PM10 comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Cagliari) al variare della distanza dall'area emissiva

Santa Giusta

Le concentrazioni medie annue si confermano al di sotto della soglia di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni. Inoltre, si evidenzia come, all'aumentare della distanza dall'area emissiva, le concentrazioni vadano diminuendo. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 6-20 e nella Figura 6-14.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari allo 0,2%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari allo 0,07%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,01%.

Tabella 6-20 Valori di concentrazione di PM10 comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Santa Giusta in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione	Ricettore
-50	25,801	R10
-40	25,802	R9
-30	25,803	R8
-20	25,806	R7
-10	25,818	R6
0	25,850	--
10	25,828	R5
20	25,812	R4
30	25,807	R3
40	25,805	R2
50	25,803	R1

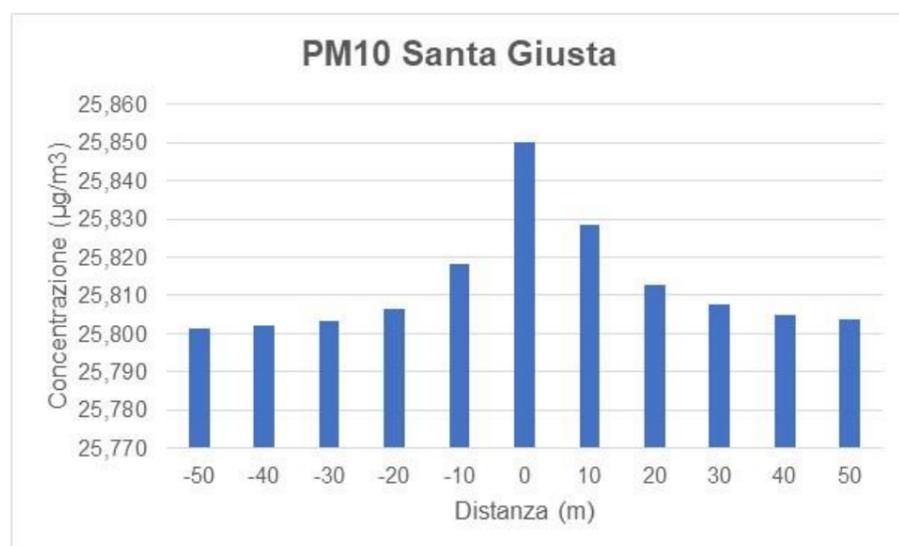


Figura 6-14 Andamento della concentrazione di PM10 comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Santa Giusta) al variare della distanza dall'area emissiva

NOx:

Cagliari

Le concentrazioni medie annue si confermano al di sotto della soglia di legge (30 µg/m³) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle

lavorazioni. Analogamente a quanto mostrato per il PM10, all'aumentare della distanza dall'area emissiva le concentrazioni diminuiscono. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1, posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 6-21 e nella Figura 6-15.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari al 5,4%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari al 2,1%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,26%.

Tabella 6-21 Valori di concentrazione di NOx comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Cagliari in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione	Ricettore
-50	26,427	R10
-40	26,440	R9
-30	26,466	R8
-20	26,528	R7
-10	26,763	R6
0	27,900	--
10	26,971	R5
20	26,652	R4
30	26,549	R3
40	26,500	R2
50	26,472	R1

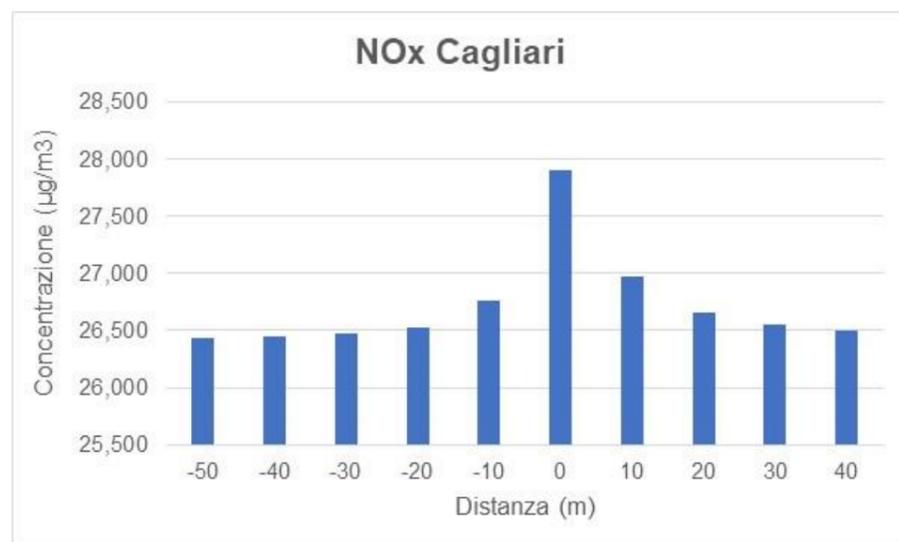


Figura 6-15 Andamento della concentrazione di NOx comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Cagliari) al variare della distanza dall'area emissiva

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione	Ricettore
-30	9,866	R8
-20	9,928	R7
-10	10,163	R6
0	11,300	--
10	10,371	R5
20	10,052	R4
30	9,949	R3
40	9,900	R2
50	9,872	R1

Santa Giusta

Analogamente a quanto mostrato per le concentrazioni stimate nel Comune di Cagliari, i valori medi annui si confermano al di sotto della soglia di legge (30 µg/m³) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni.

A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1, posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 6-22 e nella Figura 6-16.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari al 13,27%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari al 5,5%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,7%.

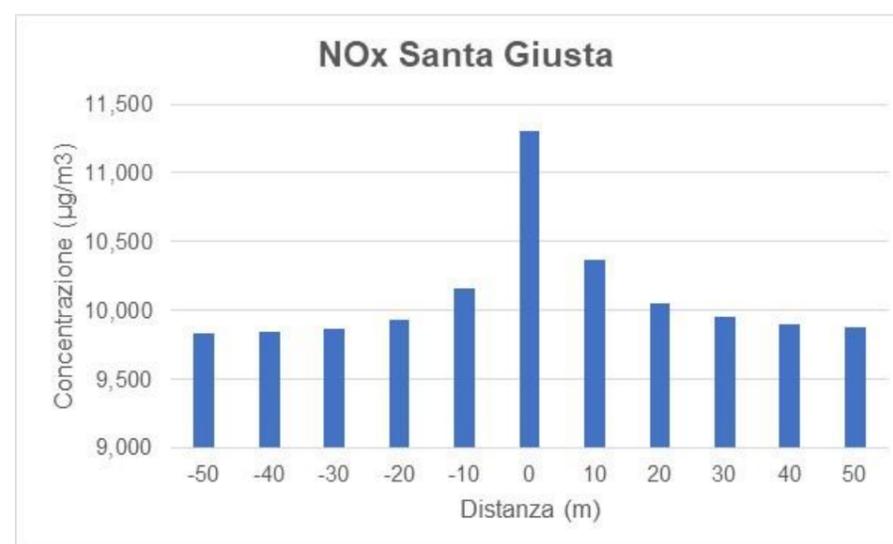


Figura 6-16 Andamento della concentrazione di NOx comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Santa Giusta) al variare della distanza dall'area emissiva

Tabella 6-22 Valori di concentrazione di NOx comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Santa Giusta in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione	Ricettore
-50	9,827	R10
-40	9,840	R9

Ad adiuvandum, in ragione del rapporto intercorrente tra sistema della cantierizzazione / tracciato ferroviario e ricettori ad uso residenziale /sensibili, della durata delle attività di costruzione, nonché delle risultanze degli studi modellistici condotti ai fini della stima degli effetti attesi, sono stati complessivamente previsti 7 punti di monitoraggio di cui:

- n. 2 punti influenzati dalle attività di cantiere – fronte avanzamento lavori (ATL)
- n. 3 punti influenzati dalle attività di cantiere – aree di cantiere fisso (ATC)
- n. 2 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere (NI)

Conclusivamente, le risultanze che consentono di poter ragionevolmente ritenere “trascurabile” (Livello di significatività S1) l’effetto in esame sono sintetizzabili nei seguenti termini:

- Scenario A – Realizzazione della linea di contatto

Lo studio modellistico condotto sulla base del software Aermod ha dimostrato che:

- I livelli di concentrazione attesi per PM10 ed NOx (assumendo l’equiparazione tra NOx ed NO2 i risultati ottenuti possono essere estesi anche al biossido di azoto), considerati in corrispondenza della sorgente emissiva, ossia lungo la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, e sommati ai valori di fondo risultano pienamente al di sotto dei valori limiti normativi
 - Il contributo dell’attività in esame rispetto al valore di fondo, calcolato sempre in corrispondenza della sorgente, risulta per entrambi i parametri inquinanti stimabile nell’ordine di pochi punti percentuali, non comportando, come detto al punto precedente, il superamento dei valori limite
 - Il fenomeno diffusionale è connotato da un rapido decadimento a partire dalla sorgente emissiva in quanto, già alla distanza di 10 metri da detta sorgente, è possibile stimare una drastica riduzione dei livelli di concentrazione attesi
- Scenario B – Realizzazione delle sottostazioni elettriche
 - Il confronto tra i valori di emissione stimati per le aree di cantiere / aree di lavoro finalizzati alla realizzazione delle sottostazioni elettriche ed i valori sogli definiti dalle Linee guida di ARPA Toscana ha evidenziato come, anche nella condizione di diretta prossimità con dette aree di cantiere, il valore atteso sia ampiamente al di sotto di quello per il quale le succitate Linee guida non prevedono la necessità di alcuna zione

6.2.3.3 Produzione di rifiuti (A3)

Nel caso delle infrastrutture di trasporto, la produzione di materiali di risulta discende dall’esecuzione delle lavorazioni volte all’approntamento delle aree di cantiere ed alla realizzazione del corpo stradale e delle opere di fondazione delle opere d’arte. Tale effetto deriva, oltre che dalle attività di scotico, da quelle di scavo e di demolizione di eventuali manufatti interferenti con l’opera in progetto. In tal senso, la dimensione di analisi ambientale alla quale fare riferimento è unicamente rappresentata dalla dimensione Costruttiva.

Per quanto attiene ai fattori di analisi che concorrono a configurare detto effetto e, pertanto, la sua significatività, in termini generali questi sono rappresentati, relativamente a quelli di progetto, dai quantitativi in gioco, ossia dai volumi di terre e rocce da scavo e di demolizioni di cui se ne prevede la produzione, e dalle modalità secondo le quali si intende gestirli. Per quanto concerne invece i fattori di contesto, questi sono individuabili nella consistenza della dotazione territoriale di impianti per il recupero e lo smaltimento di materiali di risulta, e nelle caratteristiche chimico fisiche di detti materiali.

Per quanto riguarda il caso in specie, le informazioni ed i dati relativi al bilancio materiali nel seguito riportati sono tratti dalla “Relazione di Cantierizzazione” (RR0S00D53RGCA0000001A) relativa alle opere oggetto del presente studio.

Relativamente ai fattori di progetto ed in particolare ai quantitativi in gioco, secondo quanto riportato nel citato elaborato, la realizzazione dell’opera in progetto comporterà la produzione di circa 58.867 m³ in banco di terre provenienti da scavi e 1.538 m³ di demolizioni, per un totale di 60.405 m³ di materiali di risulta.

Per quanto concerne invece le modalità di gestione dei materiali di risulta, il progetto prevede che questa avvenga in regime di rifiuti, ai sensi quindi della Parte IV D.lgs. 152/06 e s.m.i., privilegiando ove possibile il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica autorizzata.

A tal riguardo si evidenzia che le caratterizzazioni eseguite in fase progettuale hanno consentito di ipotizzare una modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti che prevede quanto segue:

Tabella 6-23 Sintesi della significatività dell’effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
A.	Produzione di emissioni e residui	A2	Modifica delle condizioni di qualità dell’aria	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero delle terre e rocce derivanti dagli scavi (**CER 17.05.04**) sono state ipotizzate, in funzione della tipologia di scavo previste, le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero: 70%;
 - Discarica per inerti: 20%
 - Discarica per rifiuti non pericolosi: 10%
- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero del materiale da demolizione (**CER 17.09.04**), si ipotizzano le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 30%

Resta ovviamente inteso che dette modalità di gestione dovranno essere confermate dalle caratterizzazioni che dovranno essere condotte in corso d'opera, nei termini indicati nel documento Gestione dei materiali di risulta – Relazione generale (RR0S00D69RGTA0000001B).

Relativamente al quadro informativo concernente l'attuale offerta di siti di smaltimento e recupero, nell'ambito delle attività di progettazione è stata operata una prima ricognizione dei possibili siti di conferimento presenti all'intorno dell'area di intervento, riportata nel documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento" (RR0S00D69RHCA0000001A).

Rispetto all'area oggetto di indagine sono stati individuati, come detto in via preliminare, 3 impianti di recupero e 3 siti di discarica, localizzati a distanza media dall'area di intervento di circa 35 km, dotati di titolo autorizzativo con termine di scadenza sufficientemente protratto nel tempo e coerente con le tipologie di materiali di cui è prevista la produzione.

In considerazione della disponibilità sul territorio di siti ed impianti di conferimento, è possibile affermare che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata "trascurabile" (S1).

Tabella 6-24 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori		Tipologia effetti		Dim.	Significatività
A.	Produzione di emissioni e residui	A3	Produzione di rifiuti	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				

S1	Effetto trascurabile
S2	Effetto scarsamente significativo
S3	Effetto mediamente significativo
S4	Effetto significativo
S5	Altamente significativo

6.2.3.4 Modifiche delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli (A4)

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee consiste in una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da un complesso di azioni che, seppur nel loro insieme ascrivibili alla fase costruttiva, presentano fattori causali tra loro differenti in ragione della diversa origine delle sostanze potenzialmente inquinanti prodotte durante il ciclo costruttivo. In buona sostanza, procedendo per schematizzazioni, è possibile distinguere i fattori causali secondo due categorie.

La prima categoria si configura nei casi in cui la modifica della qualità delle acque discenda da attività strettamente funzionali al processo costruttivo, cioè sia intrinseca ai processi di realizzazione delle opere in progetto. Detta circostanza si può sostanziare, ad esempio, nel caso dell'uso di sostanze additivanti ai fini della realizzazione delle fondazioni indirette, al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione, ovvero per effetto dell'interessamento diretto dell'acquifero sotterraneo durante le attività di scavo.

In tal caso, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle palificazioni di fondazione delle opere d'arte e nelle loro caratteristiche dimensionali, oppure nella profondità del livello di scavo e nella previsione di opere provvisorie atte ad intercettare l'acquifero; per quanto concerne le caratteristiche del contesto d'intervento, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che concorrono a definirla (soggiacenza, conducibilità idraulica, acclività della superficie topografica, etc.).

La seconda categoria di fattori causali attiene ai casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti all'origine dell'effetto in esame, discenda da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni o, più in generale, dalle attività di cantiere.

Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

- Produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:

- Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
- Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Entrando nel merito delle caratteristiche del contesto interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto, come riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (RR0S00D69RGGE0001001A), l'interpretazione di dettaglio della struttura idrogeologica in essa contenuta discende dalle campagne di indagine eseguite in corrispondenza delle sottostazioni elettriche.

Nella tabella seguente si sintetizzano i valori di soggiacenza riscontrati:

Sottostazione elettrica	Soggiacenza [m da p.c.]
Cagliari	2,38
San Gavino	1,75
Decimomannu	6,07
Villasor	2,46
Marrubiu	1,37
Oristano	10,03

Come si evince dalla tabella, l'interferenza degli scavi con la falda è escludibile in virtù della soggiacenza nella maggior parte dei casi, ad eccezione delle sottostazioni di San Gavino e Marrubiu.

In merito ai fattori causali legati alle attività funzionali al processo costruttivo, nel caso in esame essi non si configurano dal momento che gli scavi per la realizzazione dei pali TE non si spingeranno a profondità elevate e, dunque, non necessiteranno di fluidi di perforazione per sorreggere le pareti dello scavo.

Per quanto concerne la seconda categoria di fattori causali, ossia la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti derivante da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni, e, in particolare, la produzione di acque meteoriche di dilavamento, sulla scorta di quanto previsto negli elaborati Relazione di

Cantierizzazione (RR0S00D53RGCA0000001A), si evidenzia che, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Nello specifico, le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante un'apposita canalizzazione aperta. Inoltre, per quanto riguarda le zone delle aree di cantiere adibite a deposito di lubrificanti, olii e carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti.

L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale atta ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate o di attraversamenti di corsi d'acqua e, in particolare, laddove è prevista una maggiore concentrazione di mezzi d'opera ed automezzi di trasporto.

Nel caso in specie, parte delle lavorazioni avverrà mediante treno cantiere, concorrendo alla riduzione ulteriore della probabilità che tali eventi si verifichino.

Relativamente alle misure gestionali, occorre in primo luogo sottolineare che il determinarsi di detti eventi accidentali presenta un livello di probabilità e di frequenza che dipende in modo pressoché diretto dallo stato manutentivo dei mezzi d'opera e dell'applicazione delle relative procedure di mantenimento in efficienza.

In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

Stante quanto riportato, è possibile concludere che l'effetto derivante dalla realizzazione delle opere in progetto, in termini di modifica delle caratteristiche qualitative delle acque risulta trascurabile.

Tabella 6-25 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
A.	Produzione di emissioni e residui	A4	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.4 Uso di risorse (B)

6.2.4.1 Perdita di suolo (B1)

Nella prassi, al termine "suolo" viene attribuita una pluralità di significati che variano dal contesto nel quale detto termine è collocato, assumendo l'accezione di suolo, suolo e sottosuolo, territorio, etc. Ai fini della presente analisi con il termine "suolo" si è inteso unicamente riferirsi allo «strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie [e] costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi», così come definito dall'articolo 2 comma 1 let. b) del DPR 120/2017.

Conseguentemente, l'effetto "perdita di suolo" è stato identificato nello smaltimento del terreno vegetale prodotto dalle operazioni di scotico finalizzate all'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro. L'effetto in questione è pertanto riferito alla dimensione "costruttiva" (C).

A fronte di ciò, la significatività di detto effetto discende, oltre che dall'estensione areale delle opere in progetto e dalla tipologia infrastrutturale prevalente, dalle modalità di gestione del terreno vegetale, nonché dalle caratteristiche del contesto territoriale interessato.

In merito alle modalità gestionali, la perdita di suolo conseguente al conferimento a discarica del terreno vegetale asportato può essere difatti mitigata e/o eliminata mediante il suo accantonamento in depositi temporanei, gestiti attraverso specifiche misure, ed il suo successivo reimpiego ai fini del ripristino delle aree di cantiere e della realizzazione delle opere a verde previste nell'ambito degli interventi di mitigazione.

Nel caso in specie, considerato che le aree in cui verranno effettuate le attività di scotico si limitano alle aree di realizzazione delle SSE e, pertanto, hanno un'estensione limitata, la significatività dell'effetto in esame può essere ritenuta trascurabile.

Tabella 6-26 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
B.	Uso di risorse	B1	Perdita di suolo	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.4.2 Consumo di suolo (B2)

Come definito in letteratura e segnatamente da ISPRA nell'edizione 2021 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", il consumo di suolo è inteso come la «variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato), con la distinzione fra consumo di suolo permanente (dovuto a una copertura artificiale permanente) e consumo di suolo reversibile (dovuto a una copertura artificiale reversibile)»¹⁹ e, in tal senso, è un fenomeno derivante da un incremento della copertura artificiale di terreno, legato alle dinamiche insediative e

¹⁹ Op. cit. par. "Consumo, copertura, uso e degrado del suolo"

infrastrutturali. In buona sostanza, come riportato nel citato rapporto, «il consumo di suolo è, quindi, definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) ad una copertura artificiale del suolo (suolo consumato)»²⁰.

Al fine di comprendere i termini nei quali si sostanzia il fenomeno in esame, occorre ricordare che il suolo, essendo composto da una componente abiotica, ossia i diversi minerali che lo compongono, e da una componente biotica, rappresentata dalle differenti specie di organismi viventi che lo popolano, è un sistema complesso nel quale le due succitate componenti interagiscono continuamente. Il coprire il suolo con materiale impermeabilizzante, ossia il variarne la copertura da non artificiale ad artificiale, comporta la compromissione della componente biotica e, con essa, dei servizi ecosistemici da questo offerti, quali – a titolo esemplificativo - il supporto ed il sostentamento per la componente biotica, e l'assorbimento della CO₂.

In considerazione dei tempi estremamente lunghi necessari alla sua produzione, il suolo può essere considerato come una risorsa non rinnovabile e scarsa.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, secondo la logica di lettura assunta alla base della presente analisi, l'entità di tale tipologia di effetto potenziale è direttamente dipendente dall'estensione areale delle opere e dal livello di artificializzazione delle aree interessate.

Operativamente la stima dell'effetto è stata valutata sulla base delle tipologie delle aree naturali o seminaturali (suolo non consumato) sottratte e dell'entità di tale superficie sottratta. Tale stima è stata effettuata mediante l'individuazione delle tipologie naturali o seminaturali desunte dall'analisi della vegetazione reale presente nell'area di intervento, e di come le opere in progetto ne determinino una perdita ed una trasformazione definitiva in altra destinazione d'uso.

Tale analisi è stata supportata dalle informazioni desunte da:

- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBG10K (2022).

Le informazioni tratte dalle fonti conoscitive soprariportate sono state, inoltre, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "Google Maps", è al 2022.

La tratta ferroviaria oggetto di elettrificazione si estende dal Golfo di Cagliari sino al Golfo di Oristano, attraversando la Pianura Campidana, dove la componente di suolo non consumato dominante è quella agricola, mentre le aree con vegetazione naturale risultano del tutto frammentate. A ciò si uniscono le zone umide presenti soprattutto nei pressi del golfo di Cagliari e in quello di Oristano.

Per quanto riguarda le caratteristiche progettuali, gli interventi previsti possono essere articolati secondo due distinte tipologie:

- la prima relativa all'intervento di elettrificazione vero e proprio della linea Cagliari – Oristano, consistente nel posizionamento dei pali TE e posa della relativa linea di contatto;
- la seconda relativa alla realizzazione di 6 sottostazioni elettriche (Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu, Oristano), funzionali al servizio di elettrificazione dell'intera tratta ferroviaria.

Per ciò che concerne la tipologia di intervento relativa alla elettrificazione della linea, si specifica che il posizionamento dei pali TE, essendo previsto lungo la massicciata ferroviaria esistente, non comporterà alcuna sottrazione di suolo non consumato.

Relativamente alle SSE, si specifica che rispetto alle 6 previste, solo una, SSE di Marrubiu, interesserà solo non consumato che, rispetto alla superficie complessiva di intervento, ammonta a circa il 20% ed è costituito da seminativi.

Stante le caratteristiche dimensionali estremamente ridotte della SSE di Marrubiu e la tipologia di suolo non consumato interessato costituito dai seminativi che, come più volte evidenziato nel corso del presente studio, risulta essere ben rappresentato all'interno della Pianura Campidana, la significatività dell'effetto in parola può ritenersi trascurabile.

Tabella 6-27 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
B.	Uso di risorse	B2	Consumo di suolo	F	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				

²⁰ Ibidem

Categoria di effetti	Tipologia di effetti	Dim.	Significatività
S4	Effetto significativo		
S5	Altamente significativo		

6.2.4.3 Consumo di materie prime non rinnovabili (B3)

L'effetto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri, rilevati ed opere in calcestruzzo, e, in tal senso, si inquadra nella dimensione Costruttiva.

Il parametro rispetto al quale è stata indagata la significatività dell'effetto in questione è stato identificato nel rapporto intercorrente tra offerta e domanda di risorse, termini che – quindi – costituiscono i fattori secondo i quali si articola detto parametro. Nello specifico:

- **Domanda**
La domanda, corrispondente ai parametri progettuali, è stata individuata nei quantitativi di materie necessari alla realizzazione delle opere, per come individuati nel bilancio materiali o derivante dalle tipologie infrastrutturali, nonché in ragione delle modalità poste in essere ai fini del soddisfacimento di tali fabbisogni.
- **Offerta**
L'offerta, corrispondente ai parametri di contesto, è stata individuata nella disponibilità di dette risorse, per come definita dagli strumenti di pianificazione del settore e/o dalle fonti conoscitive istituzionali.

Per quanto attiene alla domanda, le considerazioni nel seguito riportate fanno riferimento alle tipologie infrastrutturali previste, nonché ai dati di bilancio materiali tratti dalla "Relazione di Cantierizzazione" (RR0S00D53RGCA0000001A).

Con riferimento alle tipologie infrastrutturali, queste sono costituite dalle opere sottostazioni elettriche funzionali all'elettificazione della linea esistente.

Per quanto attiene ai fabbisogni relativi alle opere in progetto, questi ammontano a 22.085 m³ in banco.

Per quanto attiene ai parametri di contesto, ovvero alla offerta, al fine di appurare la possibilità di soddisfare, entro un'area non eccessivamente estesa, le esigenze di progetto, sono stati individuati quegli impianti che, tra quelli più vicini e facilmente raggiungibili, possiedono i requisiti richiesti sia dai fabbisogni, mediante l'attivazione di contatti diretti con le imprese / gestori degli impianti.

Rispetto all'area oggetto di indagine sono stati individuati alcuni siti di approvvigionamento la cui distanza media dalle aree di intervento è pari a circa 35 km.

In considerazione della modesta entità dei fabbisogni connessi alle tipologie infrastrutturali e delle positive risultanze derivanti dal censimento dei siti di approvvigionamento, l'effetto può essere ritenuto trascurabile.

Tabella 6-28 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori		Tipologia effetti		Dim.	Significatività
B.	Uso di risorse	B3	Consumo di materie prime non rinnovabili	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.5 Interazione con beni e fenomeni ambientali (C)

6.2.5.1 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento (C1)

Inquadramento del tema

Stanti i fattori di specificità del caso in esame e, in tal senso, a fronte di quanto a tal riguardo illustrato nei precedenti capitoli 2 e 3, riferiti rispettivamente alla descrizione del progetto nel suo complesso e alla analisi ambientale delle opere e del sistema di cantierizzazione, la modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento può essere essenzialmente ricondotta alle tipologie di effetti riportate in Tabella 6-33 e nel seguito descritte con riferimento alle azioni di progetto che ne sono all'origine.

Tabella 6-29 Quadro di correlazione Azioni di progetto – Effetti

Dimensione	Azioni di progetto	Fattore causale	Effetti
Costruttiva	Approntamento aree di cantiere	Produzione di emissioni atmosferiche	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico
	Operatività dei mezzi d'opera	Produzione di emissioni	Modifica delle condizioni di

Dimensione	Azioni di progetto	Fattore causale	Effetti
		acustiche	esposizione della popolazione all'inquinamento acustico
Operativa	Esercizio della linea di trazione elettrica ferroviaria	Produzione di emissioni acustiche	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico

Stante quanto riportato nella precedente tabella, si specifica ancora una volta che, non essendo prevista alcuna realizzazione di fondazioni indirette (pali e micropali), aspetto che rileva ai fini della produzione di emissioni vibrazionali, nell'ambito della presente trattazione non è stata indagata la connessa potenziale esposizione della popolazione a detta forma di inquinamento.

Esposizione all'inquinamento atmosferico in fase di cantierizzazione

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, definito dalla normativa italiana come «ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente»²¹, come premesso, la presente analisi è stata condotta sulla base delle informazioni e delle considerazioni contenute nel documento Progetto ambientale della cantierizzazione – Relazione generale (RR0S00D69RGCA0000001A).

Come precedentemente illustrato, in tale sede è stata condotta un'analisi, sviluppata sulla base dei seguenti step metodologici:

1. Individuazione delle tipologie di sorgenti emissive
2. Analisi emissiva
3. Individuazione degli scenari di riferimento e stima degli effetti

All'interno dell'articolazione metodologica sopra riportata riveste un ruolo fondamentale l'attività di individuazione degli scenari di riferimento, in quanto espressamente finalizzata all'individuazione delle condizioni che, tra tutte quelle alle quali può dare luogo la fase di realizzazione dell'opera in progetto, si

configurano come le più potenzialmente rilevanti sotto il profilo della produzione di emissioni e dei relativi effetti conseguenti.

Il primo passaggio condotto in tale prospettiva è rappresentato dall'individuazione di quelle attività / lavorazioni di cantiere che, in termini assoluti, risultano più rilevanti e, come tali, le più rappresentative sotto il profilo della produzione di emissioni polverulente.

A valle dell'individuazione di dette attività e della loro analisi emissiva, il successivo passaggio risiede nella correlazione del risultato ottenuto rispetto al sistema insediativo, letto con specifico riferimento alla distribuzione ed alla consistenza delle aree abitative.

Gli scenari così individuati presentano un duplice aspetto di rappresentatività in quanto legato, sia alla rilevanza delle attività sotto il profilo emissivo, sia alle caratteristiche del sistema insediativo.

A fronte di tale approccio metodologico, gli scenari di riferimento selezionati possono essere considerati quelli maggiormente rappresentativi delle condizioni di rapporto intercorrenti tra sistema insediativo e sistema della cantierizzazione, e, pertanto, quelli più cautelativi.

Entrando nel merito del caso in specie, lo scenario significativo per lo studio dell'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico è rappresentato dall'analisi emissiva, relativa al PM₁₀, connessa alle lavorazioni per la realizzazione delle sottostazioni elettriche ed alle attività dei cantieri fissi (in particolare le aree di stoccaggio).

Tale valutazione è stata condotta secondo le "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPA Toscana²².

Secondo detto approccio, sono state stimate le emissioni di PM₁₀, quantificate in grammi/ora (g/h), associate alle attività per la realizzazione dello scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE. Tali emissioni sono ottenute sommando i fattori di emissione dovuti ai gas di scarico di mezzi e macchinari coinvolti nelle lavorazioni a quelli riconducibili alle operazioni relative al carico e scarico del materiale necessario per le attività di cantiere (per una dettagliata descrizione si rimanda interamente al Progetto Ambientale della Cantierizzazione).

²² Piano Regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA) Regione Toscana - Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive
<https://www.regione.toscana.it/documents/10180/14289806/PRQA+All2+Documento+tecnico+valori+limite.pdf/55305a99-ae41-4aa5-a6d0-053c9a9aadf6>

²¹ D.lgs. 152/2006 e smi, art. 268, comma 1 let. a)

Note le suddette emissioni, che per il PM10 sono risultate circa pari a 30 g/h, è stato possibile confrontare tali valori con le soglie suggerite dalle Linee Guida di ARPA Toscana. Prendendo infatti in considerazione il caso corrispondente ad un'attività di cantiere superiore ai 300 giorni annui e ad una distanza dai ricettori compresa tra i 0 e i 50 metri, (cfr. Tabella 6-30), nella condizione maggiormente critica, si può osservare come le emissioni prodotte (circa 30 g/h) risultino essere inferiori alla soglia di 73 g/h e pertanto irrilevanti per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana.

SSE06 Oristano, in ragione del loro essere localizzate in prossimità ad un tessuto abitativo consolidato e compatto.

- le stime effettuate secondo le Linee Guida sopra menzionate, mettono in luce un quadro in cui non si evidenziano particolari criticità, in quanto le emissioni di PM10 risultano inferiori ai valori soglia, anche nel caso della condizione maggiormente gravosa per l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico.

Tabella 6-30 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorno/anno (fonte: Linee guida ARPAT)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

L'insieme delle considerazioni sopra riportate ha condotto a ritenere l'effetto in esame "trascurabile" (S1).

Esposizione all'inquinamento acustico in fase di cantierizzazione

Al fine di indagare se ed in quali termini le attività di cantierizzazione in progetto possano determinare l'effetto in esame è possibile fare riferimento alle analisi condotte per il fattore Clima acustico (cfr. par. 6.2.3.1), nell'ambito del quale la stima degli effetti acustici è stata svolta distinguendo le lavorazioni acusticamente più significative in merito a:

- Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE;
- Realizzazione delle SSE e relative aree tecniche ed aree di stoccaggio.

Posto che le lavorazioni relative alla Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE, effettuate mediante treno cantiere, sono caratterizzate da una durata del tutto contenuta, in quanto rappresentate da circa un'ora per singolo scavo, conseguentemente anche la potenziale esposizione della popolazione all'inquinamento acustico è limitato da un punto di vista temporale.

Stante tale considerazione, ai fini della stima dell'effetto indagato sono state considerate come situazione maggiormente rilevante le lavorazioni relative alla realizzazione delle SSE ed annessi aree tecniche ed aree di stoccaggio.

Entrando nel merito, il quadro conoscitivo ricostruito nei precedenti paragrafi ha evidenziato come, nella maggior parte dei casi, le aree di lavoro delle sottostazioni e le aree di cantiere fisso siano localizzate in corrispondenza di contesti periurbani, connotati – dal punto di vista della caratterizzazione funzionale - dal prevalente uso agricolo e/o artigianale/commerciale, e solo secondariamente dalla presenza di tessuti abitativi, posti a distanza in media superiore a 120 metri (valore relativo alla distanza minima) e costituiti da edifici la cui altezza media è pressoché sempre pari a 2 piani.

Rispetto a tale generalizzata condizione, le uniche eccezioni sono rappresentate, per motivazioni differenti, dalla area di stoccaggio AS.03 e l'area di lavoro relative alla realizzazione della SSE02, poste in prossimità

Stante quanto fin qui esposto, è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- nella maggior parte dei casi, le aree di lavoro delle sottostazioni e le aree di cantiere fisso sono localizzate in corrispondenza di contesti periurbani, connotati – dal punto di vista della caratterizzazione funzionale - dal prevalente uso agricolo e/o artigianale/commerciale, e solo secondariamente dalla presenza di tessuti abitativi, posti a distanza in media superiore a 120 metri (valore relativo alla distanza minima) e costituiti da edifici la cui altezza media è pressoché sempre pari a 2 piani;
- rispetto a tale generalizzata condizione, le uniche eccezioni sono rappresentate, per motivazioni differenti, dalle aree di cantiere di Decimomannu (AS.02 e CO.01[1]), poste in prossimità dell'unico ricettore sensibile identificato rispetto alla totalità delle situazioni, e da quelle poste all'intorno della

dell'unico ricettore sensibile identificato rispetto alla totalità delle situazioni, e da quelle poste all'intorno della SSE06 Oristano, in ragione del loro essere localizzate in prossimità ad un tessuto abitativo consolidato e compatto.

In tal senso, al fine di ridurre quanto più possibile l'esposizione della popolazione all'inquinamento acustico in fase di cantiere, sono state previste barriere antirumore di tipo mobile con un'altezza di 5 metri, da disporre in corrispondenza delle succitate aree di lavoro e di stoccaggio. L'effetto della barriera antirumore risulta essere significativo, in quanto consente un generale miglioramento del clima acustico generale e, conseguentemente, la riduzione della esposizione della popolazione al rumore di cantiere.

Conclusivamente, la limitatezza dei ricettori ad uso abitativo posti in prossimità delle aree di intervento (aree di cantiere fisso / di lavoro) e l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica previsti, consentono di poter affermare che l'effetto derivante dalle attività di cantierizzazione in termini di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico sia scarsamente significativo (S2).

Esposizione all'inquinamento acustico in fase di esercizio

In merito agli effetti derivanti dalle emissioni acustiche che, in fase di esercizio, sono prodotte dal transito ferroviario, le informazioni nel seguito riportate discendono dalle risultanze degli studi modellistici condotti nell'ambito del documento "Relazione analisi acustica preliminare" (cod. RR0S00D22RGIM0004001A - e relativi allegati) a cui si rimanda per approfondimenti, e che hanno considerato il modello di esercizio attuale con il materiale rotabile odierno (diesel) e quello derivante dal modello di esercizio di progetto con treni a trazione elettrica.

Gli esiti di tale studio hanno evidenziato come la realizzazione del presente progetto di elettrificazione comporterà un miglioramento dal punto di vista acustico a parità di modello di esercizio e con ciò, benefici sulla esposizione all'inquinamento acustico da parte della popolazione.

Considerazioni conclusive

La tabella sottostante ricapitola le valutazioni precedentemente argomentate con riferimento a ciascuna delle tipologie di effetti presi in considerazione ed alle relative dimensioni di analisi

Tabella 6-31 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori		Tipologia effetti		Dim.	Significatività
C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C1	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento - Inquinamento atmosferico	C	S1
		C1	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione - Inquinamento acustico	C	S2
				O	-
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.5.2 Sottrazione di habitat e biocenosi (C2)

La sottrazione di habitat e biocenosi è determinata dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, condotte contestualmente allo scotico del terreno, per l'approntamento delle aree di cantiere fisso e di quelle di lavoro espressamente funzionali alla realizzazione delle opere.

La durata e la reversibilità di detto effetto mutano a seconda che si considerino le aree di cantiere fisso e la porzione di quelle espressamente funzionali alla realizzazione delle opere, e la superficie di impronta a terra di queste ultime; se nel primo caso, l'attuazione di interventi di ripristino vegetazionale rendono tale effetto potenzialmente reversibile e, come tale, temporaneo, nel secondo questo è irreversibile e continuativo. A fronte di tale differenza, ancorché l'azione di progetto all'origine di detto effetto sia esplicita in fase di cantiere e, secondo la logica di analisi adottata nel presente documento, questo risulti conseguentemente ascrivibile alla dimensione "Costruttiva", per maggiore chiarezza si è preferito articolare l'analisi rispetto anche alla dimensione "Fisica".

Operativamente, i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la significatività dell'effetto in questione sono rappresentati dall'incidenza delle porzioni di aree naturali e seminaturali rispetto alle aree di cantiere fisso e di quelle di lavoro lungo linea e la superficie di impronta a terra di queste ultime, nonché la loro rappresentatività rispetto al territorio attraversato dall'intervento in progetto e la loro funzione ecosistemica.

Tale analisi è stata supportata dalle informazioni desunte da:

- ISPRA, Carta della Natura per la regione Sardegna;
- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Piano Forestale Ambientale Regionale all.1 schede descrittive di distretto 2007;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBG10K (2022);
- Piano di Gestione ZSC_ITB030033_Pauli_Majori 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla ITB040023 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Santa Giusta ITB030037 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"

Le informazioni tratte dalle fonti conoscitive soprariportate sono state, inoltre, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "Google Maps", è al 2022.

Entrando nel merito del caso in specie, l'opera in progetto, intesa nella sua totalità, si sviluppa in un contesto territoriale caratterizzato da un elevato grado di antropizzazione in cui le componenti più rappresentative sono gli ambiti urbani e le aree agricole utilizzate. Caso a parte riguarda le due grandi zone umide posizionate agli estremi nord e sud dell'area di studio, che costituiscono la principale vegetazione naturale presente nell'area.

Ciò premesso, entrando nel merito delle aree di cantierizzazione e, in particolare, delle aree di cantiere fisso, la quota parte di dette aree di cantiere che ricade su superfici vegetate (escludendo, quindi, reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche) occupa superfici caratterizzate da vegetazione di tipo seminaturale, rappresentata da Seminativi, incolti ed in minima parte da una piantagione di eucalipti. Nello specifico, dalle analisi effettuate, è emerso che rispetto all'estensione complessiva delle aree di cantiere fisso, circa il 37% ricade su aree vegetate di cui il 23% circa è costituito da seminativi, il 10% da incolti e il 4% da piantagioni di eucalipti.



Figura 6-17 Ortofoto delle aree seminaturali dove ricadono le aree di cantiere fisso: (a) Villazor, (b) Cagliari e (c) Decimomannu

In merito a queste ultime, mediante rilievo fotografico in situ è possibile osservare come la vegetazione interessata dalle aree di cantiere sia costituita da formazioni di estrema marginalità, in quanto circoscritta da un contesto fortemente artificializzato connotato da aree ad uso produttivo ed infrastrutturale abbandonate, nonché interessata dalla presenza di elementi afferenti ad una vegetazione sinantropica ed infestante, quali la canna comune, *Arundo donax*, cui è associabile una bassa valenza naturale (Figura 6-18).



Figura 6-18 Incolti dove ricadono le aree di cantiere fisso nel comune di Cagliari (a) e di Villasor (b)

Le foto mostrano chiaramente l'artificialità della piantagione di eucalipti, individui di età omogenea e distanziati in modo costante l'uno dall'altro e associata a vegetazione sinantropica ed infestante (*Arundo donax*).

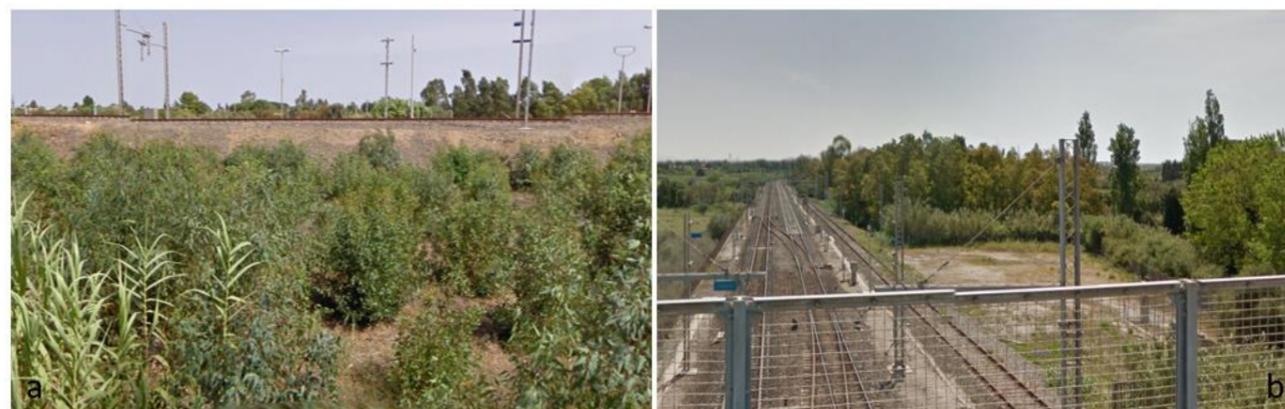


Figura 6-19 Piantagione di eucalipti presso Decimomannu dove ricade un'area di cantiere, foto del 2011 (a) e foto recente (b)

In conclusione, a fronte della composizione specifica delle formazioni vegetali interessate dalle aree di cantiere e considerato il fatto che la sottrazione di vegetazione conseguente alla localizzazione delle citate aree di cantiere si connota quale effetto a carattere temporaneo, l'effetto in esame può essere considerato trascurabile.

Relativamente agli effetti dovuti alla presenza dell'opera, ossia alla sottrazione definitiva di habitat e biocenosi, un primo elemento di supporto alla stima degli effetti è offerto dalle tipologie di opere previste dal progetto oggetto del presente studio. In tal senso, come più volte trattato nell'ambito del presente studio, le opere in progetto previste possono essere articolate secondo due distinte tipologie:

- La prima riguarda l'intervento di elettrificazione vero e proprio della linea Cagliari – Oristano, consistente nel posizionamento dei pali lungo la massicciata ferroviaria e posa della relativa linea di contatto;
- La seconda riguarda la realizzazione di 6 sottostazioni elettriche (Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu, Oristano), funzionali al servizio di elettrificazione dell'intera tratta ferroviaria.

Stante tale sintetica descrizione, si specifica che, posto che le lavorazioni per le opere di fondazione dei pali TE avverranno da treno cantiere, senza dunque la necessità di aperture di piste di cantiere, e che tali pali saranno posizionati lungo la massicciata ferroviaria, permettendo di ritenere l'effetto di sottrazione di habitat e biocenosi nullo, la presente analisi ha posto l'attenzione alla sola realizzazione delle sottostazioni elettriche.

In tal senso, sulla scorta delle analisi effettuate si evidenzia che il livello di naturalità delle aree che saranno sottratte in modo permanente dalla presenza delle SSE è da considerarsi basso in quanto solo il 20% circa della superficie totale occupata dalle SSE è costituito da vegetazione seminaturale dei seminativi, il cui livello di naturalità è certamente basso, mentre il resto ricade su superfici non vegetate.

In conclusione, considerando le tipologie di opere in progetto, il loro carattere estremamente puntuale, nonché la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la loro naturalità e rappresentatività sul territorio, l'effetto in esame può considerarsi trascurabile.

Tabella 6-32 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C3	Sottrazione di habitat e biocenosi	C	S1
				F	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				

Categoria di effetti	Tipologia di effetti	Dim.	Significatività
S4	Effetto significativo		
S5	Altamente significativo		

6.2.5.3 Modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva (C3)

L'effetto, in termini generali, può essere ricondotto sia alla dimensione Costruttiva, sia alla dimensione Operativa.

Stante quanto riportato al precedente paragrafo 3.3, per quanto concerne la prima di dette dimensioni, la modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat di Direttiva può essere ricondotta all'insieme delle lavorazioni che comportano la movimentazione delle terre, quali scavi di fondazione e di sbancamento ed operatività delle aree di stoccaggio, nonché dall'operatività del treno cantiere, con riferimento ai gas di scarico prodotti dai motori di tali mezzi.

Con riferimento alla dimensione Operativa, l'effetto è stato inquadrato nella riduzione delle emissioni di gas climalteranti prodotte grazie alla sostituzione delle motrici ad alimentazione diesel, attualmente in funzione, con elettrotreni.

Stante gli indubbi benefici derivanti dal differente materiale rotabile in fase di esercizio, nel caso in specie, l'analisi della modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva è stata unicamente rivolta alla dimensione Costruttiva, le cui principali lavorazioni sono ricondotte alla Realizzazione della Linea di contatto (Macro-attività A) ed alla Realizzazione delle sottostazioni elettriche (Macro-attività B).

Entrando nel merito, con riferimento a quanto più dettagliatamente riportato ai precedenti paragrafi 3.3.2 e 3.3.4, per la Realizzazione della Linea di contatto (Macro-attività A), le principali lavorazioni che, in termini di emissioni di inquinanti, possono ritenersi maggiormente rilevanti ai fini di una potenziale modifica delle caratteristiche della qualità degli habitat sono ricondotte unicamente alla esecuzione degli scavi di fondazione, ritenendo le restanti non significative ai fini dell'effetto in parola.

Come si è avuto modo più volte di analizzare nell'ambito del presente studio, rispetto all'estesa complessiva della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, pari a circa 93 chilometri, sono due i tratti caratterizzati da condizioni di attraversamento e/o prossimità con siti appartenenti alla Rete Natura 2000. Nello specifico, considerando un buffer di analisi di circa 100 m da detti siti si hanno i seguenti rapporti localizzativi:

- il tratto iniziale che si sviluppa, complessivamente per circa 4.650 metri, in tangenza con la ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) e con la ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003)

- il tratto finale che attraversa per circa 1,5 km la ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" (ITB030033) e ZPS "Stagno di Maiori" (ITB034005)

Conseguentemente, la potenziale modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat di Direttiva è stata analizzata considerando la distribuzione degli habitat di Direttiva all'interno dei succitati siti Natura 2000 in rapporto agli esiti dello studio modellistico previsionale di calcolo condotto nell'ambito del Progetto Ambientale di Cantierizzazione (Relazione generale - RR0S00D69RGCA0000002A), al quale si rimanda per approfondimenti, finalizzato a stimare i livelli di concentrazione di PM10 e NO_x indotti dalle attività di cantiere prima menzionate.

Per quanto riguarda gli habitat di Direttiva, al fine di individuare quelli presenti all'interno dei succitati siti e la loro distribuzione rispetto alla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, sono state consultate le seguenti fonti istituzionali:

- Piano di Gestione ZSC ITB030033 Pauli Majori 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla ITB040023 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"
- Piano di Gestione ZSC Stagno di Santa Giusta ITB030037 2020 - "Carta della distribuzione degli habitat di interesse comunitario"

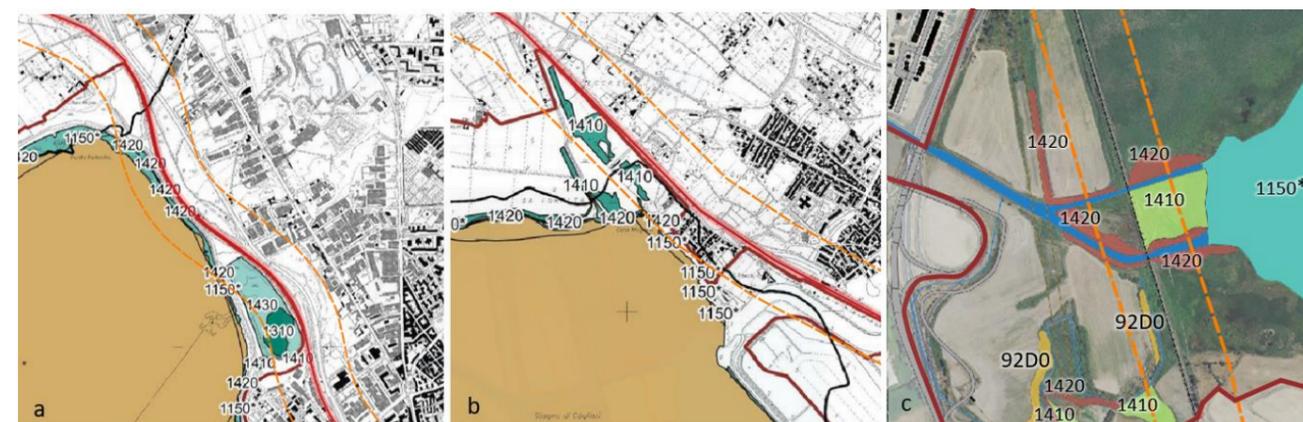


Figura 6-20 Stralci della "Carte della Distribuzione degli Habitat" del PdG di (a, b) ZPS "Stagno di Cagliari" ITB044003 e (c) ZPS "Stagno di Pauli Majori" ITB034005 nei tratti interessati dall'opera. In rosso il tracciato ferroviario e il buffer di 100 metri con linea gialla tratteggiata

Come si evince dagli stralci cartografici in Figura 6-20, gli habitat all'interno di un buffer di 100 metri dalla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione presentano una generale distribuzione a carattere frammentato e limitata ad aree di estensione contenuta.

Nello specifico, per quanto riguarda la condizione di attraversamento della ZSC "Stagno Pauli Majori di Oristano" (ITB030033) e della ZPS "Stagno di Pauli Majori" (ITB034005) da parte della linea ferroviaria esistente per un tratto di circa 1550 metri, gli habitat interni al buffer di 100 metri nel seguito riportati risultano con una distribuzione frammentata e con estensione ridotta rispetto all'intero attraversamento della tratta ferroviaria:

- l'habitat 1410 "Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritmi*)", si trova in adiacenza alla linea lungo il lato est in modo frammentato;
- l'habitat 1420 "Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (*Sarcocornietea fruticosae*)", si trova adiacente alla linea lungo entrambi i lati in modo frammentato;
- l'habitat 92D0 "Gallerie e forteti ripari meridionali" posto lungo il lato ovest della linea ad una distanza di circa 30 metri.

Per quanto concerne la condizione di tangenza della linea ferroviaria esistente con la ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) e la ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003), che complessivamente ammonta a circa 4650 metri, anche in questo caso gli habitat presenti all'interno del buffer di 100 metri risultano con una distribuzione fortemente frammentata e limitata pochi ambiti dell'intera tratta in tangenza alla linea ferroviaria. Essendo una condizione di tangenza, gli habitat nel seguito elencati risultano presenti solo lungo il lato occidentale della linea ferroviaria:

- l'habitat prioritario 1150* "Lagune costiere", distribuito in modo frammentato, si trova ad una distanza minima di circa 50 metri dall'asse ferroviario;
- l'habitat 1410 "Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritmi*)", si ritrova in adiacenza o stretta vicinanza alla linea in modo fortemente frammentato;
- l'habitat 1420 "Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (*Sarcocornietea fruticosae*)", distribuito in modo frammentato, si trova ad una distanza minima di circa 40 metri dall'asse ferroviario;
- l'habitat 1310 "Vegetazione annua pioniera a Salicornia e altre specie delle zone fangose e sabbiose", si trova ad una distanza minima di circa 30 metri dall'asse ferroviario;
- l'habitat 1430 "Vegetazione arbustiva a nanofanerofite e camefite alo-nirofile spesso succulente, appartenente alla classe Pegano-Salsoletea", si trova ad una distanza minima di circa 20 metri dall'asse ferroviario.

Con riferimento alla stima dei livelli di concentrazione di PM10 e NOx indotti dalle attività di cantiere, occorre evidenziare che la normativa in vigore in materia di qualità dell'aria (Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155), per quanto riguarda la vegetazione, fissa a norma di legge il valore limite di sicurezza a 30 µg/m³ di media annua per gli ossidi di azoto (NOx), mentre non individua limiti di sicurezza riguardanti le concentrazioni di particolato. Stante ciò, ai fini della presente analisi, è stato preso come valore limite lo stesso utilizzato per la salute umana (40 µg/m³ di media annua).

Nelle figure che seguono sono riportati i grafici che mostrano in sezione la curva di concentrazione degli inquinanti (PM10 e NOx) in relazione alla distanza, considerando che la distanza 0 corrisponde all'asse della linea ferroviaria esistente e, pertanto, la sorgente di emissione.

Dai grafici di seguito riportati si evince come i risultati ottenuti dalle simulazioni per le emissioni evidenziano come i valori di concentrazione degli inquinanti risultino fortemente al di sotto dei limiti di norma.

Inoltre, osservando i medesimi grafici si evidenzia come a distanza di 10 metri dal punto di sorgente i valori di concentrazione di entrambi gli inquinanti decada drasticamente, con un crollo pari a circa il 60% rispetto al punto di sorgente, mentre a 20 metri il crollo è dell'80% per NOx e dell'85% per il PM10 rispetto al punto di sorgente.

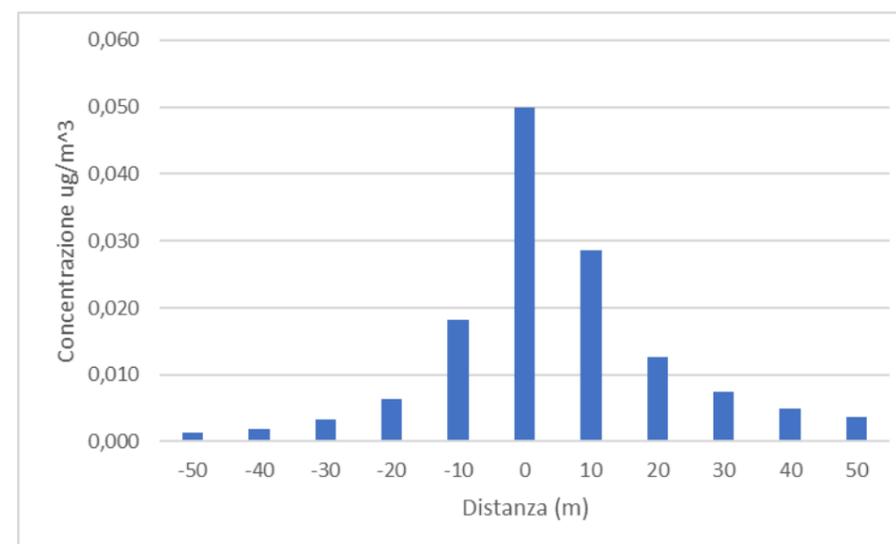


Figura 6-21 Grafico che mostra in sezione la relazione tra la distanza e la concentrazione di PM10

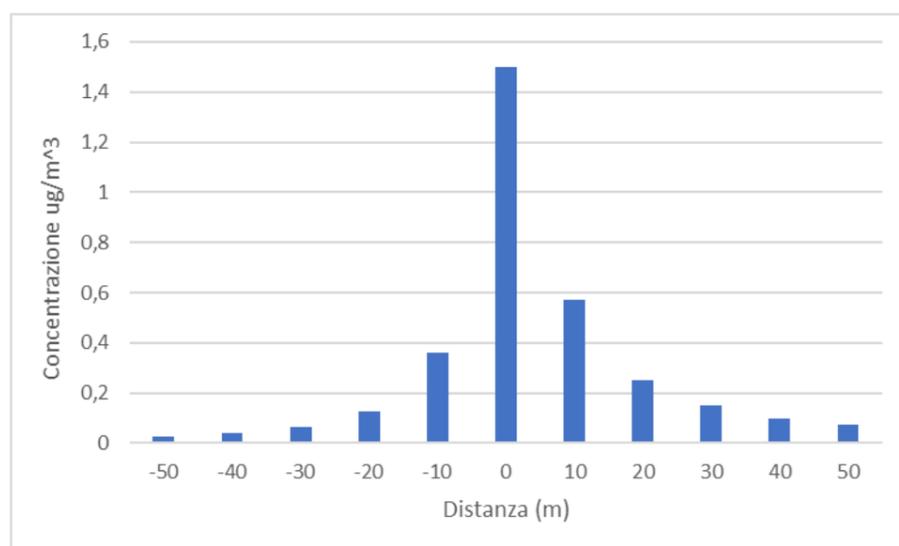


Figura 6-22 Grafico che mostra in sezione la relazione tra distanza e concentrazione di NO_x

In conclusione, i risultati ottenuti dalle simulazioni dimostrano che, durante le lavorazioni relative allo scavo delle fondazioni dei pali TE, le concentrazioni di inquinanti risultano fortemente al di sotto dei limiti fissati per legge relativi alla conservazione della vegetazione e che già a soli 10 metri di distanza dal punto di sorgente i valori crollano rapidamente, sino a raggiungere valori prossimi allo 0 a distanza di 20 metri dal punto di sorgente.

A prescindere dal carattere frammentato della distribuzione di habitat di Direttiva, occorre evidenziare che quelli presenti entro una distanza di 20 metri dal punto di sorgente sono di un numero nettamente inferiore e, considerando che il tempo di lavoro stimato all'interno dei siti Natura 2000 risulta quantificabile in ore, il tempo di esposizione agli inquinanti si riduce ulteriormente.

In tale sede occorre precisare che trattasi dei medesimi habitat che, allo stato attuale, sono sottoposti agli effetti degli inquinanti emessi dal transito ferroviario effettuato mediante motrici a diesel.

Stante quanto sopra evidenziato è possibile stimare come trascurabile la significatività dell'effetto in esame.

Con riferimento alla Macro-attività B, Realizzazione delle sottostazioni elettriche, in relazione a quanto riportato nei precedenti paragrafi 3.3.3 e 3.3.4, ai fini della stima della potenziale modifica delle caratteristiche degli habitat di Direttiva, le lavorazioni ritenute maggiormente significative attengono allo scavo di sbancamento ed attività di costruzione delle SSE ed alla operatività delle Aree di stoccaggio (AS).

Stante ciò, si ritiene utile considerare che tutte le aree di localizzazione delle SSE e conseguentemente le aree di lavoro e le aree di cantiere fisso ad esse relative, risultano localizzate ad una distanza minima di circa 1.170 m dai siti Natura 2000, fatta eccezione per la SSE di Cagliari, sita a circa 260 m dai siti ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) e la ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003).

In ragione del carattere estremamente puntuale dell'opera in progetto, unitamente alla distanza intercorrente con i siti Natura 2000 più prossimi essendo superiore di 200 m, si ritiene che la significatività della modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat di Direttiva possa considerarsi non significativa.

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C3	Modifica delle caratteristiche qualitative di habitat di Direttiva	C	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.5.4 Modifica delle dinamiche e dei rischi per la popolazione faunistica (C4)

Inquadramento del tema

Stanti i fattori di specificità del caso in esame e, in tal senso, a fronte di quanto a tal riguardo illustrato nei precedenti capitoli 2 e 3, riferiti rispettivamente alla descrizione del progetto nel suo complesso e alla analisi ambientale delle opere e del sistema di cantierizzazione, la modifica delle dinamiche e dei rischi per la popolazione faunistica può essere essenzialmente ricondotta alle tipologie di effetti riportate in Tabella 6-33 e nel seguito descritte con riferimento alle azioni di progetto che ne sono all'origine.

Tabella 6-33 Quadro di correlazione Azioni di progetto – Effetti

Dimensione	Azioni di progetto	Fattore causale	Effetti
Costruttiva	Approntamento aree di cantiere	Produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche
	Operatività dei mezzi d'opera	Produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche

Dimensione	Azioni di progetto	Fattore causale	Effetti
Fisica	Presenza palificazione, cavi di conduzione aerei e SSE	Creazione barriera fisica	Modifica connettività ecologica
	Presenza cavi di conduzione aerei	Creazione ostacolo sorvolo	Rischio di collisione
Operativa	Esercizio della linea di trazione elettrica ferroviaria	Conduzione energia elettrica	Rischio di elettrocuzione
	Transito ferroviario	Produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche

Secondo tale definizione e l'impianto metodologico alla base del presente studio, l'effetto relativo al rischio di collisione è riconducibile all'interno della dimensione "Fisica", in quanto dovuto alla presenza delle componenti aeree della linea di trazione elettrica.

Rischio di elettrocuzione

Il fenomeno dell'elettrocuzione o folgorazione avviene a seguito di un accidentale contatto dei volatili con elementi in tensione delle linee elettriche.

Gli uccelli dotati d'ampia estensione alare, quali alcuni rapaci veleggiatori ed i Ciconiformi, sono i più esposti al rischio d'elettrocuzione in quanto maggiore è la possibilità che, posandosi sui sostegni, con le ali o la coda, siano interessati dall'arco elettrico.

Stante ciò, in ragione della logica di analisi assunta alla base del presente documento, detto effetto è inquadrabile all'interno della dimensione "Operativa", in quanto riconducibile alla operatività della linea mediante elettrificazione.

Per ulteriori approfondimenti rispetto alla trattazione dei suddetti effetti si rimanda allo Studio di Incidenza Ambientale (RR0S00D22RGIM0003001C).

Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche

L'effetto in esame può essere ricondotto, in termini generali, sia alla Dimensione Costruttiva che alla Dimensione Operativa.

Relativamente alla dimensione costruttiva, l'aumento del livello di rumore, derivante dalle attività di approntamento delle aree di cantiere e delle lavorazioni previste per la realizzazione dell'opera, può comportare disturbo alle specie faunistiche di interesse comunitario presenti nei Siti Natura 2000, causandone l'allontanamento. In questo caso si tratta di un'interferenza a carattere temporaneo, in quanto si esaurirà con il completamento dei lavori.

L'incremento dei livelli acustici in fase di esercizio, dovuto al traffico ferroviario della nuova linea in progetto, potrebbe anch'esso generare una risposta negativa della fauna, come l'allontanamento, e una dispersione della stessa, inficiando potenzialmente la biodiversità locale.

Entrando nel merito, per quanto concerne la stima delle incidenze relative alla dimensione costruttiva, come descritto precedentemente, nel caso in esame è possibile distinguere due differenti sistemi di cantierizzazione: il primo legato alla Realizzazione della Linea di contatto (Macro-attività A), le cui lavorazioni verranno realizzate via ferro e si svolgeranno durante il periodo notturno, ed il secondo

Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche

L'effetto in esame si sostanzia nell'allontanamento e nella dispersione di individui delle diverse specie presenti nel sito a causa del disturbo dovuto alle emissioni acustiche prodotte dalle diverse azioni di progetto.

Sulla base di questa definizione e il modello metodologico impiegato nel presente studio, è possibile ascrivere detto effetto alle azioni di progetto afferenti alla dimensione "Costruttiva" e alla dimensione "Operativa".

Modifica connettività ecologica

Tale effetto si sostanzia nella limitazione e/o impedimento delle dinamiche di spostamento della fauna, per effetto della presenza delle opere in progetto che possono costituire degli elementi di condizionamento e/o vincolo rispetto ai movimenti della fauna.

Stante tale definizione, in ragione della logica di analisi assunta alla base del presente documento, detto effetto è inquadrabile all'interno della dimensione "Fisica", in quanto essenzialmente determinato dalla presenza e dalle caratteristiche fisiche delle opere in progetto.

Rischio di collisione

Il fenomeno della collisione consiste nello scontro degli individui in volo con le linee o le strutture dei sistemi di conduzione elettrica che, in ragione della loro dislocazione o della scarsa visibilità, possono essere causa d'impatto.

collegato alla Realizzazione delle sottostazioni elettriche (Macro-attività B), le cui lavorazioni verranno realizzate tramite aree di cantiere fisso e si svolgeranno durante il periodo diurno.

Per quanto attiene al potenziale disturbo prodotto dalla dimensione operativa, si precisa che il modello di esercizio della linea oggetto di intervento ricalcherà quello attuale, non apportando quindi modifiche rispetto alle emissioni acustiche già esistenti. Tuttavia, il progetto in esame prevede la sostituzione delle attuali locomotive circolanti alimentate a diesel con motrici elettriche, perciò in questo studio verrà effettuata in via precauzionale una comparazione delle emissioni acustiche dei due tipi di treno per valutare se possano verificarsi incidenze legate a questo aspetto.

Prima di entrare nel merito della trattazione dell'effetto in esame, bisogna effettuare alcune considerazioni sul contesto in cui si inserisce l'opera in progetto. Infatti, è possibile distinguere due differenti ambiti di studio:

- Il primo, sito a nord della linea ferroviaria oggetto d'intervento, vede l'area d'intervento attraversare un tratto di circa 1.550 m della ZSC ITB030033 "Stagno Pauli Majori di Oristano" e della ZPS ITB034005 "Stagno Pauli Majori" in essa inclusa;
- Il secondo, localizzato a sud della linea ferroviaria oggetto d'intervento, che vede l'affiancamento della ZSC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" e la ZPS ITB044003 "Stagno di Cagliari" per circa 4.650 m.

Per quanto riguarda le emissioni acustiche prodotte in fase costruttiva dal fronte avanzamento lavori, visti i rapporti intercorrenti tra la linea oggetto di elettrificazione e i Siti Natura 2000 in esame, si è reputato opportuno condurre uno studio acustico di dettaglio volto ad analizzare e quantificare le incidenze provocate dalle lavorazioni in questione.

Di conseguenza, come dati di input del modello di simulazione sono state scelte le lavorazioni ed attività maggiormente gravose dal punto di vista acustico che, nel caso in esame, sono rappresentate dalla realizzazione degli scavi per le opere di fondazione dei pali TE. Le sorgenti di emissione acustica considerate nella suddetta simulazione sono quindi rappresentate dai macchinari per la realizzazione dello scavo di fondazione lungolinea. I valori di potenza sonora all'interno dell'area di cantiere si configurano come una sorgente puntuale. Si ricorda che le lavorazioni per la macro-tipologia di attività in esame sono previste unicamente nel periodo notturno.

La stima dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.2 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

Di seguito viene riportato uno stralcio della mappa isofonica riferita ad una quota di 4 metri dal piano campagna che rappresenta l'output delle simulazioni eseguite con il modello SoundPlan nelle ipotesi precedentemente descritte.

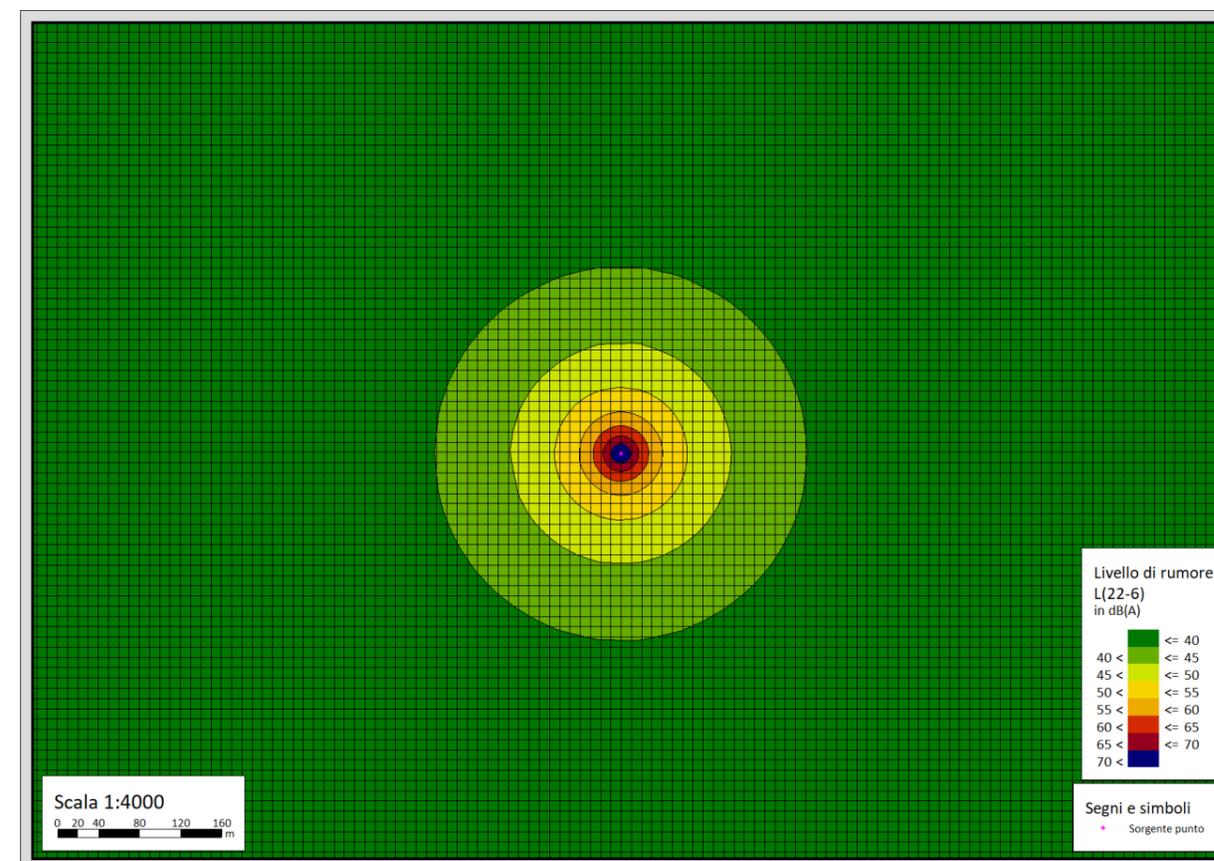


Figura 6-23 Scenario A - Output del modello di simulazione in planimetria: curve di isolivello acustico in $Leq(A)$ notturno

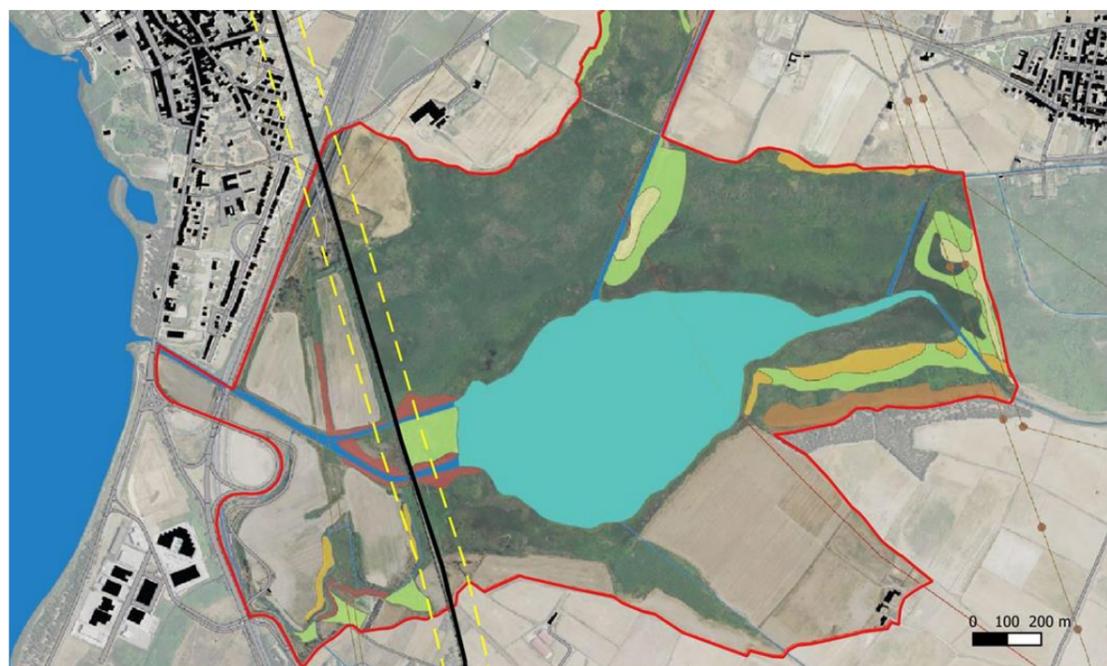
Dall'analisi dei risultati delle simulazioni effettuate è emerso che nel corso di dette lavorazioni, svolte in condizioni di attraversamento per i Siti Natura 2000 situati a nord e di prossimità per i Siti localizzati a sud del tracciato, si verificano superamenti dei limiti normativi limitatamente all'area compresa entro 65 metri dall'asse ferroviario. In ragione di ciò, occorre evidenziare che il tempo di lavoro stimato risulta quantificabile in 1 ora per singolo scavo, rendendo con ciò il tempo di esposizione alle emissioni acustiche ancor più contenuto.

Un altro fattore da considerare è la distribuzione degli habitat idonei ad ospitare le specie faunistiche in prossimità dell'area interessata dalle emissioni acustiche di cantierizzazione. Infatti, gli habitat incusi in un buffer di 65 m (limite spaziale oltre il quale i livelli acustici scendono sotto i 50 DB(A)²³) dall'asse della linea ferroviaria oggetto d'intervento, risultano essere diffusi ed avere una continuità anche oltre l'area interessata dal disturbo, consentendo l'accoglimento della fauna potenzialmente disturbata.

Quanto appena enunciato, unitamente all'esigua durata del disturbo, consente di ritenere bassi gli effetti sulle specie faunistiche dovuti alle emissioni acustiche.

Figura 6-24 6-25 Ambito 1: Habitat presenti nell'area d'intervento dal PdG della ZPS ITB034005 "Stagno Pauli Majori" aggiornato al 2020 e in fase di valutazione. In nero linea ferroviaria oggetto d'intervento, tratteggiato in giallo isolivello acustico di 50 dB(A) (circa 65 m dall'asse ferroviario)

Un ulteriore aspetto che concorre a definire bassa l'incidenza per i Siti Natura 2000 localizzati a sud è che questi sono localizzati in prossimità dell'area urbana di Cagliari e del suo aeroporto, i quali rappresentano di per sé delle sorgenti acustiche di disturbo. Quanto appena detto consente di affermare che le specie faunistiche più sensibili, con particolare riferimento all'avifauna citata nei Formulari Standard di riferimento, saranno probabilmente assenti dall'area o comunque saranno presenti solo le specie adattate a tale fattore di disturbo.



Legenda

- Confini Comunali
- ZSC
- Buffer 65 m
- Habitat**
- H10 1310
- H12 1410
- H13 1420
- H14 1430
- H15 1510*
- H162 110
- H21 120*
- H21 2240
- H5 1150*
- H53 92D0

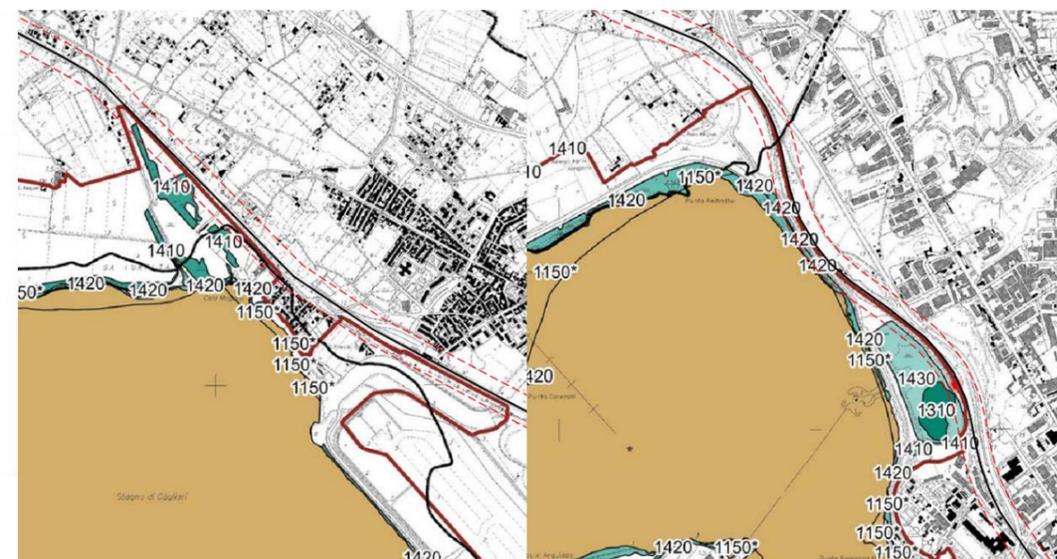


Figura 6-26 Ambito 2: Habitat presenti nell'area d'intervento dal PdG della ZSC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" aggiornato al 2020 e in fase di valutazione.

Entrando nel merito della dimensione operativa, l'incremento dei livelli acustici in fase di esercizio dell'opera potrebbe generare una risposta negativa della fauna, come l'allontanamento e la dispersione della stessa, inficiando potenzialmente la biodiversità locale.

In generale, nelle fasce lungo la ferrovia, la densità di alcune specie di uccelli si riduce, in particolare perché il rumore del traffico altera la possibilità di comunicare attraverso le emissioni canore.

In considerazione di quanto appena detto, nella presente analisi sono valutati i possibili effetti sul comportamento della fauna locale, in riferimento alle specie presenti nei Siti Natura 2000 in esame, in risposta alla variazione dei livelli acustici determinato dal nuovo materiale rotabile previsto in fase di esercizio.

²³ Livello minimo di disturbo acustico della fauna secondo lo studio condotto da Reijnen e Thissen (Dinetti, 2000),

Al fine di indagare gli effetti derivanti sul comportamento della fauna locale, si è fatto riferimento allo studio condotto da Reijnen e Thissen (Dinetti, 2000), che ha messo in luce come gli effetti del disturbo da rumore per la fauna si osservino a partire da un livello minimo di 50 dB(A).

Muovendo da tale dato, si è fatto riferimento alle risultanze derivanti da un modello di calcolo analitico, attraverso il quale è stato stimato l'impatto acustico nel periodo diurno e notturno derivante dal modello di esercizio attuale con il materiale rotabile odierno (diesel) e quello derivante dal modello di esercizio di progetto con treni a trazione elettrica. Tale modello si basa sulla legge di propagazione di una sorgente acustica lineare in funzione della distanza e dell'attenuazione dell'atmosfera, nonché su dati emissivi derivanti da indagini sul campo e relativi ad un singolo transito di un convoglio ferroviario, mediato in funzione delle diverse tipologie di treno.

Al fine di individuare l'impatto acustico massimo, all'interno del modello di esercizio è stata scelta la tratta più impattante per numerosità dei treni e per velocità.

Dai risultati ottenuti dalla simulazione acustiche si nota come le distanze a cui i limiti sono raggiunti risultano sostanzialmente minori per i treni a trazione elettrica in entrambi i periodi di riferimento. Relativamente al periodo diurno, prendendo ad esempio come riferimento le curve di isolivello acustico in Leq(A) dei 60 e 55 dB(A), si nota come la distanza rispetto alla sorgente si riduca rispettivamente da circa 120 a 65 metri, pari ad una riduzione di 55 metri, e da circa 280 a 170 metri, pari ad una diminuzione di 110 metri (cfr. Figura 6-8)

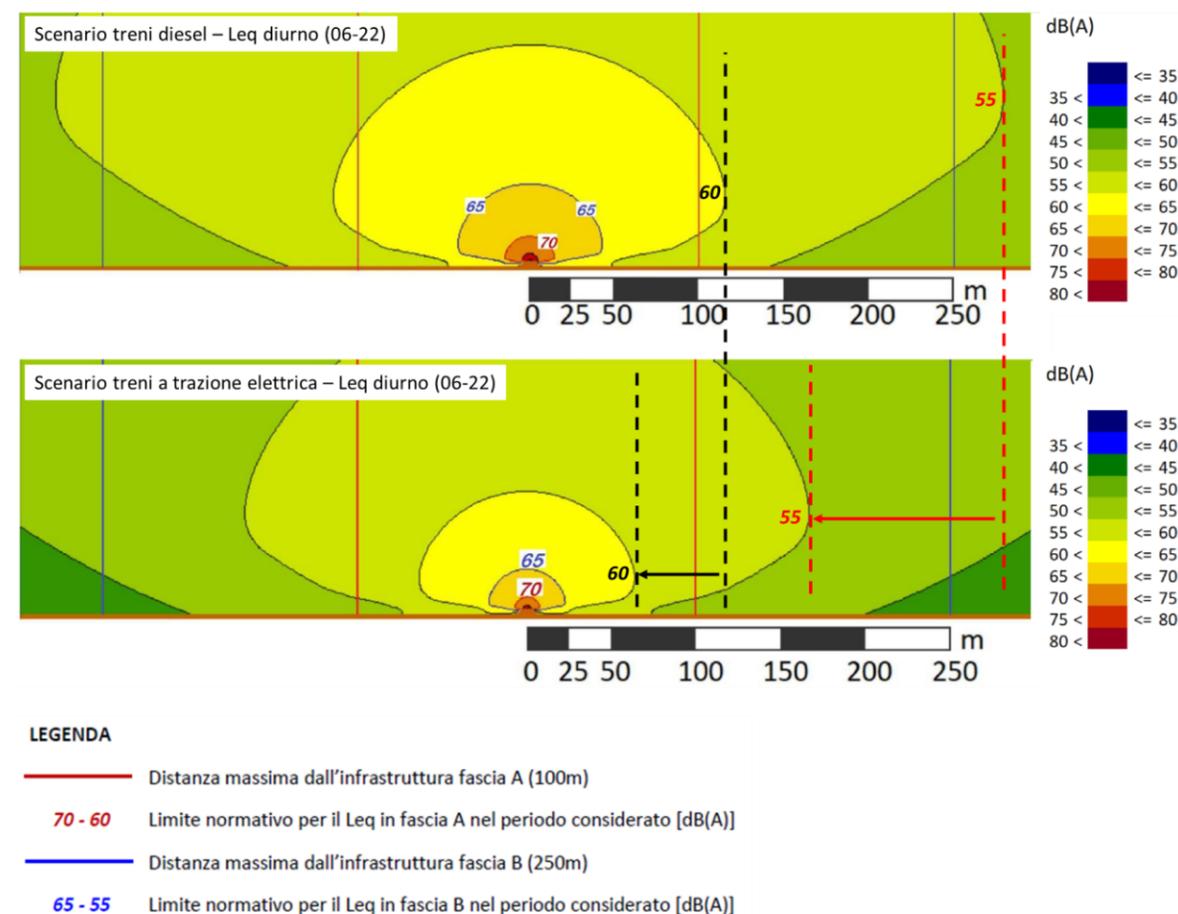
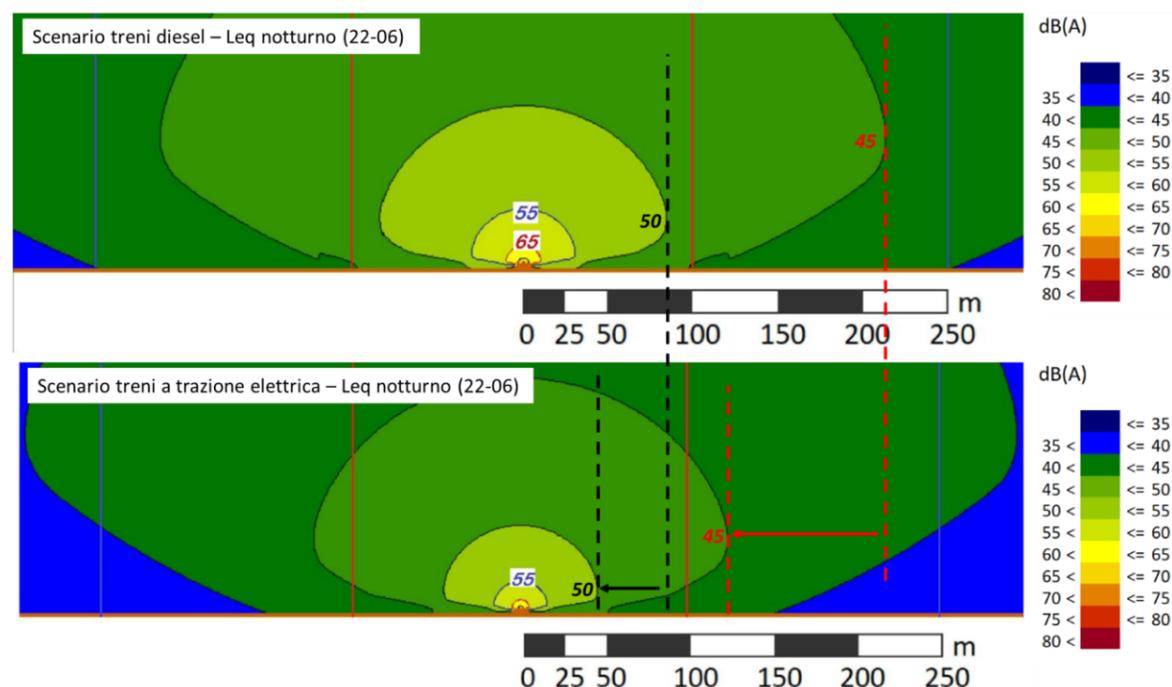


Figura 6-27 Sezione di area vasta della simulazione acustica del livello equivalente diurno – confronto tra modello con treni diesel e treni a trazione elettrica

Analogamente, per quanto concerne il periodo notturno, prendendo ad esempio come riferimento le curve di isolivello acustico in Leq(A) dei 50 e 45 dB(A), si nota come la distanza rispetto alla sorgente si riduca rispettivamente da circa 80 a 45 metri, pari ad una riduzione di 35 metri, e da circa 210 a 120 metri, pari ad una diminuzione di 90 metri (cfr. Figura 6-9).



LEGENDA

- Distanza massima dall'infrastruttura fascia A (100m)
- 70 - 60 Limite normativo per il Leq in fascia A nel periodo considerato [dB(A)]
- Distanza massima dall'infrastruttura fascia B (250m)
- 65 - 55 Limite normativo per il Leq in fascia B nel periodo considerato [dB(A)]

Figura 6-28 Sezione di area vasta della simulazione acustica del livello equivalente notturno – confronto tra modello con treni diesel e treni a trazione elettrica

Sulla base delle osservazioni fin qui enunciate, si può quindi affermare che la realizzazione del presente progetto di elettrificazione, a parità di modello di esercizio, comporterà un miglioramento del clima acustico all'interno della ZSC ITB030033 "Stagno Pauli Majori di Oristano" e della ZPS ITB034005 "Stagno Pauli Majori" ed in prossimità della linea ferroviaria che affianca la ZSC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" e la ZPS ITB044003 "Stagno di Cagliari".

Modifica della connettività ecologica

Stante quanto riportato in premessa, un elemento molto importante alla base della presente analisi consiste, quindi, nella definizione delle caratteristiche di permeabilità dell'opera in progetto e del contesto territoriale nel quale essa viene realizzata, al fine di comprendere se siano presenti elementi lungo le quali

si sviluppino, allo stato attuale, i processi di dispersione della fauna e le aree che costituiscono i poli di detti spostamenti.

A tale scopo, per quanto riguarda gli aspetti progettuali, così come meglio argomentati al Capitolo 2 al quale si rimanda, ai fini della presente analisi le opere in progetto possono essere articolate secondo due distinte tipologie:

- elettrificazione della linea mediante posizionamento dei pali TE lungo la massicciata ferroviaria e posa della relativa linea di contatto;
- realizzazione di 6 sottostazioni elettriche – SSE - (Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu, Oristano), funzionali al servizio di elettrificazione dell'intera tratta ferroviaria.

Per quanto riguarda i parametri di contesto, si è fatto riferimento al Piano Forestale Ambientale Regionale, nel quale la Rete Ecologica Regionale è individuata come unicamente «costituita dal sistema di aree naturali protette, terrestri e marine, istituite con leggi nazionali e regionali, e dai siti della rete Natura 2000, individuati ai sensi della normativa europea».

Stante tale definizione di Rete Ecologica, per quanto riguarda il contesto territoriale attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, mediante la consultazione dell'elaborato cartografico "Carta delle aree protette e Rete Natura 2000" (RR0S00D22NZIM0001001A) allegato al presente studio, si osserva come gli elementi costituenti la Rete Ecologica Regionale siano esclusivamente riferibili alle zone umide presenti nell'ambito del Golfo di Cagliari ed in quello di Oristano.

Nello specifico, tali zone umide sono riconducibili ai siti Natura 2000 ZPS "Stagno di Pauli Majori" ITB034005 e ZSC "Stagno di Pauli Majori di Oristano" ITB030033, ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" ITB040023 e ZPS "Stagno di Cagliari" ITB044003 e ZSC "Stagno di Santa Giusta" ITB030037, ed alle Riserve naturali di Santa Gilla e di Pauli Majori, istituite ai sensi della LR 31/89.

Entrando nel merito, per quanto riguarda la prima tipologia relativa alla elettrificazione della linea ferroviaria, le analisi dei rapporti intercorrenti tra le opere in progetto e gli elementi della Rete Ecologica Regionale, per come individuata dal Piano Forestale Ambientale Regionale, così come meglio definito al precedente Capitolo 3, evidenziano le seguenti condizioni di prossimità e di attraversamento di siti Natura ed aree protette da parte di alcuni tratti di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione:

- il tratto iniziale che si sviluppa in tangenza con la ZSC “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla” (ITB040023) e la ZPS “Stagno di Cagliari” (ITB044003) ed alla Riserva naturale Santa Gilla
- il tratto finale che attraversa per circa 1,5 km la ZSC “Stagno di Pauli Maiori di Oristano” (ITB030033) e ZPS “Stagno di Maiori” (ITB034005)

Rimandando ai par. 3.2.1 e 4.2.4 per una più puntuale presa visione dei rapporti localizzativi tra opera in progetto ed aree protette e Rete Natura 2000, in tale sede si ritiene utile evidenziare che, ancorché la linea ferroviaria esistente Cagliari – Oristano oggetto di elettrificazione si sviluppa in tangenza o all'interno di alcuni siti Natura 2000 e Riserve naturali, il posizionamento dei pali TE sarà previsto lungo la massicciata ferroviaria esistente, rendendo di fatto totalmente non significativo l'inserimento di nuovi elementi di disturbo allo spostamento della fauna, in particolare di quella terrestre.

Per quanto riguarda l'avifauna, la ridotta altezza dei pali TE e relativi conduttori è tale da non costituire anche in questo caso alcuna barriera allo spostamento degli individui, ritenendo con ciò del tutto non significativo l'effetto in esame. Per quanto invece riguarda l'effetto potenziale di rischio collisione relativo alla presenza dei cavi di conduzione aerei, si rimanda al successivo paragrafo.

Procedendo con l'analisi delle 6 nuove SSE, i rapporti intercorrenti tra dette opere e la Rete Ecologica Regionale, per come definita dal Piano Forestale Ambientale Regionale, mettono in luce che, fatta eccezione per la SSE di Cagliari, le restanti SSE risultano collocarsi esternamente e ad una distanza dagli elementi stessi della RER tale da rendere del tutto nulla la significatività dell'effetto in esame, essendo quella minima pari a circa 1,2 km.

Per quanto riguarda la SSE di Cagliari, ancorché ubicata in un ambito prossimo alla Riserva naturale Santa Gilla ed ai siti Natura 2000 ITB040023 ZSC “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla” e ITB044003 ZPS “Stagno di Cagliari”, occorre considerare che si tratta di una tipologia di opera avente caratteristiche dimensionali estremamente ridotte e prevista in un contesto comunque fortemente antropizzato riconducibile alla città di Cagliari.

In ragione di ciò, anche per la SSE di Cagliari è possibile ritenere nulla la significatività dell'effetto di modifica delle connessioni ecologiche.

Rischio di collisione

Stante la definizione del termine collisione, con il quale si è inteso riferirsi a quel fenomeno che consiste nello scontro degli individui in volo con le linee o le strutture dei sistemi di conduzione elettrica, secondo la

logica di lettura assunta alla base della presente analisi, l'entità di tale tipologia di effetto potenziale è essenzialmente determinato dalla presenza dei suddetti elementi progettuali, dal grado di vulnerabilità delle specie ornitiche, nonché dal contesto di interrelazione tra detti due elementi.

In tale ottica, stante quanto meglio definito al precedente Capitolo 3, i principali parametri assunti ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, sono stati identificati nei seguenti termini:

- Parametro progettuale rappresentato dalla Linea di contatto costituita dai seguenti elementi:
 - Pali LSU e portali, posti ad un interasse compreso tra 55 e 60 metri, e localizzati a 2,25m dalla rotaia
 - Catenaria, a sua volta costituita dalla corda portante, filo di contatto e pendini
- Parametro contestuale rappresentato dai siti Natura 2000 attraversati o in tangenza alla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione e dalle specie di uccelli in essi presenti

Con specifico riferimento al secondo di detti parametri occorre specificare che, per quanto riguarda i siti Natura 2000, rispetto all'estesa complessiva della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, pari a circa 93 chilometri, sono stati individuati esclusivamente i seguenti due tratti che vedono condizioni di attraversamento e/o prossimità:

- il tratto iniziale che si sviluppa, complessivamente per circa 4.650 metri, in tangenza con la ZSC “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla” (ITB040023) e con la ZPS “Stagno di Cagliari” (ITB044003)
Come noto, detti siti, seppur riferiti a zone umide di notevole importanza per la conservazione degli habitat e delle specie in essi individuati, risultano ormai interamente inglobati nel sistema urbano e industriale dell'area metropolitana di Cagliari e confinati dalle aree aeroporti e portuali di Cagliari.
- il tratto finale che attraversa per circa 1,5 km la ZSC “Stagno di Pauli Maiori di Oristano” (ITB030033) e ZPS “Stagno di Maiori” (ITB034005)

Lo stagno di Pauli Maiori si colloca in un ambito che può essere definito di transizione in quanto posto tra il territorio a prevalente uso agricolo della Pianura Campidana a sud e le aree più propriamente urbane del Golfo di Oristano a nord. Tale zona umida, ancorché di notevole importanza per la conservazione degli habitat e delle specie in essi individuati, risente notevolmente delle attività agricole ed urbane circostanti.

Sempre con riferimento al secondo parametro, per quanto riguarda la presenza di uccelli, stante quanto emerso nell'ambito del citato Studio di Incidenza Ambientale (RR0S00D22RGIM0003001C), al quale si rimanda, le medesime caratteristiche ecologiche che accomuna tutti i succitati siti Natura 2000 mettono in evidenza come anche le comunità ornitiche in essi presenti possano essere associabili a livello ecologico.

Entrando nel merito, stante il progetto della Linea di contatto da prevedersi lungo l'intera tratta, nonché le comunità ornitiche presenti all'interno dei siti Natura 2000 ecologicamente associabili, si evince come il parametro discriminante ai fini della stima dell'effetto sia unicamente riconducibile da quello di contesto, presentando un grado più alto di antropizzazione nel tratto iniziale rispetto a quello finale della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione.

Infatti, come premesso, il tratto iniziale della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppa in un ambito fortemente urbanizzato dell'area cagliaritana, connotata dalla presenza delle aree residenziali ed industriali, nonché di importanti infrastrutture, quali, oltre alle arterie viarie e ferroviarie, l'aeroporto ed il porto. All'interno di tale contesto coesiste l'area dello Stagno di Cagliari, delle Saline di Macchiareddu e della Laguna di Santa Gilla.

Le condizioni di contesto così descritte, caratterizzate dalle importanti volumetrie dei manufatti presenti, rappresentano di per sé stesse una fonte di disturbo per l'avifauna, costituendo degli ostacoli alle quote di volo.



Figura 6-29 Esempificazione delle condizioni di contesto del tratto di linea oggetto di intervento, posto in corrispondenza della ZPS "Stagno di Cagliari" e della ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla"

In ragione di ciò, considerando che l'altezza di un palo TE e, con essa, quella dei conduttori si attesta intorno a 7 metri dal piano ferro e che quella dell'edificio circostante è nettamente superiore a tale valore, è ragionevole ritenere che la quota di volo necessariamente assunta dagli uccelli sia tale da poter minimizzare, se non del tutto escludere, il rischio di collisione.

Il tratto finale della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppa in un ambito connotato dallo Stagno di Pauli Maiori e dal limitrofo Stagno di S. Giusta che, come premesso, risentono delle attività agricole che della presenza delle aree urbane ed infrastrutturali. Infatti, l'ambito territoriale compreso tra lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di Pauli Majori presenta, oltre alla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, anche altri elementi infrastrutturali, quali la SP49, che costeggia il limite orientale dalla ZSC "Stagno di Santa Giusta", la SS131 Carlo Felice e parte dell'abitato di Santa Giusta che, nel complesso, costituiscono ulteriori elementi di disturbo che possono far aumentare la quota di volo delle specie sensibili al disturbo antropico.

In tal senso, occorre considerare che il transito dei treni, presente già allo stato attuale, concorrerà alle specie ornitiche, soprattutto quelle particolarmente sensibili al disturbo antropico, di volare ad una quota tale da evitare di collidere contro la linea di trazione elettrica.

In aggiunta a ciò, occorre considerare che, in base alla bibliografia scientifica di settore consultata, le collisioni avvengono principalmente nella porzione centrale della campata, dove gli uccelli non hanno il riferimento del sostegno per individuare i cavi i quali, risultando la parte delle linee elettriche meno visibili, aumentano il rischio di impatto.

Al preciso fine di prevenire tale rischio, nell'ambito della progettazione si è intervenuti proprio sulla parte meno visibile, prevedendo l'installazione lungo la fune portante di sfere di colore rosso e bianco, poste ad un interasse di 20 m (cfr. Figura 6-30).



Figura 6-30 Sfera impiegata per aumentare la visibilità dei cavi aerei della linea di conduzione elettrica

Sulla base di quanto detto finora e sulla base degli accorgimenti previsti in fase progettuale, è possibile affermare che l'interferenza della collisione dell'avifauna dei Siti contro la componente aerea della nuova linea elettrica di trazione ferroviaria, sia bassa e quindi tale da non alterare la dinamica e composizione delle comunità ornitiche presenti.

Rischio di elettrocuzione

Come illustrato in precedenza, il fenomeno dell'elettrocuzione o folgorazione avviene a seguito di un accidentale contatto dei volatili con elementi in tensione delle linee elettriche che presentano tra loro una differenza di potenziale elettrico.

In tale ottica, stante quanto meglio definito al precedente Capitolo 3, i principali parametri assunti ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, sono stati identificati nei seguenti termini:

- Contesto territoriale all'interno dei quali sono collocati i siti Natura 2000 attraversati o in tangenza alla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione
- Caratteristiche dimensionali dell'avifauna, essendo gli uccelli di medie-grandi dimensioni in particolare soggetti al rischio di elettrocuzione, e comportamentali in termini di utilizzo di dette strutture (sostegno e cavi aerei) quali postazioni funzionali all'avvistamento delle prede
- Distribuzione della tensione lungo la linea di alimentazione elettrica

Per quanto riguarda il primo fattore, come precedentemente riportato nell'ambito della trattazione relativo al Rischio di collisione, rispetto all'estesa complessiva della linea ferroviaria oggetto di elettrificazione, pari a circa 93 chilometri, sono stati individuati esclusivamente i seguenti due tratti che vedono condizioni di attraversamento e/o prossimità rispetto a siti Natura 2000:

- il tratto iniziale che si sviluppa, complessivamente per circa 4.650 metri, in tangenza con la ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) e la ZPS "Stagno di Cagliari" (ITB044003), inglobati nel sistema urbano e industriale dell'area metropolitana di Cagliari e confinati dalle aree aeroporti e portuali di Cagliari.
- il tratto finale che attraversa per circa 1,5 km la ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" (ITB030033) e ZPS "Stagno di Maiori" (ITB034005), il cui stagno di Pauli Maiori risente delle attività agricole della Pianura Campidana a sud e delle aree più propriamente urbane del Golfo di Oristano a nord.

Per quanto riguarda il secondo fattore, stante quanto emerso nell'ambito del citato Studio di Incidenza Ambientale (RR0S00D22RGIM0003001C), al quale si rimanda, le analisi condotte mettono in luce che le specie di uccelli presenti all'interno dei Siti e potenzialmente sensibili all'elettrocuzione appartengono ai seguenti *taxa*: *Charadriidae* e *Scolopacidae* (Caradriiformi/trampolieri), *Ardeidae* (Aironi, tarabusi), *Ciconidae* (Cicogne), *Laridae* (Gabbiani), *Strigiformes* (Gufi), *Coraciidae* (Ghiandaie marine), *Accipitriformes* e *Falconiformes* (Rapaci), *Alcedinidae* (Martin pescatore), *Passeriformes* (Uccelli canori di medie e piccole dimensioni), *Threskiornithidae* (Spatola, mignattaio), *Sternidae* (Sterne).

In merito al terzo ed ultimo fattore, ossia alla distribuzione della tensione lungo la linea di alimentazione, si ritiene necessario operare una sintetica descrizione della sua articolazione.

Procedendo per semplificazioni è possibile affermare che la linea di contatto sia formata dai seguenti elementi:

- Palo TE, a sua volta articolato in:
 - Sostegno
 - Mensola
 - Sospensione orizzontale
- Catenaria, finalizzata a trasmettere la corrente elettrica alla motrice, ed articolato in
 - Fune portante
 - Pendino
 - Fune di contatto
- Conduttore di terra, volto a garantire la sicurezza elettrica dell'impianto

Partendo da detta schematizzazione, per quanto riguarda la distribuzione della corrente elettrica all'interno di tali elementi, gli unici che risultano interessanti dal passaggio della corrente elettrica sono rappresentati dalla catenaria e dalla sospensione orizzontale, risultando per converso isolati elettricamente il sostegno e la mensola, nonché il conduttore di terra.

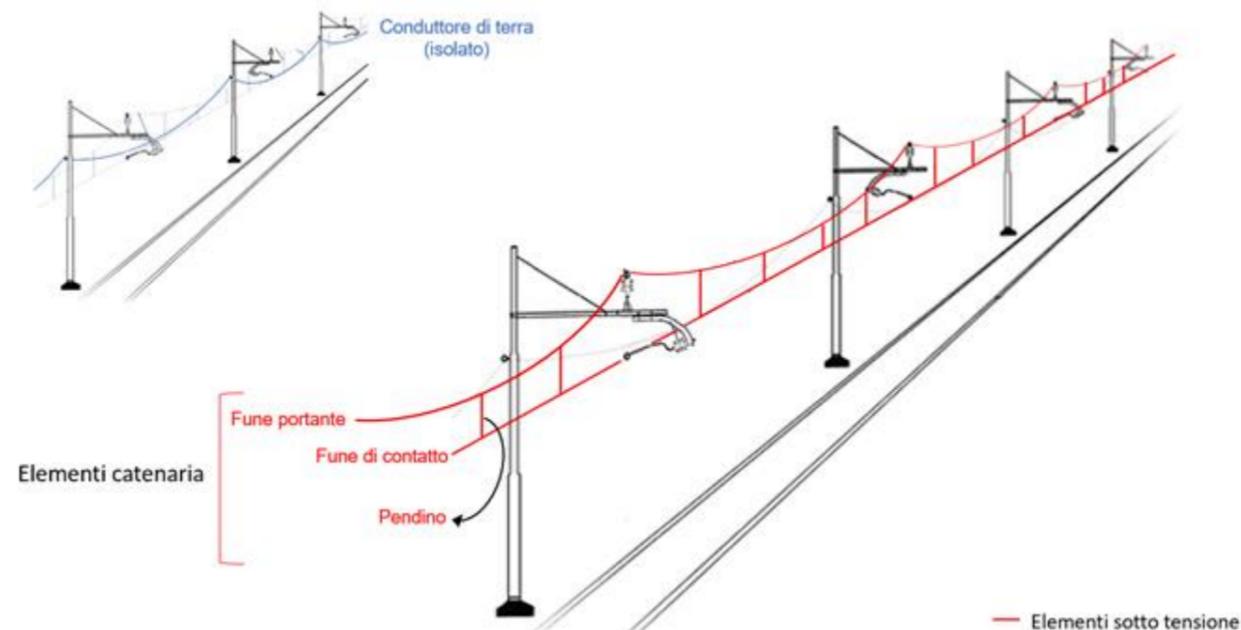


Figura 6-31 Elementi sotto tensione della componente aerea della linea di trazione elettrica ferroviaria

Entrando nel merito della catenaria e dei termini in cui questa possa determinare il fenomeno dell'elettrocuzione, occorre chiarire che tutti i cavi che la costituiscono non presentano una differenza di potenziale, grazie alla presenza dei cosiddetti cavallotti.

Tale condizione costituisce la motivazione in ragione della quale qualora un uccello si ponga sulla catenaria ovvero venga a contatto con i suoi diversi elementi (ad esempio, toccando con un'ala la fune portante e con l'altra il pendino) non si determina un arco elettrico e, con ciò, il fenomeno dell'elettrocuzione.

In buona sostanza è possibile affermare che il fatto che la catenaria sia sotto tensione non rileva in alcun modo ai fini del determinarsi dell'elettrocuzione dell'avifauna.

Per quanto riguarda il palo TE, le componenti che potrebbero costituire un rischio per l'avifauna sotto il profilo dell'elettrocuzione sono rappresentate dalla sospensione orizzontale e dai morsetti di attacco della fune portante, mentre la mensola, il tirante e il palo di sostegno risultano essere elettricamente isolati.

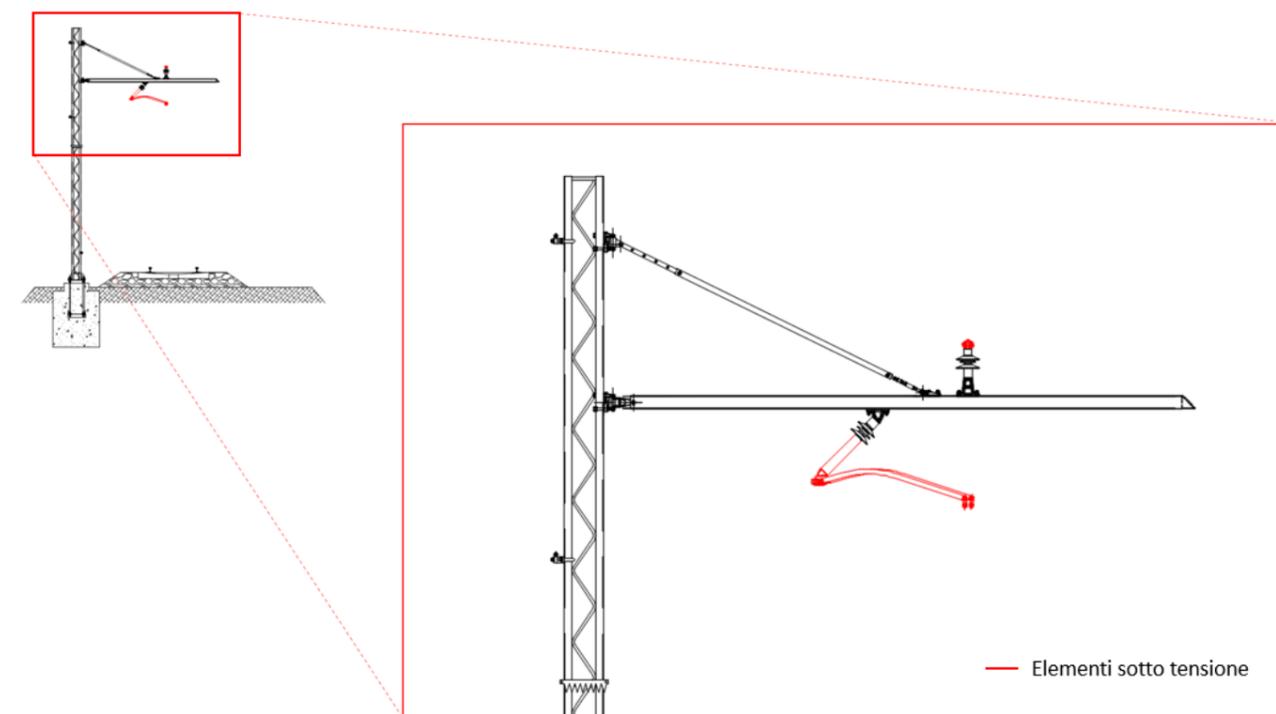


Figura 6-32 Dettaglio degli elementi sotto tensione della linea di trazione elettrica che potrebbero comportare eventi di folgorazione

In questo caso, la folgorazione potrebbe avvenire nel momento in cui un uccello, posatosi sulla mensola, tocchi con le ali una o entrambe le funi portanti della catenaria, chiudendo così il circuito.

A tal riguardo occorre evidenziare che la circostanza in esame risulta meramente occasionale, in quanto legata esclusivamente al contatto accidentale con uno degli elementi della catenaria e non dovuta al mero posarsi sulla mensola del palo TE.

Occorre altresì ricordare che il disturbo legato al traffico ferroviario costituisce un fattore di riduzione della probabilità che le specie di uccelli sensibili scelgano i pali TE come posatoi o come siti per la nidificazione.

In conclusione, assunto che il rischio di elettrocuzione, discende da un contatto accidentale tra conduttori ed uccello posto sulla mensola del palo TE o lungo la fune portante, è possibile ritenere che l'insieme delle condizioni di contesto alle quali si è accennato in precedenza (presenza di aree urbanizzate e produttive, infrastrutture viarie di grande collegamento, aeroporto) costituiscano delle fonti di disturbo che riducono significativamente la probabilità che, soprattutto le specie di uccelli sensibili agli acustici, scelgano i pali TE / linea di trazione elettrica come posatoi o come siti per la nidificazione.

In base a quanto esposto, è possibile definire gli effetti dell'elettrocuzione sull'avifauna dei siti in esame non significativi.

Considerazioni conclusive

La tabella sottostante ricapitola le valutazioni precedentemente argomentate con riferimento a ciascuna delle tipologie di effetti presi in considerazione ed alle relative dimensioni di analisi.

Tabella 6-34 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C4	Allontanamento e dispersione delle specie faunistiche	C	S1
			O		
		C4	Modifica della connettività ecologica	F	S0
		C4	Rischio di collisione	F	S1
		C4	Rischio di elettrocuzione	O	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.5.5 Modifica degli usi (C5)

L'uso del suolo è un concetto collegato, ma distinto da quello di copertura del suolo. Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2021 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, così come definita dalla Direttiva 2007/2/CE²⁴, mentre per uso del suolo si intende, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce, quindi, una descrizione di come il suolo venga

impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro.

A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo, che – generalmente - determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale, sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, nel caso in specie, l'effetto in esame riguarda la modifica del quadro degli usi in atto conseguente alla localizzazione delle aree di cantiere fisso ed aree di lavoro, ed alla presenza dei nuovi manufatti.

Nel primo caso, l'effetto in esame è legato alla dimensione Costruttiva, ossia alla fase di realizzazione dell'opera in progetto, e, pertanto, la sua durata è connessa a quella dei lavori; secondo prassi, le aree occupate in fase di cantierizzazione e non interessate dall'impronta dell'opera in progetto, al termine dei lavori saranno oggetto di ripristino dello stato dei luoghi ex ante. In ragione di quanto sopra, l'effetto connesso alla dimensione Costruttiva ha una durata temporanea ed un carattere reversibile.

Nel secondo caso, l'effetto si sostanzia nella modifica degli usi conseguente, in primo luogo, all'occupazione fisica dell'opera in progetto. Inoltre, ancorché non dipendenti da un interessamento diretto da parte dell'opera in progetto, questa può dar luogo alla modifica degli usi in atto nel caso di creazione di aree residuali ed intercluse, ossia di aree che per dimensioni ridotte o per essere interdette all'accesso perdono di fatto il loro utilizzo originario.

Nel caso in cui l'effetto sia legato alla dimensione Fisica, questo ha durata definitiva e carattere irreversibile.

In tale ottica, dal punto di vista metodologico, il parametro assunto ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, è stato identificato nella natura del contesto di localizzazione delle aree di cantiere e dell'opera in progetto, e, in particolare, nei seguenti fattori:

- **Fattore progettuale**
Per quanto concerne la dimensione Costruttiva, il fattore di progetto è stato identificato nell'insieme delle aree di cantiere fisso e nell'area di lavoro.
Per quanto invece riguarda la dimensione Fisica, il fattore di progetto è stato assunto nell'area delle nuove SSE e relativi piazzali e nel posizionamento dei pali TE funzionali alla elettrificazione della tratta ferroviaria esistente.
- **Fattore di contesto**

²⁴ La Direttiva 2007/2/CE istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire) per gli scopi delle politiche ambientali e delle politiche o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente. L'Italia ha recepito detta direttiva con l'emanazione del DLgs 32/2010.

Il fattore di contesto è stato individuato nelle diverse tipologie di copertura ed uso del territorio, per come sistematizzate nelle relative carte tematiche.

Nel caso in specie, operativamente, si è fatto riferimento ai seguenti strati informativi:

- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBG10K (2022).

Inoltre, le informazioni tratte dalle fonti conoscitive soprariportate sono state, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "Google Maps", è al 2022.

La linea ferroviaria oggetto di elettrificazione è collocata all'interno di un vasto territorio che si estende dal Golfo di Cagliari fino al Golfo di Oristano, connotati da ambi fortemente urbanizzati, attraversando la Pianura Campidana, a prevalente destinazione agricola dei suoli.

All'interno di tale ambito, le aree a vocazione naturale sono del tutto frammentate, localizzate lungo i corsi d'acqua o in corrispondenza delle importanti zone umide presenti in corrispondenza di Cagliari ed Oristano.

Per ciò che riguarda la dimensione Costruttiva, il fattore di progetto è stato identificato nell'insieme delle aree di cantiere fisso che, rispetto alla superficie totale, ricadono per il 63% su superfici artificiali di pertinenza delle ferrovie, per il 33% su aree destinate a seminativi o prati artificiali mentre, solo, per il restante 4% occupano aree con presenza di vegetazione arborea ed arbustiva composta da pioppi, salici, ecc.; si tratta comunque di specie non rilevanti da un punto di vista ambientale in quanto non appartengono alla vegetazione autoctona del luogo.

A fronte di tali considerazioni si ritiene lecito affermare che la durata temporanea della modifica degli usi in atto, unitamente alla possibilità di ripristinare gli usi allo stato originario, fa sì che la significatività del presente effetto possa essere stimata trascurabile.

Per quanto riguarda la dimensione Fisica, come noto, l'intervento in progetto può distinguersi nelle opere di elettrificazione della linea ferroviaria esistente mediante posizionamento dei pali lungo la massicciata ferroviaria e posa della relativa linea di contatto e nella realizzazione di 6 sottostazioni elettriche – SSE - (Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu, Oristano), funzionali al servizio di elettrificazione dell'intera tratta ferroviaria.

Per quanto riguarda gli interventi relativi alla elettrificazione della tratta ferroviaria Cagliari – Oristano, il posizionamento dei pali TE lungo la massicciata ferroviaria esistente, rende di fatto nulla ogni modifica degli usi in atto.

Con riferimento alla realizzazione delle 6 nuove SSE, osservando le seguenti tabelle che riportano rispettivamente l'uso del suolo interessato da ciascun manufatto e l'interessamento delle categorie di uso del suolo in termini percentuali, si evince come gran parte delle SSE interessano aree relative alle Reti ferroviarie e spazi accessori e Grandi impianti di concentrazione, con una superficie pari a circa l'80% del totale, mentre solo la SSE di Marrubiu, con il restante 20%, risulta interessare seminativi.

Tabella 6-35 Rapporto tra SSE e uso del suolo

SSE	Uso del suolo
SSE Cagliari	1.2.2.3 Grandi impianti di concentrazione
SSE Decimomannu	1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori
SSE Villasor	1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori
SSE S. Gavino	1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori
SSE Marrubiu	2.1.2.1 Seminativi
SSE Oristano	1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori

Tabella 6-36 Categorie di Uso del suolo interessate

Uso del suolo	%
1.2.2.3 Grandi impianti di concentrazione	19%
1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori	61%
2.1.2.1 Seminativi	20%

In conclusione, considerato che le aree oggetto di modifica degli usi in atto sono in gran parte rappresentate da aree a carattere antropico, e che le opere in progetto si sviluppano su superfici già di pertinenza della ferrovia esistente e adiacenti ad essa senza dunque creare nuove aree intercluse o residuali, si può perciò affermare che l'effetto in esame può essere ragionevolmente ritenuto trascurabile.

Tabella 6-37 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria Fattori	Tipologia effetti	Dim.	Significatività

C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C5	Modifica degli usi in atto	C	S1
				F	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.5.6 Modifica delle condizioni di deflusso (C7)

L'effetto in questione è ascrivibile alla dimensione "fisica" delle opere in progetto e discende dalla presenza stessa dell'opera. Nella fattispecie, la modifica eventuale deriva dall'impermeabilizzazione del suolo in corrispondenza dei piazzali delle sottostazioni elettriche.

Entrando nel merito del caso in specie, l'analisi è stata effettuata dapprima sulla base dei dati di pericolosità idraulica (PAI, PGRA e PFSS) disponibili, per poi operare, ai fini dell'invarianza idraulica, secondo le indicazioni presenti all'interno della Normativa Regionale, la quale prevede l'individuazione di misure compensative differenti in ragione dello sviluppo superficiale della trasformazione territoriale. La tabella che segue riporta la classe dell'intervento: che distinguono le classi di intervento in ragione dell'entità della superficie di impermeabilizzazione.

Le analisi di cui sopra sono state svolte per le sole aree interessate dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche, in virtù di quanto espresso nei Cap. 2 e 3 della presente relazione.

Si riporta, di seguito, una disamina delle singole SSE sulla base di quanto riportato nelle relazioni idrauliche RR0S00D29RIID0000001B, RR0S00D29RIID0000002A, RR0S00D29RIID0000003A e RR0S00D29RIID0000004A.

- **SSE di Cagliari:** la sottostazione si sviluppa esternamente a tutte le fasce di pericolosità idraulica. Il piazzale ricade, secondo quanto riportato in normativa, nella Classe B Tale condizione comporta la necessità di laminare parte delle portate generate dal piazzale che vengono successivamente recapitate al fosso di guardia locale.

- **SSE di Decimomannu:** il piazzale in esame si sviluppa all'interno della fascia di pericolo P3 del fiume Flumini Mannu (mappe PAI), corrispondente a eventi con moderato periodo di ritorno (TR=50anni), disciplinata dall'Art. 27 delle NTA del PAI. Nel 2021 il fiume Flumini Mannu è stato oggetto di approfondimenti da parte dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna al fine di definire gli interventi strategici da realizzarsi lungo il corso d'acqua per limitare le condizioni di rischio idraulico. Come è possibile osservare dall'elaborato "Atlante cartografico delle fasce di esondazione derivanti dalla modellazione dello SCENARIO 0 (Stato Attuale)" alle condizioni attuali il piazzale oggetto di intervento risulta collocato esternamente alle fasce di espansione del corso d'acqua (Figura 6-33). Come meglio specificato all'interno della Relazione "Scenari di intervento strategico e coordinato: Flumini Mannu", in prossimità del sito è inoltre prevista la realizzazione di nuove arginature che limitino l'espansione della fascia fluviale a ridosso della rete ferroviaria esistente.

Gli studi realizzati dimostrano un massimo livello di piena (TR=200 anni) in prossimità del piazzale pari a 6.75m m s.l.m. La quota di imposta del sito di progetto risulta collocata a 9.40 m s.l.m. Alle condizioni indicate, dunque, è possibile asserire l'assenza di condizioni di rischio e la piena compatibilità idraulica per l'intervento in esame. Dal punto di vista dell'impermeabilizzazione anche il piazzale della SSE di Decimomannu ricade in Classe B e necessita della laminazione di parte delle acque di dilavamento del piazzale, che saranno recapitate anche in questo caso al fosso di guardia locale.

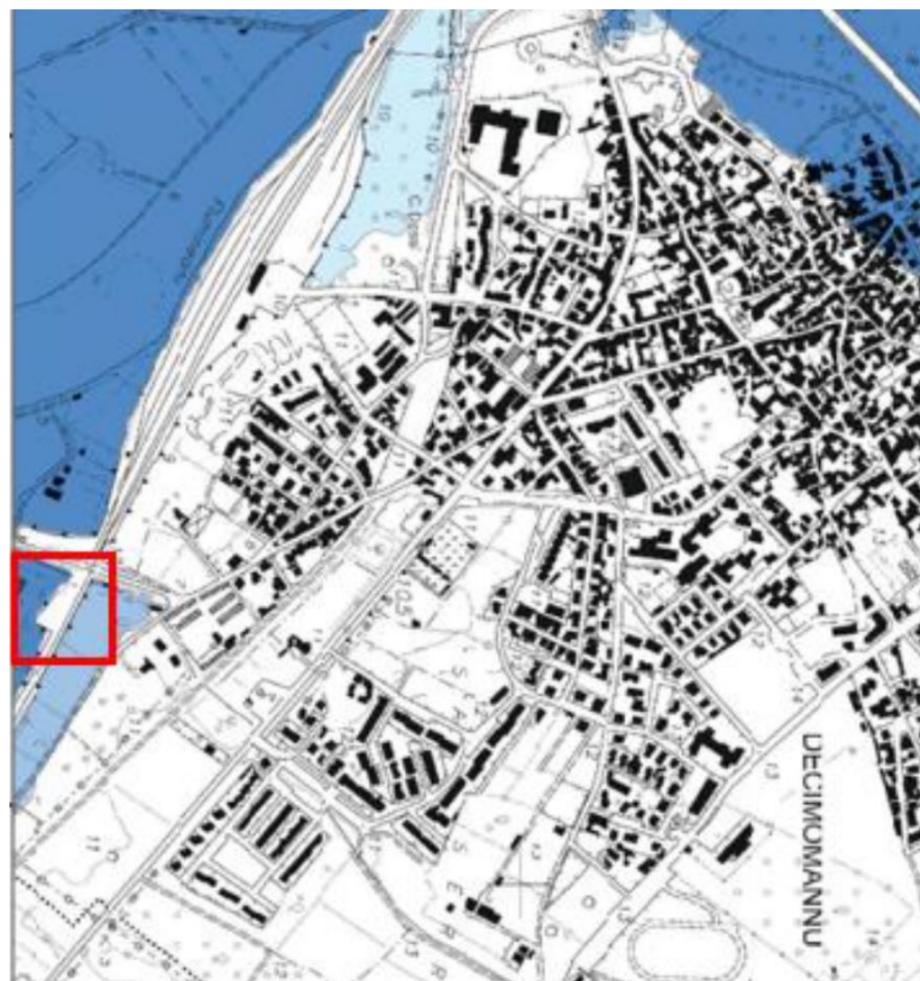


Figura 6-33 Fasce PGRA (aggiornamento 2021) – piazzale di progetto: rettangolo rosso

risulta pari a 3260m³. Gli interventi adottati a compensazione dei volumi sottratti alla piena sono di seguito illustrati:

1. Realizzazione di un canale perdente perimetrale di sezione utile rettangolare 150x150cm e di lunghezza totale pari a 390m. Il presidio idraulico sviluppa un volume utile pari a 878m³ (esclusi i valori sottratti per infiltrazione) ed è collegato al sistema di drenaggio interrato del piazzale a mezzo di caditoie e condotte;
2. Realizzazione di una trincea perdente di laminazione 33.0x53.0x1.2m che sviluppa un volume utile pari a 2099m³ ed è collegata mediante condotta by-pass di troppo pieno al canale di cui al precedente punto;
3. Realizzazione di un'area di compensazione in ghiaia di estensione pari a 808m² e profondità media 1.0m (indice dei vuoti: 0.4). Il volume di compenso così generato è pari a 323m³.

Il piazzale ricade in Classe C, ed il volume minimo di compensazione sarà ottenuto per mezzo dei presidi sopraelencati previsti per la compatibilità idraulica con le fasce di espansione del Flumini Mannu.

- **SSE di Villasor:** il sito di Villasor ricade all'interno delle aree di vincolo idraulico relative alle fasce di esondazione del Fiume Flumini Mannu. Nel dettaglio, il piazzale è collocato all'interno della fascia di pericolo P3 del PAI. Nel caso in esame, gli studi già realizzati dall'Autorità di Bacino della Regione Sardegna evidenziano livelli idraulici per eventi duecentennali pari a +26.52m m s.l.m., a fronte di una quota media del piazzale paria +24.50m m s.l.m. (tirante massimo: 2.02m). Come meglio rappresentato negli elaborati tecnici di dettaglio, al fine di garantire la sicurezza idraulica del fabbricato di piazzale, delle rampe di accesso e degli impianti elettrici, si è deciso di collocare gli stessi a 2.0m (piazzale) e 1.0m (impianti elettrici) dal piano di campagna rispettivamente. Alle condizioni indicate, il volume di espansione sottratto nel caso di alluvionamento con TR=200 anni



Figura 6-34 SSE di Villasor - Stralcio planimetrico degli interventi di compensazione

- **SSE di San Gavino:** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate dal PAI e PGRA. L'impermeabilizzazione della superficie di progetto (Classe B), comporta la necessità di laminare parte delle portate generate dal piazzale ($V=8.56m^3$).
- **SSE di Marrubiu** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate dal PAI e in posizione confinante (lato settentrionale) rispetto alla fascia Hi1del PGRA del locale affluente del Fiume Tirso. L'intervento in esame non comporta una riduzione della capacità di espansione dell'incisione e non ingenera aggravio delle condizioni di rischio idraulico per le infrastrutture e i manufatti esistenti. Infine, come è possibile osservare dalle planimetrie di progetto, il perimetro del piazzale rispetta la distanza minima dall'incisione fissata tra i 4 e 10m (R.D. 1904 –

n. 368 – Art. 133a). L'impermeabilizzazione della superficie di progetto (Classe B), comporta la necessità di laminare parte delle portate generate dal piazzale. Considerata la posizione di falda e il valore di permeabilità, si è optato per la restituzione del volume accumulato agli strati superficiali del suolo a mezzo di trincee drenanti prefabbricate.

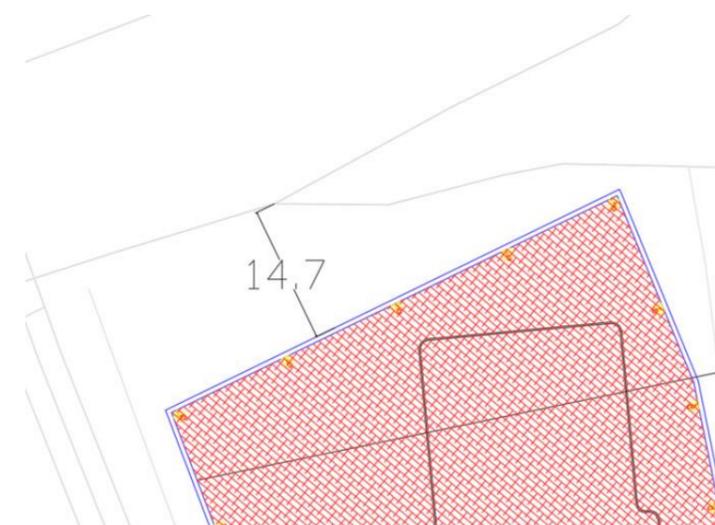


Figura 6-35 Stralcio Planimetrico – distanza minima incisione-piazzale di progetto

- **SSE di Oristano:** il piazzale in esame si sviluppa esternamente alle fasce di pericolo segnalate dal PAI, PGRA e PFSS. L'impermeabilizzazione della superficie di progetto (Classe B), comporta la necessità di laminare parte delle portate generate dal piazzale ($V=7.33m^3$).

In conclusione, dal momento che, laddove necessario, sono stati previsti i presidi idraulici necessari ad assicurare il volume di compensazione prescritto dalla normativa vigente, tutte le opere risultano idraulicamente compatibili e, di conseguenza, l'effetto in esame può essere considerato trascurabile.

Tabella 6-38 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
C.	Modifica dei fenomeni ambientali	C7	Modifica delle condizioni di deflusso	F	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				

<i>Categoria di effetti</i>	<i>Tipologia di effetti</i>	<i>Dim.</i>	<i>Significatività</i>
S2	Effetto scarsamente significativo		
S3	Effetto mediamente significativo		
S4	Effetto significativo		
S5	Altamente significativo		

6.2.5.7 Modifica della struttura del paesaggio e Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo (C8- C9)

L'effetto in esame fa riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

Rispetto alla prima delle due accezioni, quella strutturale del paesaggio, l'effetto in esame, consiste nella modifica di un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio, ascrivibile nella presenza stessa delle opere in progetto.

Stante ciò, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto sono costituiti, sotto il profilo progettuale, dalle caratteristiche localizzative, soprattutto in termini di giacitura, e da quelle dimensionali e formali degli elementi costitutivi l'opera in progetto; per quanto invece concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella presenza di chiare e definite regole di organizzazione della struttura del paesaggio, nella ricchezza del patrimonio naturale, paesaggistico e culturale, nonché nei caratteri diffusi dell'assetto naturale ed insediativo.

Per quanto concerne il contesto di intervento, come noto, le opere si sviluppano in un territorio compreso tra gli ambiti del Golfo di Cagliari e l'ambito del Golfo di Oristano, connotati da caratteristiche più propriamente urbane, e l'ambito della Pianura Campidana distinto da un paesaggio prettamente agrario.

Il tratto della linea ferroviaria, Cagliari-Oristano, oggetto di studio fa parte della linea ferroviaria Cagliari-Golfo Aranci, nota come dorsale sarda, la cui costruzione iniziò già nella seconda metà dell'Ottocento. Questa storica linea ferroviaria serviva a connettere i territori della parte sud della Sardegna con quelli più a nord. Proprio per questo possiamo considerare questa infrastruttura ferroviaria come un segno storico che attraversa una porzione importante del territorio sardo contraddistinto da vari caratteri ed elementi sia naturali che artificiali.

Per quanto attiene ai parametri progettuali relativi al caso in specie, come più volte richiamato, i principali interventi previsti dal Progetto riguardano l'elettificazione della tratta Cagliari-Oristano della linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci e la realizzazione di n. 6 nuove sottostazioni elettriche situate presso le stazioni di Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano.

Proprio in riferimento alla premessa fatta sopra rispetto al rapporto tra struttura del paesaggio e le opere in progetto intese nella loro dimensione fisica, le ragioni che consentono di poter affermare sin da subito che la potenziale modifica di tale rapporto risulterà trascurabile sono di due ordini.

In primo luogo, occorre considerare che gli interventi relativi all'elettificazione sono riferiti ad una infrastruttura esistente e storicamente già strutturante il territorio attraversato, il cui collocarsi all'interno del sedime ferroviario esistente rendono di fatto nulla ogni modifica della struttura del paesaggio.

In tal senso, posto che gli effetti delle opere di elettificazione, costituite dalla palificazione e della linea di contatto, sulla struttura del paesaggio possono ritenersi del tutto nulli, l'effetto in parola è stato indagato in rapporto alle sei succitate Sottostazioni elettriche funzionali all'elettificazione stessa della tratta ferroviaria. Conseguentemente, la seconda motivazione riguarda la realizzazione delle n. 6 sottostazioni elettriche a servizio dell'alimentazione della stessa linea ferroviaria che, seppur trattasi di opere aventi uno sviluppo del tutto contenuto e a carattere puntuale, queste sono sempre previste in corrispondenza di aree destinate al servizio ferroviario o in loro prossimità.

Ad ogni modo, a supporto di tali considerazioni, le sottostazioni elettriche in progetto sono state analizzate rispetto alle caratteristiche paesaggistiche dell'ambito in cui ricadono permettendo di comprendere meglio come esse si relazionano rispetto alla struttura paesaggistica in cui si inseriscono.

In tal senso, si evidenzia come, fatta eccezione per la SSE di Marrubiu, tutte le restanti SSE (Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino e Oristano) ricadono in aree di pertinenza della ferrovia ed in contesti prettamente urbanizzati.

A supporto di ciò si ritiene utile considerare che la linea ferroviaria oggetto di intervento di fatto non attraversa mai i nuclei urbani delle località menzionate, ma corre sempre in maniera adiacente agli ambiti periferici dell'urbanizzato; perciò, anche le succitate SSE vanno a collocarsi in aree marginali della città, non compromettendone aspetti storici o di pregio.

Per quanto riguarda la SSE di Marrubiu, ancorché prevista in un ambito agricolo posto in stretto affiancamento alla linea ferroviaria esistente, già oggetto a processo di espansione edilizia di recente formazione, si ritiene che la sua presenza non possa operare alcuna significativa modificazione dell'assetto fondiario, agricolo e colturale, nonché dei caratteri strutturanti il territorio agricolo.

A seguito di tutte queste considerazioni possiamo affermare che sia le opere di elettrificazione che le opere delle sottostazioni elettriche oggetto del presente studio non possono determinare effetti significativi sulla attuale struttura del paesaggio.

Per quanto riguarda la seconda delle due accezioni di paesaggio, ovvero quella cognitiva, l'effetto in esame, che si riferisce alla modifica degli aspetti percettivi ed interpretativi che riguardano le relazioni intercorrenti tra "fruitore" e "paesaggio scenico", è ascrivibile alla presenza stessa delle opere in progetto.

In breve, assunta la scelta di rivolgere l'attenzione agli aspetti percettivi ed a quelli interpretativi, in entrambi i casi le tipologie di effetti potenziali ad essi relativi riguardano la modifica delle relazioni intercorrenti tra "fruitore" e "paesaggio scenico", conseguente alla presenza dell'opera; l'introduzione di nuovi elementi, a seconda della specifica prospettiva di analisi, può dar luogo ad un'intrusione visiva o ad una deconnotazione, rispettivamente intese come variazione dei rapporti visivi di tipo fisico e variazione dei rapporti di tipo concettuale intercorrenti tra fruitore e quadro scenico.

In considerazione di dette due specifiche prospettive di analisi, per quanto attiene alle relazioni di tipo visivo, la stima dei potenziali effetti è stata tralasciata con riferimento ai rapporti intercorrenti tra le opere in progetto e gli elementi del contesto paesaggistico che rivestono un particolare ruolo o importanza dal punto di vista panoramico e/o di definizione dell'identità locale, verificando, se ed in quali termini, dette opere possano occultarne la visione.

Relativamente alle relazioni di tipo concettuale, i parametri assunti ai fini delle analisi condotte sono stati identificati nella coerenza morfologica (rapporti scalari intercorrenti tra elementi di progetto e quelli di contesto), nella coerenza formale (rapporti di affinità/estraneità dei manufatti di progetto rispetto ai caratteri compositivi peculiari del contesto) e nella coerenza funzionale (rapporti di affinità/estraneità dei manufatti di progetto rispetto a caratteri simbolici peculiari del contesto).

Come noto, l'opera oggetto del presente studio fa riferimento agli interventi relativi all'elettrificazione e alla realizzazione delle sottostazioni elettriche utili al sistema di trazione elettrica della linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci nella tratta compresa fra Cagliari e Oristano.

Posto che la linea ferroviaria oggetto di intervento ha uno sviluppo pari a circa 93 km, attraversando una porzione importante del territorio della Sardegna, al fine di meglio comprendere i rapporti, in termini percettivi, che si vengono a creare tra l'opera stessa ed il contesto paesaggistico, quest'ultimo è stato articolato nei seguenti tre ambiti:

- Ambito del Golfo di Cagliari
- Ambito della Pianura Campidana
- Ambito del Golfo di Oristano

L'ambito del Golfo di Cagliari e l'ambito del Golfo di Oristano sono maggiormente urbanizzati con presenza di grandi infrastrutture portuali, commerciali e industriali, per queste ragioni li consideriamo insieme.

La visuale dell'elettrificazione della linea ferroviaria non compromette la percezione del paesaggio in quanto è un elemento che fa già parte dell'immaginario comune come parte integrante dell'infrastruttura stessa. Inoltre, tale intervento, realizzato negli ambiti urbanizzati sopra descritti, viene assorbito dagli stessi elementi urbani di cui i centri abitati sono ricchi.

La Pianura Campidana è l'altra tipologia di ambito considerato ed è caratterizzato da un territorio prevalentemente adibito ad uso agricolo. All'interno di tale paesaggio sono presenti alcuni nuclei urbani che occupano una parte esigua del territorio prevalentemente agricolo. In un tale contesto paesaggistico le visuali prevalenti sono profonde fino a notevoli distanze, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza da edifici e da raggruppamenti arboreo arbustivi.

In termini generali, all'interno di tali ambiti così descritto, le caratteristiche dimensionali dell'opera di elettrificazione della linea ferroviaria in oggetto non compromettono tali vedute, proprio perché, essendo costituite dalla palificazione e dalla linea di contatto, non possono fungere da ostacolo visivo. Inoltre, è opportuno considerare che il tratto di linea ferroviaria Cagliari – Decimomannu è già dotata di palificazione (senza linea di contatto), ritenendo per tale tratto l'effetto ancor più irrilevante.

Posto che l'effetto di intrusione visiva dell'opera può ritenersi del tutto trascurabile all'interno di ambiti più propriamente urbanizzati, la presente indagine è stata supportata dalla fotosimulazione che considera un tratto di opera di elettrificazione, posto all'interno di un ambito prettamente agricolo e prossimo allo Stagno di Santa Giusta, ancorché ricompreso all'interno della Rete Natura 2000.

Nell'immagine rappresentante lo stato ante operam si possono riconoscere: elementi antropici (linea ferroviaria, strada carrabile) e gli elementi naturali (alberi, arbusti e rilievi collinari). È importante evidenziare che il punto di vista per la fotosimulazione ricade in prossimità dello Stagno di Santa Giusta, ed è posizionato in direzione della linea ferroviaria oggetto di intervento di trazione elettrica su opera d'arte esistente. È stato scelto questo punto in quanto si è ritenuta essere la visuale più significativa dove si percepisce in modo ampio e diretto l'intervento in analisi. È bene sottolineare che il punto di osservazione scelto per l'analisi è localizzato in corrispondenza della Strada Statale 131.

Come si evince dal confronto ante e post operam, l'inserimento della trazione elettrica non modifica la lettura del paesaggio né la sua percezione: il paesaggio naturale circostante rimane sostanzialmente inalterato, così come la sua percezione visiva.

All'interno di questi contesti, l'elettrificazione del tratto di linea ferroviaria in oggetto non costituisce un effetto significativo in quanto l'intrusione visiva di tale intervento all'interno del campo visivo è da ritenersi insignificante in relazione alla tipologia, alle caratteristiche dimensionali dello stesso ed i contesti in cui si inserisce, così come si evince anche dalla fotosimulazione.



Figura 5- Oristano, SS131. SIC Stagno Santa Giusta. Post operam



Figura 5- Oristano, SS131. SIC Stagno Santa Giusta. Ante operam

Per ciò che riguarda le 6 sottostazioni elettriche, è possibile fin d'ora affermare che la loro presenza può determinare un effetto del tutto trascurabile sulla percezione del paesaggio, in ragione delle caratteristiche dimensionali delle opere ed il contesto in cui si inseriscono, ovvero aree di pertinenza della ferrovia e funzionali ad essa.

Ad ogni modo, a prescindere dall'ambito paesaggistico in cui ricadono, queste risultano visibili solo attraverso la percorrenza delle strade limitrofe alle aree di progetto e solo nei pressi dell'opera stessa. Per di più non sempre l'intervento risulta visibile interamente per la presenza di vegetazione o fronti edificati che fungono da filtro visivo.

Anche in questo caso l'analisi è stata supportata dalla esecuzione di fotosimulazioni che permettono di rapportare le opere in progetto rispetto ai due contesti paesaggistici prevalenti: il territorio urbano, con l'analisi della SSE di Cagliari, e quello dei territori aperti, con la SSE di San Gavino.

Come premesso, la prima fotosimulazione riguarda la sottostazione elettrica di Cagliari che ricade nell'ambito paesaggistico del Golfo di Cagliari che può essere presa ad esempio anche per l'ambito del golfo di Oristano poiché sono assimilabili per tipologia. La nuova SSE rientra nell'area di pertinenza della ferrovia che come si evince dalla prima foto già presenta strutture ed elementi peculiari della linea ferroviaria ed impiegati per il suo funzionamento. Inoltre, la nuova opera si inserisce fra due infrastrutture

quella ferroviaria e quella stradale attraverso la cui percorrenza e solo in prossimità dell'area interessata è possibile vedere il nuovo manufatto. La sua percezione diventa sempre più attenuata a mano a mano che ci si allontana da essa.

Come si evince dal confronto ante e post operam, l'inserimento del fabbricato di nuova costruzione non modifica la lettura del paesaggio né la sua percezione: il paesaggio esistente e la sua percezione visiva rimangono inalterati. Si può affermare che l'alterazione indotta dal nuovo intervento risulta trascurabile.



Figura 6-36 SSE di Cagliari: Ante operam - Via San Simone, Cagliari

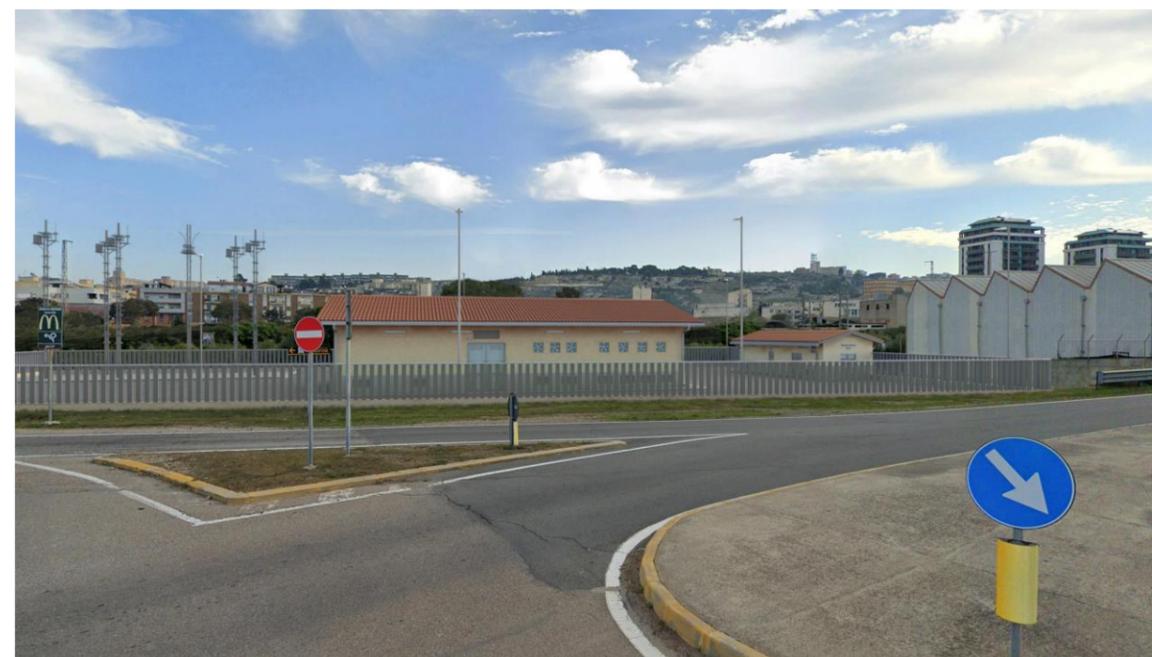


Figura 6-37 SSE di Cagliari: Post operam - Via San Simone, Cagliari

La seconda fotosimulazione utilizzata per approfondire le analisi percettive è quella inerente alla SSE di San Gavino Monreale che rientra nell'ambito della Pianura Campidana.

Anche questa nuova opera viene realizzata all'interno dell'area di pertinenza della linea ferroviaria, oggetto del presente studio, ed è percettivamente fruibile attraverso la percorrenza delle infrastrutture viarie e ferroviarie presenti e solo in prossimità dell'area interessata. E' opportuno considerare che la nuova opera rientra in un'area interamente circondata da una recinzione e in cui sono già presenti elementi riconducibili alla rete ferroviaria.

Da quanto sopra esposto, e dalla lettura delle immagini inserite, è possibile constatare che gli interventi di progetto saranno visibili da pochi punti di fruizione pubblica generando in tal senso un bacino di visibilità molto ridotto e circoscritto alla linea ferroviaria.

È bene sottolineare che il punto di osservazione scelto per l'analisi è localizzato in corrispondenza di una strada vicinale carrabile (di collegamento tra la SS197 e la SP4) di campagna a servizio delle aree coltivate presenti in prossimità dell'intervento che risulta, in ragione della sua natura, frequentata in misura ridotta. Come si evince dal confronto ante e post operam, l'inserimento del fabbricato di nuova costruzione non modifica la lettura del paesaggio né la sua percezione: il paesaggio naturale circostante rimane il principale elemento di riconoscimento del contesto ed il primo a catturare l'attenzione dell'osservatore. Il fabbricato inserito nell'area è percepibile in maniera minima grazie al suo ridotto ingombro verticale e la

presenza di vegetazione arborea arbustiva che ne frammenta la vista. Si può affermare che l'alterazione indotta dall'inserimento della nuova SSE quasi inesistente.

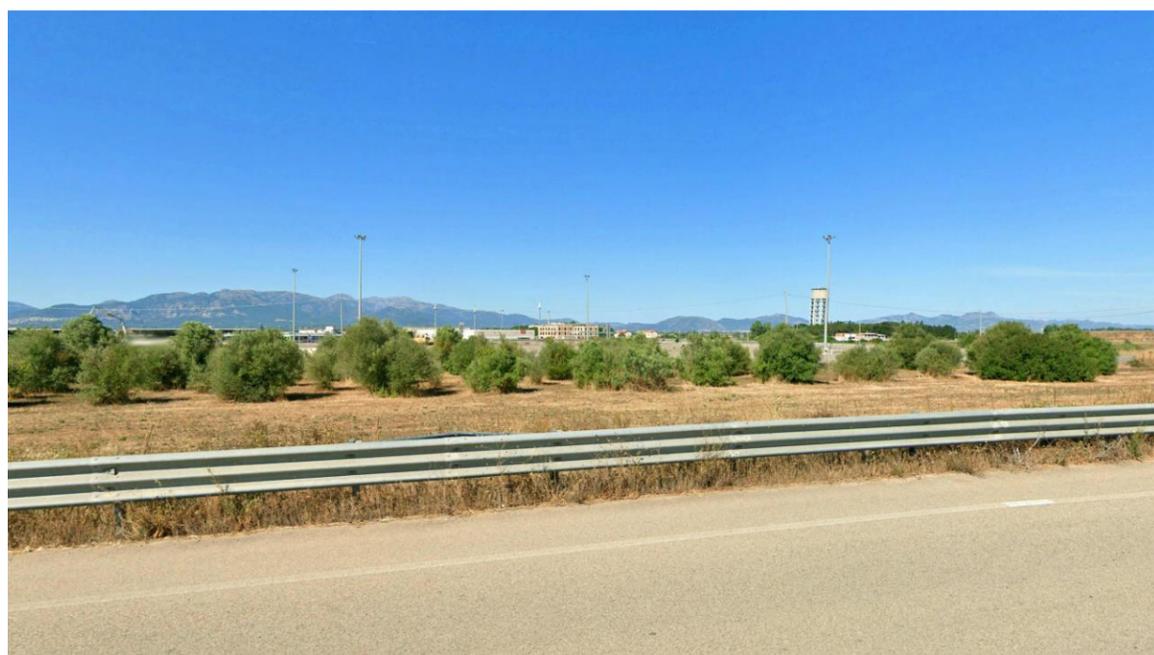


Figura 6-38 SSE di San Gavino: Ante operam - San Gavino Monreale



Figura 6-39 SSE di San Gavino: Post operam - San Gavino Monreale

A fronte di tutte le precedenti considerazioni possiamo affermare che l'inserimento delle nuove opere, a supporto della elettrificazione della linea ferroviaria Cagliari-Oristano, sono tali da non originare rilevanti modifiche alle condizioni percettive, nonché di comportare una alterazione della struttura del paesaggio e, con essa, quella del significato dei luoghi, determinando una modifica del paesaggio percettivo.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione Paesaggistica (RR0S00D22RGIM0002001A) e relativi allegati.

Tabella 6-39 Sintesi della significatività dell'effetto

Categoria di effetti		Tipologia di effetti		Dim.	Significatività
C.	Interazione con beni e fenomeni ambientali	C7	Modifica della struttura del paesaggio	F	S1
		C8	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo	F	S1
Legenda					
S0	Assenza di effetto				
S1	Effetto trascurabile				
S2	Effetto scarsamente significativo				
S3	Effetto mediamente significativo				
S4	Effetto significativo				
S5	Altamente significativo				

6.2.6 Analisi degli effetti cumulati

Come noto, il presente Studio riguarda la progettazione definitiva di elettrificazione della tratta ferroviaria Cagliari – Oristano che, allo stato attuale, risulta oggetto di altra progettazione riguardante il potenziamento tecnologico della rete ferroviaria, mediante l'attrezzaggio con ERTMS/ETCS.

Stante ciò e quanto disposto dal punto e) dell'Allegato VII del DLgs 152/2006, così come modificato dal DLgs 104/2017, nell'ambito del presente Studio si è reputato necessario documentare gli effetti ambientali del progetto proposto, considerando anche quelli dovuti «al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto».

Nel caso in specie, tale analisi si sostanzia nel documentare i potenziali effetti cumulati tra l’Opera in progetto oggetto del presente Studio ed il succitato Progetto Definitivo relativo all’“Attrezzaggio con ERTMS/ETCS livello 2 senza segnalamento laterale e degli impianti del sottosistema di terra connessi” previsto lungo la tratta Cagliari – Oristano, sottoposto a Valutazione di Incidenza Ambientale e Verifica di compatibilità paesaggistica.

Stanti i fattori di specificità dell’Opera oggetto del presente studio così come meglio illustrati nei precedenti capitoli 2 e 3, riferiti rispettivamente alla descrizione del progetto nel suo complesso e alla analisi ambientale delle opere e del sistema di cantierizzazione, la presente analisi dei potenziali effetti cumulati è stata esclusivamente ricondotta nei rapporti tra le due opere in progetto ed i siti Natura 2000.

In tal senso, si specifica che ai fini della presente analisi sono state assunte le informazioni contenute all’interno dello Studio di incidenza ambientale (D19704D22RGIM0003001A) del Progetto Definitivo relativo all’“Attrezzaggio con ERTMS/ETCS livello 2 senza segnalamento laterale e degli impianti del sottosistema di terra connessi”.

La progettazione definitiva per il potenziamento tecnologico della tratta Cagliari – Oristano si sostanzia nella realizzazione di nuovi fabbricati tecnologici, interventi di ristrutturazione su fabbricati esistenti e la realizzazione di shelter (PL e leC).

Tutti i fabbricati tecnologici previsti hanno la funzione di ospitare le apparecchiature tecnologiche destinate al comando, al controllo e alla sicurezza della circolazione ferroviaria. Tutti i fabbricati tipo PPM si sviluppano su un solo piano fuori terra e hanno pianta rettangolare di dimensioni 20x6,7 m.

Gli shelter PL hanno la funzione di alloggiare le nuove apparecchiature tecnologiche, sono generalmente posti nelle vicinanze di un passaggio a livello. Essi sono fondati su apposite platee di fondazione di dimensioni pari a 7.00 x 5.00m e aventi spessore pari a 0.30m; la garitta invece, avrà dimensione 6.00 x 4.00m.

Gli shelter leC, di dimensioni inferiori, sono fondati su apposite platee di fondazione di dimensioni pari a 3.00 x 5.00m e aventi spessore pari a 0.30m; la garitta invece, avrà dimensione 3.80 x 2.27m.

Nell’ambito del medesimo documento l’analisi di eventuali fattori di incidenza determinati dalla realizzazione del progetto sugli habitat, sulle specie vegetali e faunistiche è stata condotta rispetto ai Siti Natura 2000 presenti all’interno di una fascia di 1 Km dalle opere in progetto e, pertanto, limitatamente ai siti:

- ITB040023 ZSC Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla
- ITB044003 ZPS Stagno di Cagliari

Tabella 6-40 Rapporto tra elementi di progetto e siti Natura 2000 (Fonte: Studio di incidenza ambientale - D19704D22RGIM0003001A)

Codice	Sito Natura 2000	Denominazione	Relazioni con elementi di progetto (Shelter IEC) (Tratta Cagliari- Oristano)
ITB040023	ZSC	Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla	<u>Interferenza indiretta:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Elmas aeroporto (Pk 6+530) a circa 1000 m rispetto al Sito Natura 2000; • Cagliari Santa Gilla (Pk 1+899), a circa 360 m rispetto al Sito Natura 2000; • Assemini Carmine (Pk 11+659), a circa 880 m rispetto al Sito Natura 2000; • Assemini (Pk 13+251), a circa 800 m rispetto al Sito Natura 2000;
ITB044003	ZPS	Stagno di Cagliari	<u>Interferenza indiretta:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Elmas aeroporto (Pk 6+530) a circa 1000 m rispetto al Sito Rete Natura 2000; • Cagliari Santa Gilla (Pk 1+899), a circa 360 m rispetto al Siti Rete Natura 2000; • Assemini Carmine (Pk 11+659), a circa 880 m rispetto al Siti Rete Natura 2000; • Assemini (Pk 13+251), a circa 800 m rispetto al Siti Rete Natura 2000;



Figura 6-40 Localizzazione degli elementi di progetto rispetto ai Siti Rete Natura (Fonte: Studio di incidenza ambientale - D19704D22RGIM0003001A)



Figura 6-41 Localizzazione del tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 11+000 circa e la SSE di Cagliari

Inoltre, secondo quanto riportato dal citato Studio di incidenza ambientale (D19704D22RGIM0003001A), l'unica Fase in cui presumibilmente possono verificarsi potenziali effetti sugli habitat e sulle specie vegetali associate ai Siti Natura 2000, è quella di cantiere.

Stante ciò, gli interventi oggetto del presente studio che possono essere presi in considerazione ai fini delle analisi degli effetti cumulati, in quanto presentano condizioni di prossimità e tangenza con i suddetti siti Natura 2000, sono:

- il tratto di linea ferroviaria esistente oggetto di elettrificazione compreso tra l'inizio progetto e la progressiva 11+000 circa che si sviluppa in prossimità ed in tangenza ai due siti Natura 2000;
- la SSE di Cagliari, posta a circa 280 m dai due suddetti siti Natura 2000.

Sulla scorta di quanto sin qui riportato, i rapporti tra le Opere in progetto oggetto del presente studio da assumere alla base della presente analisi rispetto a quelle relative all'intervento di potenziamento della rete ferroviaria, mediante l'attrezzaggio con ERTMS/ETCS mettono in evidenza le seguenti due condizioni, in termini di potenziali effetti cumulabili:

- rapporto di prossimità tra le lavorazioni previste per la installazione dei pali TE funzionali alla elettrificazione della linea esistente e quelle relative alla realizzazione degli shelter funzionali al potenziamento tecnologico della rete ferroviaria
- rapporto di prossimità tra le lavorazioni previste per la realizzazione della SSE di Cagliari funzionale alla elettrificazione della linea esistente e lo shelter di Cagliari S. Gilla funzionale al potenziamento tecnologico della rete ferroviaria

Per quanto riguarda il primo dei succitati rapporti, un elemento utile alla stima dei potenziali effetti cumulati risiede nel considerare che, come precedentemente precisato (cfr. par. 2.3.3), le lavorazioni per la posa dei pali TE saranno effettuate mediante treno cantiere; condizione questa che necessariamente comporterà ad effettuare le lavorazioni durante l'interruzione del servizio ferroviario giornaliero (06:22:00), ovvero nel periodo notturno compreso tra le 22:00 e le 06:00. Stante ciò, si evince come non via la possibilità che le attività di elettrificazione della linea possano avvenire contemporaneamente a quelle per la realizzazione degli interventi di potenziamento della rete ferroviaria.

Ad ogni modo, si evidenzia che, anche se dette attività dovessero avvenire in contemporanea, l'entità estremamente contenuta delle modalità realizzative e delle tempistiche delle lavorazioni per la posa dei pali TE così come nel dettaglio definiti (cfr. par. 2.3.3), nonché il carattere puntuale delle stesse aree di intervento, sono tali da non generare un significativo cumulo degli effetti rispetto ai siti Natura 2000, il cui più prossimo risulta essere a circa 360 metri.

Passando al secondo rapporto di prossimità, ovvero quello intercorrente tra la nuova SSE di Cagliari e lo shelter di S. Gilla, occorre considerare anche in questo caso che si tratta per entrambi gli interventi di opere puntuali, previste in ambiti già infrastrutturati, essendo localizzati lungo la linea ferroviaria esistente. Infatti, come si evince chiaramente dalla seguente Figura 6-43, le due aree di intervento sono collocate ad una distanza intercorrente di circa 200 m e distano rispettivamente circa 260 m e 360 m dai siti Natura 2000.

Tale rapporto localizzativo, unitamente alle caratteristiche puntuali delle opere previste, unitamente alla durata limitata delle lavorazioni ed alle modalità realizzative, consente di escludere qualsiasi significativo effetto cumulato rispetto ai siti Natura 2000.



Figura 6-42 Localizzazione degli elementi di progetto rispetto ai Siti Rete Natura (Fonte: Studio di incidenza ambientale - D19704D22RGIM0003001A) – In bianco l'area di prossimità tra le lavorazioni per la installazione dei pali TE e quelle relative alla realizzazione degli shelter funzionali al potenziamento tecnologico della rete ferroviaria



Figura 6-43 Rapporti localizzativi tra SSE Cagliari, Shelter S. Gilla e Rete Natura 2000

7 MISURE ED INTERVENTI DI PREVISIONE, RIDUZIONE E MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI

7.1 Misure ed interventi previsti in fase di cantiere

7.1.1 Interventi per la riduzione della polverosità nelle aree di cantiere

Il repertorio delle misure ed interventi volti alla mitigazione degli effetti derivanti dalle emissioni polverulente prodotte dai cantieri è composto da procedure operative e da interventi.

In particolare, per quanto attiene alle procedure operative, queste sono essenzialmente rivolte ad impedire il sollevamento delle polveri, trattenendole al suolo, ed a ridurre la quantità. In tal senso, dette procedure riguardano:

- **Bagnatura dell'area di cantiere**
Gli interventi di bagnatura delle piste, delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni, atti a contenere la produzione di polveri, dovranno essere effettuati tenendo conto della stagionalità, con incrementi della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. L'efficacia di detti interventi è correlata alla frequenza delle applicazioni ed alla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento. Relativamente alla frequenza, come premesso, sarà necessario definire un programma di bagnature articolato su base annuale, che tenga conto della stagionalità e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere; per quanto riguarda l'entità della bagnatura, si prevede di impiegare circa 1 l/m² per ogni trattamento di bagnatura.
- **Spazzolatura della viabilità asfaltata interessata dai traffici di cantiere**
Per quanto concerne i tratti di viabilità asfaltata prossimi alle aree di cantiere, anche in questo caso sarà necessario definire un programma di spazzolatura del manto stradale.
- **Coperture dei mezzi di cantiere e delle aree di stoccaggio**
I cassoni dei mezzi adibiti al trasporto degli inerti, quando caricati, dovranno essere coperti da teli. Analogamente, anche le aree destinate allo stoccaggio dei materiali, in alternativa alla bagnatura, dovranno essere coperte, al fine di evitare il sollevamento delle polveri.
- **Organizzazione ed apprestamento delle aree di cantiere fisso**
La definizione del layout delle aree di cantiere dovrà essere sviluppata in modo tale da collocare le aree di stoccaggio delle terre e di materiali inerti in posizione il più possibile lontana da eventuali ricettori abitativi.

Sempre al fine di ridurre la generazione di polveri, potrà essere necessario prevedere che i piazzali di cantiere siano realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato.

Per quanto concerne le opere di mitigazione, qualora queste risultino effettivamente necessarie, si potrà fare alle seguenti tipologie:

- **Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi**
Gli impianti di lavaggio sono rivolti a prevenire la diffusione di polveri e l'imbrattamento della sede stradale, e, a tal fine, sono costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione.
- **Barriere antipolvere**
In condizioni di particolare criticità ed in corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti potranno essere previste delle barriere antipolvere. A tal riguardo giova ricordare che le barriere antirumore assolvono anche alla funzione di limitazione della dispersione delle polveri.

7.1.2 Interventi di mitigazione acustica

7.1.2.1 Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere

In relazione alle considerazioni cautelative effettuate vi è la necessità di installare barriere antirumore. Infatti, a seguito della modellazione e simulazione acustica dei due scenari di riferimento, i livelli di pressione non sono risultati entro i limiti previsti.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative degli interventi di mitigazione acustica adottati.

Tabella 7-1 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore fisse

Codice Barriera	SSE	Area di Cantiere/Lavoro	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA.01	SSE02 Decimomannu	AS.01	130	5
BA.02	SSE05 Marrubiu	SSE05/AT.05	220	5
BA.03	SSE06 Oristano	AS.03	110	5

7.1.2.2 Procedure operative

Durante le fasi di realizzazione delle opere verranno applicate generiche procedure operative per il contenimento dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere. In particolare, verranno adottate

misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature. Dovranno essere previste misure di contenimento dell'impatto acustico da adottare nelle situazioni operative più comuni, misure che riguardano in particolar modo l'organizzazione del lavoro nel cantiere e l'analisi dei comportamenti delle maestranze per evitare rumori inutili. In particolare, è necessario garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari ed impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, sarà importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori più vicini mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operative e di predisposizione del cantiere.

In tale ottica gli interventi attivi sui macchinari e le attrezzature possono essere sintetizzati come di seguito:

- scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;
- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea ed ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione, se già non previsti ed in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi;
- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

In particolare, i macchinari e le attrezzature utilizzate in fase di cantiere saranno silenziate secondo le migliori tecnologie per minimizzare le emissioni sonore in conformità al DM 01/04/04 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale": il rispetto di quanto previsto dal D.M. 01/04/94 è prescrizione operativa a carico dell'Appaltatore.

Le principali azioni di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature volte al contenimento del rumore sono:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- controllo e serraggio delle giunzioni;

- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Fondamentale risulta, anche, una corretta definizione del lay-out del cantiere; a tal proposito le principali modalità in termini operazionali e di predisposizione del cantiere risultano essere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori più vicini;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...).

7.1.2.3 Deroga

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel precedente paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da indicare nella richiesta di deroga dovrà essere stimato dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti da eseguire in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

7.2 **Interventi per la riduzione degli effetti su habitat e specie faunistiche di Direttiva**

La definizione delle procedure operative e delle misure di mitigazione degli effetti è stata operata tenendo conto di alcune particolari circostanze che connotano il caso in specie, sia dal punto di vista della tipologia di intervento in progetto che in termini di scelte progettuali operati.

Nello specifico, in merito alla tipologia di intervento i fattori caratterizzanti che connotano un progetto di elettrificazione rispetto ad altri interventi relativi alle infrastrutture ferroviarie, possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Esiguità delle tipologie di lavorazioni necessarie

In termini generali, ed in particolare nel caso in specie, l'intervento di elettrificazione si sostanzia unicamente nel posizionamento dei pali TE e della catenaria, e nella realizzazione delle SSE.

Ricordato che nel caso del progetto di elettrificazione della linea Cagliari – Oristano, le SSE sono poste all'esterno di tutti i siti della Rete Natura 2000 presi in esame, appare evidente come dette opere siano contraddistinte da lavorazioni limitate nel loro numero, nonché – soprattutto – nell'estensione delle aree di lavoro e nel quantitativo dei materiali da movimentare.

In buona sostanza, tutte le lavorazioni finalizzate alla realizzazione di un intervento di elettrificazione sono connotate dall'esiguità delle aree impegnate, dei volumi di scavo e di rinterri da eseguire, nonché dei materiali da movimentare

- Ridotta tempistica di esecuzione delle lavorazioni

In stretta connessione con il numero e la tipologia di opere in realizzazione, un ulteriore fattore caratterizzante gli interventi di elettrificazione riguarda la ridotta tempistica di esecuzione che, nel caso in esame, ammonta a circa 415 per la realizzazione dell'intera linea di contatto.

Tale circostanza, come ovvio, rileva in modo particolare ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, essendo questi non solo reversibili e temporanei, quanto anche connotati da una durata misurabile nell'ordine di pochi giorni

- Assenza di aree di lavoro

Il posizionamento dei pali TE, che rappresenta l'attività preponderante di un progetto di elettrificazione, in ragione dell'entità dell'intervento previsto non necessita di una specifica area di lavoro, la quale può coincidere con le piste di cantiere nel caso in cui le lavorazioni a ciò necessarie non siano eseguite direttamente dalla linea ferroviaria.

Unitamente al fattore temporale, detta circostanza fa sì che nel caso di un progetto di elettrificazione non si configuri il cantiere lungolinea,

Per quanto concerne invece le scelte progettuali specificatamente operate ai fini di prevenire i potenziali effetti negativi derivanti dalle attività di cantierizzazione, queste attengono a:

- Localizzazione delle aree di cantiere fisso all'esterno dei siti della Rete Natura 2000

Come più volte evidenziato, tutte le aree di cantiere fisso necessarie alla realizzazione del progetto di Elettrificazione della linea Cagliari – Oristano sono state localizzate all'esterno dei perimetri delle aree della Rete Natura 2000, nonché – laddove ciò è stato tecnicamente possibile – a rilevante distanza da questi.

Tale scelta ha rivestito un ruolo fondamentale nella configurazione degli effetti attesi, non solo in termini di assenza di alcuna sottrazione di habitat ed habitat faunistici, quanto anche di potenziali

effetti in termini di modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat allontanamento e dispersione delle specie faunistiche, determinati dall'operatività dei mezzi d'opera in corrispondenza delle aree di cantiere

- Realizzazione delle lavorazioni direttamente dalla linea ferroviaria esistente

In corrispondenza dei tratti di linea posti in prossimità / attraversamento delle aree della Rete Natura 2000 è stata assunta la scelta progettuale di eseguire le lavorazioni direttamente dalla linea ferroviaria, mediante treno cantiere.

Tale scelta ha determinato il venir meno della necessità di aprire nuove piste di cantiere e, pertanto, ha comportato il venir meno di effetti relativi alla sottrazione di habitat ed habitat faunistici, e la riduzione della produzione di polveri prodotte dalla operatività / transito dei mezzi di cantieri lungo le piste le quali, come noto, non sono pavimentate.

- Inserimento di sfere colorate lungo la fune portante, così da rendere più evidente la presenza.

Le sfere in questione, di colore rosso e bianco, saranno poste ad un interasse di 20 metri lungo i tratti di linea oggetto di intervento posti in prossimità / attraversamento dei siti della Rete Natura 2000 (cfr. Tabella 7-2).

Tale soluzione, rendendo maggiormente visibile la catenaria, ridurrà il rischio di fenomeni di collisione.

Tabella 7-2 Localizzazione delle sfere lungo la catenaria

Siti Rete Natura 2000 in prossimità / attraversamento della linea ferroviaria oggetto di intervento	Rapporto		Tratti dotati di sfere per aumentare la visibilità dei cavi aerei della linea di conduzione elettrica
	P	A	
ZSC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla"	•		2+000 – 11+000
ZPS ITB044003 "Stagno di Cagliari"	•		
ZSC ITB030033 "Stagno Pauli Majori di Oristano"		•	88+000 - - 93+000
ZPS ITB034005 "Stagno Pauli Majori"		•	
ZSC ITB030037 "Stagno di Santa Giusta"	•		
Legenda			
P	Prossimità		
A	Attraversamento		

Stante quanto sopra riportato, se in generale l'elettrificazione di una linea ferroviaria esistente per sé stesso costituisce un intervento connotato da effetti che, soprattutto in fase di cantierizzazione, risultano

particolarmente contenuti, le scelte operate in fase progettuale e l'invarianza del modello di esercizio hanno concorso a prevenire in modo significativo gli effetti attesi.

L'insieme delle considerazioni sopra esposte ha portato a circoscrivere e meglio contestualizzare le tipologie di misure di mitigazione dei potenziali effetti che, anche sulla base del Sistema di Gestione Ambientale che sarà adottato a cura dell'Appaltatore, potranno essere poste in essere.

Nello specifico, le possibili misure individuali attengono a:

- Procedure operative per il contenimento della produzione di emissioni acustiche ed atmosferiche in fase di costruzione
- Misure per il contenimento del disturbo alla fauna in fase di cantiere.

8 ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

8.1 La strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici ed il settore Trasporti ed infrastrutture

Come indicato nel documento redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare (ora MASE), «obiettivo principale della SNAC (Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici) è quello di elaborare una visione nazionale sui percorsi comuni da intraprendere per far fronte ai cambiamenti climatici contrastando e attenuando i loro impatti».

In tal senso il documento identifica i principali settori che subiranno gli impatti del cambiamento climatico, definisce gli obiettivi strategici e propone un insieme di azioni che si distinguono in azioni di tipo non strutturale (misure soft), in azioni basate su un approccio eco-sistemico (misure verdi), in azioni di tipo infrastrutturale e tecnico (misure grigie), nonché in azioni di tipo trasversale tra settori, a breve e a lungo termine.

Nell'ambito dei dieci principi generali che, sulla base delle esperienze maturate in altri Paesi europei nell'ambito delle rispettive strategie nazionali, la SNAC individua come «elementi fondamentali che garantiscono il raggiungimento degli obiettivi e allo stesso tempo non creano ripercussioni negative in altri contesti, settori o gruppi coinvolti», il principio 6 "Agire secondo un approccio flessibile" prospetta la necessità di un approccio «dinamico che permetta di far emergere le capacità di resilienza dei territori all'evolversi delle condizioni esterne [e che] deve tener conto anche delle situazioni di incertezza connesse agli scenari futuri e all'evolversi delle politiche di adattamento coerentemente con gli sviluppi della ricerca scientifica».

Sempre secondo la SNAC, detto approccio può attuarsi integrando diversi tipi di misure di adattamento e, nello specifico:

- Misure Grigie o strutturali
- Misure Verdi o ecosistemiche
- Misure Soft o leggere

Per quanto nello specifico riguarda il settore Trasporti ed infrastrutture, la SNAC, ribadisce il ruolo fondamentale per la società, individua quattro tipi di fenomeni che, originati dai cambiamenti climatici, potranno influenzarle:

- **L'aumento delle temperature**, che comporta da una parte una maggiore vulnerabilità delle infrastrutture stradali (asfalto) e ferroviarie (binari) dovuta alla crescente frequenza di giorni caldi, dall'altra una loro minore vulnerabilità a causa di un calo della frequenza di giorni con basse temperature;
- **La variazione nelle precipitazioni**, che influenza negativamente la stabilità dei terreni e di conseguenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie localizzate in contesti instabili e che porta al rischio di allagamento delle infrastrutture sotterranee;
- **La variazione nel livello del mare**, che pone dei rischi per le infrastrutture stradali e ferroviarie localizzate sui litorali e per le infrastrutture portuali;
- **Le alluvioni**, che hanno impatti sulle infrastrutture di trasporto che si trovano in prossimità dei corsi d'acqua.

In tal senso la SNAC afferma che «è necessario aumentare le conoscenze in materia di infrastrutture climate-proof, ed integrare questi concetti all'interno dei criteri di progettazione e di manutenzione delle opere».

In coerenza con gli obiettivi e principi della Strategia Nazionale di adattamento, anche per quanto riguarda le infrastrutture ferroviarie si pone la necessità di considerare gli effetti derivanti dai cambiamenti climatici nell'ambito sia della sua progettazione che della successiva Valutazione di Impatto Ambientale e, più in generale, in relazione al territorio ed ai cittadini che ne fruiscono.

Il concetto di impatto a partire da uno stato più o meno naturale di partenza in esito ad una particolare attività può assumere dimensioni temporali e spaziali, può essere primario o indiretto, può avere effetti cumulativi per la combinazione con attività esistenti. Per questo motivo non solo il panorama normativo obbliga a considerare molteplici aspetti nelle valutazioni ambientali, ma sottolinea anche l'importanza di guardare al progetto nell'intera sua vita utile e anche alla dismissione prevista.

Nell'ambito della resilienza delle infrastrutture e, in particolare, delle infrastrutture ferroviarie è importante e necessario cambiare la prospettiva con la quale si guarda l'approccio progettuale. Infatti, in ogni processo di progettazione è necessario avere una visione di insieme di tutti i fattori specialistici che compongono il progetto. Ad esempio, durante le prime fasi di valutazione della fattibilità di un progetto non si può prescindere dal valore economico, ma nemmeno dagli aspetti ambientali connessi alla futura/potenziale realizzazione. Se un'opera ha un costo ragionevole perché adopera delle soluzioni progettuali economiche e funzionali, mentre un'altra soluzione, a fronte di un costo economico maggiore, apporta benefici

ambientali, sociali, più duraturi, detta ultima soluzione non può essere esclusa - a priori – dal quadro scelta delle alternative, naturalmente a parità di funzionalità.

Si consideri, ad esempio, la realizzazione di una nuova stazione ferroviaria: essa dovrà soddisfare prima di tutto i requisiti di sicurezza, funzionalità e inserimento ambientale, ma anche avrà il compito di migliorare lo stato dei luoghi e bilanciare il consumo di suolo occupato dall'opera con una, non solo riduzione ma bensì, eliminazione di emissioni di gas clima alteranti in atmosfera.

In concreto, il progetto di una stazione ha intrinsecamente molteplici aspetti finalizzati alla realizzazione di azioni che possono far sì che l'obiettivo sia raggiunto in modo efficace e senza troppi aggravii economici, come ad esempio:

- riutilizzo di materiali provenienti da scarti,
- utilizzo di illuminazione artificiale a risparmio energetico,
- privilegiare l'illuminazione naturale attraverso superfici più ampie di irraggiamento,
- utilizzo di tecnologie di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili,
- selezione di metodi di ricircolo delle acque meteoriche
- soluzione di parcheggi verdi e pavimentazioni impermeabili
- ecc.

Analogamente all'esempio delle stazioni si possono considerare tutte le opere accessorie e le problematiche connesse alle opere idrauliche e di difesa, alle fondazioni, agli scavi e - in generale - ai temi legati alla geotecnica che rendono sicura l'infrastruttura ferroviaria.

Se nell'analisi delle alternative la sussistenza di ostacoli tecnologici, di budget normativi e da parte dei portatori di interesse costituiscono il presupposto sulla scorta del quale valutare una soluzione progettuale non realizzabile, tali condizioni non possono che essere un criterio guida, un principio cardine, accanto al quale è opportuno considerarne altri tra cui quelli legati al territorio e al beneficio sociale economico e ambientale che l'opera potrà avere nel corso della sua vita utile.

In tale prospettiva, i canonici approfondimenti condotti attraverso studi e indagini preliminari al progetto volti a formulare lo scenario di base da cui partire, non risultano sufficienti in quanto non è più pensabile non considerare un altro scenario che è quello che riguarda la risposta dell'infrastruttura rispetto all'evoluzione dei cambiamenti climatici. In tale scenario si aggiungono fattori potenzialmente soggetti ad impatto ambientale insieme anche ai metodi di valutazione per individuare e valutare gli impatti.

In altri termini, se fino a qualche decennio fa era sufficiente progettare sulla base di dati storici e consolidati, oggi è necessario partire dalle esperienze del passato e, quindi, dalle informazioni storiche, quanto anche verificare il comportamento delle opere in progetto al verificarsi di uno scenario previsionale. La fonte primaria di informazioni sul clima e sulle sue variazioni in una specifica area geografica consiste nella ricostruzione delle caratteristiche climatiche recenti (tipicamente negli ultimi decenni) e nel riconoscimento e nella proiezione delle tendenze climatiche, muovendo dalle informazioni relative alla variabilità climatica, presente e passata, ottenibili attraverso l'analisi di serie temporali di osservazioni meteorologiche per le località in esame e mediante l'applicazione di modelli statistici per il riconoscimento e la stima delle tendenze. Le serie strumentali di dati climatici servono anche a valutare la capacità dei modelli climatici ed a trarne le necessarie conseguenze in termini di strategie di adattamento. Risulta perciò necessario creare ed implementare una banca dati ricca di dati osservati e validati.

8.2 La Strategia regionale di sviluppo sostenibile

La Legge n. 221/2015 ha modificato l'art. 34 del D.lgs n. 152/2006 prevedendo che le Regioni si dotino, attraverso adeguati processi informativi e partecipativi, di una complessiva Strategia Regionale di Sviluppo Sostenibile (SRSvS) che sia coerente e definisca il contributo alla realizzazione degli obiettivi della Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile (SNSvS) e dell'Agenda 2030.

La Regione Sardegna Con Deliberazione n. 39/56 del 08 ottobre 2021 ha approvato la Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile, quale esito di un percorso iniziato nel 2018, in coerenza con la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e avendo come riferimento l'Agenda 2030 dell'ONU (Organizzazione Nazioni Unite) sottoscritta da 193 Paesi.

Seguendo l'impostazione della Proposta di regolamento del Parlamento europeo COM(2018)375F1, che individua cinque obiettivi strategici di policy per il conseguimento di grandi obiettivi a livello europeo per il prossimo decennio, sono stati individuati 5 Temi Strategici, declinati per la Sardegna:

- **Sardegna più intelligente, innovativa e digitalizzata** con una rafforzata capacità amministrativa e una maggiore competitività del sistema produttivo orientate all'innovazione, declinata nei suoi obiettivi strategici:
 1. rafforzare l'efficienza amministrativa e il dialogo tra istituzioni, cittadini e stakeholders attraverso l'innovazione della PA;
 2. rafforzare la competitività delle imprese facilitando i processi di innovazione organizzativi e di prodotto sostenibili;

3. sostenere la ricerca e lo sviluppo e favorire la connessione fra imprese, centri di ricerca, università e istituti di istruzione superiore;
 4. migliorare l'accessibilità digitale e rafforzare l'offerta di servizi pubblici forniti in modalità digitale,
- **Sardegna più verde** per le persone, le imprese e gli enti impegnata nella tutela della biodiversità, nell'azione per il clima, nella transizione energetica e verso un modello di economia circolare, declinata nei suoi obiettivi strategici:
 1. conservare la biodiversità, ripristinare e valorizzare i servizi ecosistemici;
 2. migliorare la produzione, qualità e sostenibilità dei prodotti agricoli, zootecnici ed ittici ed efficientare la filiera;
 3. promuovere il benessere e la salute umana correlati al risanamento ambientale di suolo, aria e acqua;
 4. migliorare la gestione delle risorse idriche anche al fine di contenere l'esposizione al rischio siccità e ondate di calore;
 5. ridurre la produzione e realizzare la gestione integrata dei rifiuti;
 6. promuovere la produzione ed il consumo responsabile;
 7. realizzare il turismo sostenibile per lo sviluppo socioeconomico e la tutela della cultura e della biodiversità;
 8. garantire una gestione sostenibile della fascia costiera e dello spazio marittimo;
 9. ridurre l'esposizione al rischio frane e alluvioni;
 10. migliorare il sistema di prevenzione e di gestione degli incendi;
 11. rendere gli strumenti di pianificazione coerenti con le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici;
 12. decarbonizzare l'economia delle attività umane attraverso un maggiore efficientamento dei sistemi energetici;
 13. decarbonizzare l'economia delle attività produttive;
 - **Sardegna più sociale, istruita e prospera** per un benessere diffuso basato su competenza, lavoro, inclusione e salute, declinata nei suoi obiettivi strategici:
 1. ridurre la disoccupazione, migliorare l'accesso all'occupazione di qualità e promuovere le occasioni di lavoro autonomo;
 2. creare opportunità lavorative e servizi alla popolazione nelle zone rurali per un benessere diffuso;
 3. ridurre la dispersione e l'abbandono scolastico e promuovere l'innalzamento delle competenze dei giovani;
 4. migliorare la funzionalità e sicurezza degli edifici scolastici e l'innovazione della didattica;
 5. garantire la cura della salute e l'accesso per tutti a servizi sanitari di qualità;
 6. ridurre il divario di genere, incentivare l'inclusione attiva, le pari opportunità e l'occupabilità;
 7. ridurre la povertà, promuovere l'integrazione sociale delle persone a rischio di povertà o di esclusione sociale;
 8. garantire ambienti di lavoro sani e adeguati;
 9. valorizzare, conservare e garantire la fruibilità degli attrattori culturali, identitari e naturali;
 - **Sardegna più vicina ai cittadini, identitaria e accogliente** fondata sulla cultura e la valorizzazione del patrimonio storico, artistico e naturale, declinata nei suoi obiettivi strategici:
 1. migliorare la governance per lo sviluppo sostenibile territoriale
 2. comunicare, educare, sensibilizzare allo sviluppo sostenibile
 3. tutelare e valorizzare il paesaggio regionale
 4. assicurare legalità e giustizia
- Il gruppo di lavoro interassessoriale, attraverso i contributi del Forum dello Sviluppo sostenibile e le osservazioni pervenute da parte di enti pubblici, imprese e società civile, ha individuato per ogni Tema Strategico le Emergenze e, conseguentemente, gli Obiettivi Strategici Regionali, le linee di intervento e le relative azioni per consentirne il raggiungimento.
4. rafforzare la connettività digitale;

8.3 Resilienza e livelli di vulnerabilità dell'opera ferroviaria agli impatti derivanti dai cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici potrebbero indurre, direttamente o indirettamente, conseguenze più o meno gravi e serie sugli ecosistemi e sulla nostra società, non senza risparmiare le infrastrutture stradali e ferroviarie.

A tal riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM ora Ministero dell'Ambiente e Sicurezza Economica - MASE), coerentemente con lo sviluppo della tematica "climate change" a livello comunitario (da parte dell'International Panel on Climate Change - IPCC e dell'European Environmental Agency - EEA), ha redatto alcuni documenti strategici di carattere settoriale, come la "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici", in cui sono individuati set di azioni ed indirizzi specifici da attuare (anche solo in parte), al fine di:

- I. ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici;
- II. proteggere la salute e il benessere e i beni della popolazione;
- III. preservare il patrimonio naturale;
- IV. mantenere o migliorare la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici
- V. trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

Nello specifico, le azioni e/o gli indirizzi di adattamento ai cambiamenti climatici devono tenere conto dei fattori contestuali quali i processi ambientali, socio-economici, tecnologici, culturali, e politici, nonché l'incertezza dei relativi sviluppi futuri. È necessario adottare quindi un approccio di "gestione flessibile" attuando (ed integrando) diversi tipi di misure di adattamento, quali "misure grigie o strutturali" che includono soluzioni tecnologiche e ingegneristiche; "misure verdi o ecosistemiche" che prevedono approcci basati sugli ecosistemi; "misure soft o leggere" che implicano approcci gestionali, giuridici e politici.

Tra le azioni individuate come "soft", "verdi", "grigie", elencate nel documento del MATTM [*] "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)" (Allegato 3 – "Proposte d'azione"), di seguito sono riportate quelle associabili a studi/criteri previsti nel progetto in esame, atte ad incrementare e preservare la resilienza dell'infrastruttura ferroviaria agli effetti dei cambiamenti climatici in futuro.

Per ognuna delle azioni selezionate sono specificate le corrispondenti azioni o opere o studi presenti nel progetto in esame.

AZIONE PREVISTA NELLA SNAC DEL MATTM (ALLEGATO 3)	TIPOLOGIA DI AZIONE	AZIONE/STUDIO/OPERA PREVISTA NEL PFTE IN ESAME (ITALFERR)
<i>Indagini ad alta risoluzione per individuare le zone più vulnerabili alle inondazioni e alla siccità</i>	soft	Consultazione e confronto delle mappe di pericolosità e rischio alluvione presenti nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni regionale (PGRA).
<i>Attuazione delle norme in materia di invarianza idraulica e idrologica</i>	soft	Sono state prese in considerazione Linee Guida ed Indirizzi Operativi per l'Attuazione del Principio della Invarianza Idraulica (art. 47 NTA del PAI) definendo gli incrementi di portata conseguenti alle impermeabilizzazioni derivanti dalla realizzazione delle opere dell'infrastruttura in progetto.
<i>Definizione di piani di monitoraggio del suolo e del territorio per la definizione di fattori di vulnerabilità del territorio, indicatori di stato a scala locale e integrati (ambientali, sociali ed economici); la valutazione del contesto, la valutazione preventiva del rischio legato ai fattori di vulnerabilità con conseguente valutazione degli effetti diretti ed indiretti; il monitoraggio dei risultati delle azioni di adattamento attraverso l'uso di indicatori sensibili</i>	soft	Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (rif. RR0S00D22RGMA000001A) è stato sviluppato sulle componenti ambientali A.O., C.O., P.O. acque superficiali e sotterranee, vegetazione, flora, fauna, ecosistemi e rumore. Per quanto riguarda le acque superficiale è previsto il monitoraggio di 5 coppie di punti monte / valle, in corrispondenza del Fiume 3055 (tributario Stagno di Cagliari), Riu Sestu (tributario Stagno di Cagliari), Riu Murta (tributario Stagno di Cagliari), Canale in fregio alla SSE05 Marrubiu (77+350) e del Riu Merd'e Cani (Stagno di Pauli Maiori di Oristano), per un totale di 10 punti di monitoraggio. Per la vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi è previsto il monitoraggio di 6 punti sensibili presso i quali è possibile monitorare l'identificazione degli habitat, il censimento floristico, il rilievo fitosociologico, la presenza di avifauna, la presenza di mammiferi, la presenza di anfibi e rettili e la presenza di chiroteri. Per il rumore è previsto il monitoraggio di 5 punti. Lo scopo del PMA è quello di avere dei valori reali di riferimento A.O., C.O. e P.O. per la valutazione reale dei parametri monitorati e grazie ai quali controllare l'impatto della costruzione dell'opera al fine di prevenirne alterazioni ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.
<i>Monitorare gli indicatori ambientali di trasformazione confrontandoli con valori ottenuti per siti di riferimento</i>	soft	Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (rif. RR0S00D22RGMA000001) è stato sviluppato sulle componenti ambientali A.O., C.O. P.O. acque superficiali e sotterranee, vegetazione, flora, fauna, ecosistemi e rumore. Lo scopo del PMA è quello di avere dei valori reali di riferimento A.O., C.O. e P.O. per la valutazione reale dei parametri monitorati e grazie ai quali controllare l'impatto della costruzione dell'opera al fine di prevenirne alterazioni ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.
<i>Elaborazione di un sistema di diffusione e condivisione delle</i>	soft	Italferr ha realizzato e gestisce una banca dati ambientale denominata SIGMAP, che attraverso un portale web GIS, consente la

AZIONE PREVISTA NELLA SNAC DEL MATTM (ALLEGATO 3)	TIPOLOGIA DI AZIONE	AZIONE/STUDIO/OPERA PREVISTA NEL PFTE IN ESAME (ITALFERR)
<i>informazioni a livello nazionale</i>		centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, per la Progettazione, il Monitoraggio e le Bonifiche. I dati sono resi disponibili al pubblico e agli Enti attraverso siti divulgativi progettati e realizzati all'uopo. Grazie a questo strumento è possibile diffondere e condividere le informazioni sullo stato di qualità ambientale del territorio interessato dalle attività di costruzione, di monitoraggio eseguite nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam, le opere di mitigazione ambientale e compensative correlate.
<i>Coordinare le azioni che possono avere incidenza sui paesaggi</i>	soft	È stata condotta l'analisi del paesaggio (rif. Relazione Paesaggistica RR0S00D22RGIM0002001A e RR0S00D22RHIM0002001) anche con riferimento alla modifica delle visuali significative. Sono stati individuati gli elementi morfologici, entropici ed ambientali che concorrono alla costruzione della struttura del paesaggio ed è stato accuratamente valutato l'inserimento dell'infrastruttura nel territorio.
<i>Tutela delle aree di pregio paesaggistico e di interesse conservazionistico, da attuare sia attraverso gli strumenti di gestione della Rete Natura 2000 che con le azioni previste, ad esempio, dal nuovo PAC</i>	soft	È stato caratterizzato il corridoio di progetto sia sotto il profilo paesaggistico che di interesse conservazionistico. Le opere in progetto sono localizzate in prossimità ed in parte all'interno di aree appartenenti al sistema della Rete Natura 2000 e delle aree naturali protette, pertanto, è stata elaborata una Valutazione di Incidenza Appropriata al fine di escludere possibili incidenze dirette o indirette (rif. RR0S00D22RGIM0003001). Le opere in progetto interessano il sistema dei vincoli paesaggistici e pertanto è stata elaborata la Relazione Paesaggistica RR0S00D22RGIM0002001A).
<i>Gestione del territorio tesa a ridurre al minimo fisiologico la perdita di habitat e specie</i>	soft	Le azioni di progetto studiate al fine a minimizzare i potenziali impatti, con particolare riferimento alla biodiversità, sono state riferite, trattandosi di interventi sulla linea esistente, alle attività di realizzazione delle opere (rif. RR0S00D22RGIM0003001); in particolare si è lavorato al fine di evitare aree ed attività di cantiere all'interno delle aree protette che non fossero sulla linea esistente; la cantierizzazione dell'opera prevede infatti l'utilizzo del treno-cantiere che permette di operare sulla linea escludendo la realizzazione di piste o attività esterne alla massicciata ferroviaria esistente e conseguentemente non si rilevano interferenze con habitat né in fase definitiva né in fase di cantiere. Inoltre, al fine di escludere i potenziali impatti sull'avifauna sono stati previsti a mitigazione di tale rischio, l'installazione di sfere di segnalamento

AZIONE PREVISTA NELLA SNAC DEL MATTM (ALLEGATO 3)	TIPOLOGIA DI AZIONE	AZIONE/STUDIO/OPERA PREVISTA NEL PFTE IN ESAME (ITALFERR)
		della presenza dei cavi (rif. RR0S00D22RGIM0003001)
<i>Raccogliere e divulgare le informazioni disponibili sui cambiamenti climatici</i>	soft	Il progetto è corredato da un set di elaborati atti a esplicitare in modo semplice e strutturato i parametri che hanno fatto parte dello sviluppo del progetto in relazione ai cambiamenti climatici e i benefici che l'opera avrà sui territori interessati. Nelle sezioni dedicate all'interno dello Studio Preliminare Ambientale il Proponente ha la possibilità/opportunità di divulgare a diversi stakeholder le informazioni raccolte e utilizzate in fase di progettazione.
<i>Mantenimento di corridoi e cinture verdi</i>	verde	Le azioni di progetto sono state studiate al fine di minimizzare i potenziali impatti con la vegetazione esistente, trattandosi in gran parte di interventi sulla linea esistente, si è operato rispetto alle attività di realizzazione delle opere (rif. RR0S00D22RGIM0003001); in particolare si è lavorato al fine di ridurre il più possibile attività di cantiere all'esterno delle pertinenze ferroviarie della linea esistente; la cantierizzazione dell'opera prevede infatti l'utilizzo del treno-cantiere che permette di operare sulla linea riducendo in generale la realizzazione di piste o attività esterne alla massicciata ferroviaria esistente, anche in merito alle SSE solamente quella di Marrubiu si trova in un'area agricola non di pertinenza ferroviaria, tutte le altre sono in aree già ad uso ferroviario o in aree urbane.
<i>Controllo degli inquinanti che raggiungono gli acquiferi con riferimento alle sostanze tossiche al fine di preservare l'integrità e la funzionalità degli ecosistemi terrestri ad essi connessi</i>	grigia	Per la vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi è previsto il monitoraggio di 6 punti sensibili presso i quali è possibile monitorare l'identificazione degli habitat, il censimento floristico, il rilievo fitosociologico, la presenza di avifauna, la presenza di mammiferi, la presenza di anfibi e rettili e la presenza di chiroteri. Per il rumore è previsto il monitoraggio di 5 punti. Lo scopo del PMA è quello di avere dei valori reali di riferimento A.O., C.O. e P.O per la valutazione reale dei parametri monitorati e grazie ai quali controllare l'impatto della costruzione dell'opera al fine di prevenirne alterazioni ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

9 ENERGY SAVING

9.1 Analisi dei consumi da trazione Ferroviaria e dei benefici ambientali derivanti dall'elettrificazione della linea Cagliari-Oristano

La tratta Cagliari-Oristano attualmente risulta essere interamente non elettrificata, il progetto ne prevede l'elettrificazione a 3 kVcc.

Di seguito sono stati analizzati e stimati i vantaggi ambientali ed energetici derivanti dalla realizzazione del progetto e dalla conseguente sostituzione del materiale rotabile diesel con uno dotato di alimentazione elettrica. Tale obiettivo è stato raggiunto facendo ricorso a specifici coefficienti di emissione e di trasformazione energetica, derivanti da dati di letteratura e database riconosciuti.

Per la stima dei benefici energetici ed ambientali verranno confrontati i consumi energetici e le emissioni climalteranti ed inquinanti specifiche di un treno ad alimentazione diesel (relativo allo scenario attuale) e di uno ad alimentazione elettrica (relativo allo scenario futuro) facendo riferimento alle caratteristiche specifiche della tratta e del materiale rotabile.

9.2 Analisi consumi energetici da trazione ferroviaria

Per il calcolo delle emissioni e dei consumi derivanti dalla trazione ferroviaria, si è partiti dal consumo specifico relativo ai due diversi tipi di alimentazione, espressi in kWh/km (per il materiale rotabile elettrico) e l/km (per il materiale rotabile diesel), derivanti da Simulazioni Marcia Treno sviluppate per la tratta Cagliari - S. Gavino e S. Gavino – Oristano. Inoltre, bisogna specificare che sono state considerate le combinazioni di servizio più ricorrenti che vedono quindi, in un caso il servizio "standard" che ferma nella maggior parte degli impianti e nell'altro un servizio "veloce" con un numero ridotto di fermate.

Nella tabella seguente vengono riepilogati i consumi specifici derivanti dalle simulazioni marcia treno utilizzate per l'analisi.

Tabella 9-1 Consumi specifici materiale rotabile

Tratta	Consumo specifico treni	
	Elettrici (kWh/km)	Diesel (l/km)
Cagliari – S.Gavino "Standard"	11,09	3,47
Cagliari – S.Gavino "Veloce"	7,86	2,20
S.Gavino – Oristano "Standard"	10,25	3,08

Tratta	Consumo specifico treni	
	Elettrici (kWh/km)	Diesel (l/km)
S.Gavino – Oristano "Veloce"	8,42	2,38

I consumi energetici annui utilizzati nelle valutazioni seguenti, sono stati calcolati come il prodotto dei consumi specifici sopra riportati con la lunghezza della tratta ed il numero di treni*anno previsto.

9.3 Confronto prestazioni materiale rotabile

Per la stima dei benefici energetici ed ambientali, nei seguenti paragrafi, verranno confrontati i consumi energetici e le emissioni climalteranti ed inquinanti specifiche di un treno ad alimentazione diesel (relativo allo scenario attuale) e di uno ad alimentazione elettrica (relativo allo scenario futuro) facendo riferimento alle caratteristiche specifiche della tratta e del materiale rotabile.

9.3.1 Emissioni climalteranti specifiche

Le emissioni climalteranti associate ai consumi energetici da trazione ferroviaria sono state determinate attraverso coefficienti di conversione forniti dalla banca dati ISPRA, con riferimento al calcolo delle emissioni relative alla trazione elettrica; mentre, con riferimento alle emissioni associate al treno diesel, si è fatto uso dei coefficienti di conversione forniti dalla banca dati EMEP ("EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019"). Come precedentemente riportato, al fine di evidenziare i benefici derivanti dalla sostituzione del treno diesel con quello elettrico, nella tabella che segue ci si è riferiti all'emissione di un treno, relativamente alla tratta e al servizio svolto, in un anno di esercizio. Nella tabella che segue è possibile osservare come il treno elettrico ha un impatto, in termini di CO₂_eq, mediamente tre volte inferiore rispetto al treno con alimentazione diesel.

Tabella 9-2 Riepilogo bilancio emissioni climalteranti per singolo treno

Tratta	Emissioni di CO ₂ _eq treni	
	Elettrici (tCO ₂ /tr*anno)	Diesel (tCO ₂ /tr*anno)
Cagliari – Decimomannu "Standard"	0,05	0,15
Cagliari – Decimomannu "Veloce"	0,03	0,10
Decimomannu – S. Gavino "Standard"	0,10	0,31
Decimomannu – S. Gavino "Veloce"	0,07	0,19

Tratta	Emissioni di CO ₂ _eq treni	Emissioni di CO ₂ _eq treni
	Elettrici (tCO ₂ /tr*anno)	Diesel (tCO ₂ /tr*anno)
S.Gavino – Oristano “Standard”	0,12	0,36
S.Gavino – Oristano “Veloce”	0,10	0,28

9.3.2 Emissioni inquinanti specifiche

Per il calcolo delle emissioni inquinanti è stato considerato solo il contributo derivante dall'alimentazione diesel. Infatti, solo quest'ultima emette localmente inquinanti atmosferici, in quanto la tecnologia di conversione utilizzata da questi mezzi prevede la combustione in loco di carburante, che a sua volta genera inquinanti atmosferici. Per i treni alimentati ad energia elettrica, tale fenomeno non sussiste e quindi in assenza di combustione locale non è ragionevole quantificare le emissioni inquinanti, pertanto, quanto riportato nella tabella seguente è riferito esclusivamente al treno diesel e si traduce interamente in beneficio in presenza di una sostituzione di tale materiale rotabile con uno elettrico. I coefficienti di conversione utilizzati per la quantificazione delle emissioni inquinanti derivano dalla banca dati EMEP (“EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019”).

Tabella 9-3 Emissioni inquinanti per singolo treno (alimentazione diesel)

Tratta	Agente inquinante			
	Nox (kg/treno)	PM10 (kg/treno)	PM2,5 (kg/treno)	NMVOC (kg/treno)
Cagliari – Decimomannu “Standard”	2,55	0,07	0,07	0,23
Cagliari – Decimomannu “Veloce”	1,62	0,04	0,04	0,14
Decimomannu – S. Gavino “Standard”	5,09	0,14	0,13	0,45
Decimomannu – S. Gavino “Veloce”	3,23	0,09	0,08	0,29
S.Gavino – Oristano “Standard”	5,98	0,16	0,16	0,53
S.Gavino – Oristano “Veloce”	4,62	0,13	0,12	0,41

Come è possibile osservare dalla tabella sopra riportata la sostituzione dei treni Diesel comporta importanti vantaggi in termini di riduzione delle emissioni inquinanti.

9.3.3 Consumo energetico specifico

In tabella vengono riportati i valori di consumo energetico espressi in TEP per le diverse tipologie di servizio. Si può notare come il treno elettrico ha un impatto, in termini energetici, inferiore rispetto al treno con alimentazione diesel.

Tabella 9-4 Consumo energetico specifico

Tratta	Consumo energetico treni	Consumo energetico treni
	Elettrici (TEP/tr*anno)	Diesel (TEP/tr*anno)
Cagliari – Decimomannu “Standard”	0,03	0,05
Cagliari – Decimomannu “Veloce”	0,02	0,03
Decimomannu – S. Gavino “Standard”	0,07	0,10
Decimomannu – S. Gavino “Veloce”	0,05	0,06
S.Gavino – Oristano “Standard”	0,08	0,12
S.Gavino – Oristano “Veloce”	0,07	0,09

9.4 Benefici derivanti dalla realizzazione dell'opera

Secondo quanto riportato nella relazione Tecnica di esercizio (RR0S.00.D.16.RG.ES0001.001.A), non essendo previsti interventi al ferro a corredo del progetto di elettrificazione, il modello di esercizio previsto per l'attivazione del presente progetto ricalcherà il modello di esercizio dello stato attuale, in coerenza con la capacità residua dell'infrastruttura. Tale modello di esercizio viene di seguito riportato.

Tabella 9-5 Treni giorno

Tratta	tr/gg - Attuale
Cagliari - Decimomannu	120
Decimomannu - S. Gavino	52
S. Gavino - Oristano	30

Alla luce di quanto sopra, la quantificazione dei risparmi energetici ed ambientali è stata condotta considerando il modello di esercizio attuale ed una ripartizione equa di tr/gg tra servizio “standard” e servizio “veloce”. I risultati di tale analisi sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 9-6 Riepilogo benefici ambientali ed energetici

Tratta	Saving energetico (TEP/anno)	Emissioni di CO2_eq evitate (tCO2/anno)	Emissioni inquinanti evitate			
			Nox (t/anno)	PM10 (t/anno)	PM2,5 (t/anno)	NMVOC (t/anno)
Cagliari – Decimomannu “Standard”	255	1775	42,8	1,2	1,1	3,8
Cagliari – Decimomannu “Veloce”	118	1065	27,1	0,7	0,7	2,4
Decimomannu – S. Gavino “Standard”	220	1536	37,0	1,0	1,0	3,3
Decimomannu – S. Gavino “Veloce”	102	922	23,5	0,6	0,6	2,1
S.Gavino – Oristano “Standard”	136	1022	25,1	0,7	0,7	2,2
S.Gavino – Oristano “Veloce”	87	765	19,4	0,5	0,5	1,7
TOTALE	917	7.086	175,0	4,8	4,6	15,5

La tabella evidenzia i notevoli benefici derivanti dalla realizzazione dell’opera. Nello specifico la sostituzione dei treni diesel con nuovi dotati di alimentazione elettrica comporta una riduzione di circa 7 mila tonnellate di CO2_eq su base annua, con importanti vantaggi anche in termini di emissioni locali.

9.5 Conclusioni

La realizzazione del progetto comporta importanti vantaggi sia in termini energetici che ambientali, come dimostrato nel paragrafo 1.3. Le riduzioni di emissioni inquinanti ammontano al 100%, grazie all’elettrificazione della tratta con conseguente sostituzione dei treni diesel. A parità di servizio offerto, inoltre, i treni dotati di alimentazione elettrica comportano una notevole riduzione sia delle emissioni climalteranti (intorno al 65%) sia dei consumi energetici (circa del 25%).