



COMUNE DI PORTOSCUSO

Provincia del Sud Sardegna



allegato

S.2

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA
Potenza Nominale 111,2 MWp - Potenza in immissione 110 MW

-progetto definitivo-

S.I.A. QUADRO AMBIENTALE

scala

data: Novembre 2023

rev00

collaboratori:

ing. Carmine Falconi
ing. Cristian Cannaos
ing. Giuseppe Onni
ing. Valerio Parducci
ing. Enzo Battaglia
dr geolog. Marcello Miscali
dr for. Carlo Poddi
dr agr. Francesco Casu
dr archeol. Pietro Francesco Serreli

committente



MYT SARDINIA 2 S.r.l.
Piazza Fontana, 6
20122 Milano (MI)

progettisti

ing. Giovanni A. Saraceno

dr agr. Francesco Saverio Mameli

arch. Giovanni Soru

consulenze:

geom. Paolo Nieddu

ATP: studio LAAB srl - arch. G.Soru - c.so V. Veneto, 61 - Bitti (NU) tel: 0784414406 3288287712- e-mail: drfran13@gmail.com archsoru@gmail.com

3E INGEGNERIA srl - via Gioacchino Volpe, 92 - 56121 Ospedaletto (PI) tel: 050 44428 - e-mail: info@3eingegneria.it

Sommario

1	Premessa	5
2	Suolo e sottosuolo	6
2.1	Cenni Geologici, Geomorfologici e Geotecnici	6
2.1.1	Il complesso vulcano-sedimentario cenozoico.....	6
2.1.2	Depositi quaternari.....	8
2.1.3	La tettonica.....	9
2.1.4	Geomorfologia.....	10
2.1.5	Geotecnica.....	11
3	Suolo	14
3.1	Status ante operam della componente	14
4	Ambiente idrico	16
4.1	Idrografia	16
4.2	Inquadramento Idrogeologico.....	17
5	Flora	19
5.1	Inquadramento vegetazionale.....	19
5.1.1	Distretto 24 – Isole Sulcitane.....	19
5.1.2	Distretto 25 – Monti del Sulcis	26
5.1.3	Distretto 20 – Campidano.....	32
5.1.4	Distretto 19 – Linas-Marganai	36
6	Fauna	37
6.1	Introduzione	37
6.2	Specie alloctone.....	39
6.3	Disciplina di tutela della fauna nelle aree di interesse.....	40
6.4	Stato di conservazione delle specie animali e vegetali secondo la Red List IUCN.....	40
6.4.1	Esame della documentazione e della bibliografia specifica disponibile:	47
6.5	Indagine sul campo che ha comportato l'accertamento dei seguenti aspetti:	48
6.6	Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica	49
6.6.1	Verifica della presenza di Siti di Importanza Comunitaria ai sensi della Direttiva Habitat 92/43 presenti nell'area di indagine o in quelle adiacenti.....	49
6.6.2	Verifica della presenza di Zone di Protezione Speciale ai sensi della Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409) presenti nell'area di indagine o in quelle adiacenti.....	49
6.6.3	Localizzazione di Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc.) ai sensi della L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc.)	49

6.6.4	Localizzazione di Aree IBA (Important Bird Areas) quali siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna.	49
6.6.5	Localizzazione di Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali ecc.) ai sensi della L.R. Quadro 31/89 rispetto all'area di intervento.....	49
6.6.6	Localizzazione di Istituti Faunistici ai sensi della L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria" (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura) rispetto all'area di intervento.....	50
6.7	Ambiti faunistici.....	50
6.8	Potenziati impatti sulla fauna esistente.....	51
6.8.1	Impatto diretto cumulativo su avifauna e chiropteri.....	51
6.8.2	Interazione con le linee elettriche collisione ed elettrocuzione collisione	51
6.8.3	Interazione dei pannelli con l'avifauna: collisione.....	51
6.8.4	Interferenze con rotte migratorie	51
6.9	Impatto nei confronti dei chiropteri	52
6.10	Impatto indiretto cumulativo su avifauna e chiropteri.....	52
6.11	Impatto diretto su anfibi e rettili.....	53
7	Paesaggio.....	55
7.1	Premessa metodologica	55
7.2	Descrizione della componente	56
7.2.1	Caratteri generali di inquadramento dell'area e del contesto paesaggistico	56
7.2.2	Sistema delle relazioni di area vasta	57
7.2.3	Dinamiche regolatrici dell'assetto insediativo e sintesi delle principali vicende storiche ...	58
7.2.4	Tessiture territoriali storiche.....	61
7.2.5	Appartenenza a sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale.....	62
7.2.6	Appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici 64	
7.2.7	Appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica	64
7.2.8	Appartenenza ad ambiti a rischio archeologico	67
7.2.9	Sintesi dei parametri per la lettura delle caratteristiche paesaggistiche.....	69
7.3	Stima dei potenziali impatti sulla componente paesaggio.....	72
7.3.1	Premessa	72
7.3.2	Impostazione metodologica	73
7.3.3	Analisi della componente percettiva: studio del fenomeno visivo associato alle opere in progetto 74	
7.3.4	Analisi delle potenziali interazioni delle opere con i beni paesaggistico-culturali.....	78
7.4	Analisi delle principali categorie di modificazioni dei sistemi paesaggistici.....	84

7.4.1	Modificazioni della morfologia	84
7.4.2	Modificazioni della compagine vegetale	84
7.4.3	Modificazioni dello skyline naturale o antropico	85
7.4.4	Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico	85
7.4.5	Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico	86
7.4.6	Analisi delle principali categorie di alterazione dei sistemi paesaggistici	86
7.4.7	Analisi delle situazioni di impatto nelle scale di riferimento secondo le categorie proposte dalle Linee guida per i paesaggi industriali.....	88
8	Assetto demografico e socio-economico	103
8.1	Premessa	103
8.2	Consistenza e dinamiche demografiche e il sistema sociale.....	103
8.3	Analisi della mobilità	110
8.4	Gli spostamenti.....	113
8.5	Istruzione, lavoro e stili di vita in provincia del Sud Sardegna	116
8.6	Le dinamiche demografiche di impresa	122
8.7	Il Turismo	126
8.8	Prevedibili effetti (positivi e negativi) dell'opera sulla componente	129
9	Salute pubblica	131
9.1	Rumore	131
9.2	Criteri di individuazione dei potenziali recettori	135
9.2.1	Considerazioni sulla Situazione Ante Operam e Descrizione del Territorio:.....	135
9.2.2	Rilievi Fonometrici.....	136
9.2.3	Risultati delle Misure nei Diversi Punti (Clima Ante Operam).....	137
9.2.4	Sintesi delle Conclusioni sulla Situazione Ante Operam e Valutazione Previsionale Post Operam: 137	
9.2.5	Fase di cantiere.....	139
9.2.6	Fase di esercizio.....	141
9.3	Campi elettromagnetici	141
9.4	Impatti cumulativi.....	142
10	Atmosfera	143
10.1	Caratteri climatologici generali della regione.....	143
10.1.1	Caratteri pluviometrici.....	145
10.1.2	Caratteri termometrici.....	147
10.1.3	Caratteri anemometrici	147
10.1.4	Caratteristiche climatiche di dettaglio	149

10.2	Qualità dell'aria: stato iniziale della componente.....	149
10.3	Impatti sulla componente "Atmosfera"	153
10.4	Azioni di mitigazione sulla componente atmosfera	155
11	Atmosfera_ Effetti microclimatici.....	156
11.1	Conclusioni	157

1 Premessa

Il quadro di riferimento ambientale ha in uno Studio Preliminare Ambientale il ruolo centrale di definire l'ambito territoriale, inteso come sito ed area vasta, ed i sistemi ambientali interessati dal progetto nonché di individuare e quantificare i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera. Sulla base delle informazioni tratte dall'analisi del contesto ambientale di inserimento dell'opera e degli elementi di natura tecnico-gestionale delineati all'interno del Quadro di riferimento progettuale, si è proceduto per ogni componente ambientale, ad un'analisi generale dell'attuale condizione (caratterizzazione della componente), per definire poi quali effetti il progetto in esame possa esplicare su di essa.

La valutazione di impatto ha preso in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente, anche con riferimento ai possibili riflessi di natura socioeconomica associabili alla realizzazione dell'intervento. All'analisi degli aspetti ambientali si è accompagnata un'illustrazione delle misure previste per evitare, ridurre ed eventualmente compensare gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

Gli effetti di potenziale interferenza ambientale del progetto con sistemi agricoli e con le attuali condizioni d'uso dei terreni, sono stati oggetto di approfondimento nell'allegata Relazione Agronomica e Forestale redatta dai Dottori Forestali Carlo Poddi e Maria Francesca Nonne. Allo stesso modo, per maggiori approfondimenti sulla componente ambientale Suolo e sottosuolo, si rimanda allo studio ed alle indagini geologiche propedeutiche alla progettazione definitiva dell'impianto a cura del Dott. Geologo Marcello Miscali.

2 Suolo e sottosuolo

2.1 Cenni Geologici, Geomorfológicos e Geotecnici

Dal punto di vista geologico il settore in esame è impostato sul margine occidentale dell'area geografica del Sulcis-Iglesiente. Questa vasta area è caratterizzata dalla presenza di litologie metamorfiche, intrusive, vulcaniche e sedimentarie di età variabile dal Paleozoico all'attuale; nell'Iglesiente infatti, sono rappresentati i periodi geologici tra i più antichi dell'Isola, con formazioni sia marine sia continentali, interessate da stili tettonici differenti che hanno dato luogo ad una varietà di strutture geologiche e morfologiche molto differenti tra di loro, mentre nel Sulcis occidentale affiorano i termini più recenti riconducibili al ciclo magmatico calco alcalino effusivo di età oligo-miocenica, che ha interessato buona parte della Sardegna in concomitanza dell'Orogenesi Alpina.

Nell'area vasta partendo dai termini più antichi sino ai più recenti si può riconoscere la seguente successione stratigrafica:

- Il basamento paleozoico;
- Il complesso vulcano-sedimentario cenozoico;
- I depositi quaternari.

2.1.1 *Il complesso vulcano-sedimentario cenozoico*

Il complesso vulcano-sedimentario Cenozoico è rappresentato dalla presenza di una potente coltre di prodotti vulcanici con spessori che si aggirano attorno ai 1.000 metri come è stato documentato dalla campagna di prospezione portata avanti dalla Carbusulcis S.p.A. nel Bacino Sulcitano in generale e nell'area di intervento in particolare (subito ad est è localizzata la miniera di carbone di Nuraxi Figus). All'interno del Bacino Sulcitano si rinvengono la sequenza lavica basica-intermedia superiore costituita da sequenze di basalti andesitici e andesiti, e la sequenza esplosiva acida-intermedia superiore essenzialmente ignimbratica a composizione variabile da dacitica a riolitica sino a comenditica.



Figura 1_Particolare delle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi.



Figura 2_Particolare delle fiamme all'interno delle Ignimbriti dell'Unità di Nuraxi

Nel settore d'intervento la successione vulcanica inizia con le "Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**" depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a composizione riolitica di età compresa tra il Miocene Inferiore-medio e il Burdigaliano superiore - Langhiano. L'Unità affiora solo sporadicamente nel settore d'intervento, a sud lungo la sponda destra del Canale di Paringianu in Loc. Concali Arrubiu, lungo il Canale di

Guardia in Loc. Su Medadeddu, in Loc. Stalle Funtana Figù – Su Munzion e lungo le sponde sinistra e destra del Rio Perdaias in Loc. Su Passu Suergiu. In affioramento si presenta di colore bianco sporco – beige per sfumare verso l'alto in un colore bruno rossastro, sono evidenti le linee di flusso e un'elevata concentrazione di fiamme; lungo la parte basale è possibile intravedere anche livelli vitrofirici da millimetrici a centimetrici di colore scuro in matrice ossidianacea. La roccia ha un aspetto litoide estremamente saldata e compatta ed interessata da un intenso sistema di fratture, nell'area di intervento poggia su un paleosuolo di spessore decimetrico, localmente arrossato e argillificato. In letteratura si riportano per questa unità spessori variabili da pochi metri sino ad oltre cento.

Seguono le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**", queste affiorano con maggiori estensioni e sono le meglio rappresentate sia nell'area vasta sia nel settore d'intervento, costituiscono le litologie d'imposta delle opere in progetto. Le "Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR**" sono state attribuite, attraverso datazioni radiometriche, al Langhiano (15,8 Ma). Si tratta di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a composizione riolitica, lo studio microscopico evidenzia la presenza di plagioclasio talora quasi completamente sostituito da sanidino mentre l'associazione femica è rappresentata da pirosseni alterati (Assorgia et al., 1990). Questo deposito è quasi sempre caratterizzato da un livello vitrofirico basale con moderata presenza di cristalli di spessore da decimetrico a metrico.



Figura 3_Particolare dell'intensa foliazione ed alveolature delle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi



Figura 4_Particolare dell'intenso sistema di fratture nelle delle ignimbriti dell'Unità di Nuraxi

In affioramento queste litologie si presentano massive ed estremamente saldate di colore che va dal grigio azzurro al rosso scuro, si rinviene inoltre un intenso sistema di fratture ad andamento sia verticale, orientate secondo le principali direttrici tettoniche, sia orizzontali. I livelli basali più compatti sono caratterizzati dalla presenza di fiamme molto allungate generalmente di dimensioni decimetriche di colore grigio chiaro. Le parti superficiali risultano leggermente alterate e fratturate, con intensa foliazione e spaziatura da centimetrica a millimetrica, e con evidenti segni di erosione eolica quali le alveolature e le tafonature. Nel complesso il paesaggio che ne deriva è dato da vasti affioramenti rocciosi a morfologia aspra con creste nette e versanti acclivi generalmente privi di suolo e, quando presenti, sono molto erosi e di spessori ridotti.

costituiscono gli sporadici settori dunali in parte stabilizzati dalla presenza della vegetazione. Le litologie sin qui elencate sono ricoperte da spessori variabili di suoli vegetali. Seguono i depositi antropici la cui origine è da ricollegare all'attività umana e che sono costituiti da cumuli di discarica, materiali di riporto ed aree bonificate, ben rappresentati nel settore industriale di Portovesme.

2.1.3 *La tettonica*

Dal punto di vista dell'assetto tettonico, essendo l'area in esame caratterizzata da termini litologici tra i più antichi dell'Isola, nell'area in esame sono documentate varie fasi orogenetiche a partire dall'Ordoviciano medio sino al Pliocene. La prima fase tettonica, la Caledoniana detta anche "Fase sarda" (Ordoviciano medio) è documentata da blandi piegamenti con assi circa E-W senza sviluppo di scistosità o metamorfismo. Segue la fase Ercinica, suddivisa in tre successive sub fasi:

- I fase ercinica, caratterizzata da blande strutture plicative con assi E-W;
- II fase ercinica, caratterizzata da strutture orientate circa N-S (pieghe e sovrascorrimenti);
- III fase ercinica, con strutture minori e direzioni assiali variabili.

Seguono le fasi tettoniche terziarie; le fasi Laramica e Pirenaica in Sardegna hanno prodotto più o meno estese fasi di continentalità durante il Paleocene e l'Eocene medio-superiore - Oligocene, con importanti discordanze, Miliolitico e Lignitifero del Sulcis-Iglesiente, Eocene a Nummuliti della Sardegna orientale e Formazione del Cixerri.

Fra l'Oligocene medio-superiore e l'Aquitano, si verifica una prima fase tettonica a carattere compressivo in connessione con il movimento di deriva del blocco Sardo-Corso e la conseguente tettonica collisionale dell'Appennino settentrionale (Carmignani et alii, 1994), con formazione di sistemi di faglie trascorrenti che interessarono particolarmente il basamento cristallino paleozoico e le coperture carbonatiche mesozoiche. A questa prima fase, a partire dall'Aquitano superiore - Burdigaliano inferiore, ne segue una seconda a carattere distensivo, alla quale viene collegato il sistema N-S del "Rift Sardo", che ha dato luogo ad una vasta area depressa. Durante il Burdigaliano ai movimenti trascorrenti si sostituì un'importante fase di rifting connessa con la tettonica estensionale post-collisionale conseguente al collasso gravitativo dell'Orogene nord-appenninico. In questa fase si assiste da una parte all'approfondimento della trasgressione marina con il conseguente deposito di successioni sedimentarie da circolitorali ad epibatiali, dall'altra ad un'intensa attività vulcanica tipo calco-alcalino da andesitico-basaltica a riolitica in parte documentata anche nell'area di studio. Verso la fine del Messiniano e nel Plio-Pleistocene si ha una nuova fase tettonica distensiva, come conseguenza dell'apertura del Bacino sud-tirrenico (SARTORI 1989) accompagnata dalla ripresa della tettonica distensiva, responsabile della messa in posto della fossa del Campidano. Contemporaneamente, si sviluppa un diffuso vulcanismo a carattere alcalino con prevalenza di flussi lavici a chimismo basico (basalti, basalti alcalini, hawaiiiti, mugeariti, basalti andesitici), e facies a chimismo acido-intermedio (rioliti-riodaciti). Nel settore in esame quest'ultima fase ha determinato la riattivazione di lineazioni tettoniche preesistenti determinando la formazione del semigraben del golfo di Palmas e dell'horst di Sant'Antioco, l'attuale strutturazione del bacino lignitifero del Sulcis, la sua immersione verso ovest, la suddivisione in diversi blocchi del complesso vulcanico miocenico oltre ad aver innescato una intensa erosione.

2.1.4 Geomorfologia

L'attuale assetto geomorfologico dell'area è il prodotto dell'evoluzione geologica del territorio a partire dal Cenozoico per arrivare al Quaternario antico e in parte alle recenti trasformazioni del territorio effettuate dall'uomo nel secolo scorso comprendenti la sistemazione idraulica dell'area subito a monte dell'area industriale di Portovesme che ha visto la realizzazione del Canale di Guardia a protezione dell'area industriale, la sistemazione idraulica del tratto terminale del Canale di Paringianu, la risistemazione della vasta area industriale, dell'area portuale, delle grandi aree di discarica (ex-discardica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l) e dei bacini di sedimentazione dei fanghi industriali, oltre alle trasformazioni del territorio da ricollegare all'intensa attività estrattive di cava e di miniera. L'area d'intervento si estende lungo il settore Sud-Occidentale della Sardegna nella regione denominata Sulcis, delimitata nel settore settentrionale ed occidentale dal mare, in quello meridionale dal Canale di Paringianu e in quello orientale dalla presenza di una serie di rilievi collinari impostati su litologie effusive di età terziaria disposti secondo un allineamento nord-ovest – sud-est. Si tratta di un'area a morfologia variabile da sub-pianeggiante nel settore occidentale a collinare in quello orientale, caratterizzata da un assetto geomorfologico con rilievi e valli a basso gradiente topografico, con andamento altimetrico degradante verso il mare secondo direzione est-ovest. Entrando nel dettaglio del settore d'intervento questo è in parte impostato sul complesso ignimbrico oligo-miocenico in parte sui depositi continentali del Pleistocene che ricoprono il complesso ignimbrico, questo fa sì che il settore presenti due differenti tipologie morfologiche una più aspra ed accidentata e una molto più morbida e regolare, inoltre il settore è solo marginalmente antropizzato e mantiene ancora i suoi caratteri morfologici originari. L'area è delimitata a nord dall'ex discarica "Sa Piramide" della Società Portovesme S.r.l ad est dall'allineamento dei piccoli rilievi collinari di Monte Sinni, Punta Frais, Monte Frais, e il rilievo in località Masongiu Cau (88m), a sud l'area è delimitata dal corso del Canale Paringianu e ad ovest è separata dalla piana costiera in parte dalla strada provinciale n. 2 in parte dal Canale di Guardia. Il settore vulcanico è stato oggetto nel tempo di agenti del modellamento esogeni (acqua, vento, variazioni termiche) ed endogeni legati alla tettonica; a piccola scala il settore è caratterizzato da una morfologia dolce con basse colline arrotondate mentre a grande scala risulta essere alquanto movimentata, accentuata anche dalla presenza di abbondante roccia affiorante. La tettonica ha smembrato e dislocato il complesso vulcanico dando luogo a rotture di pendio e orli di scarpata che seguono l'andamento delle diaclasi presenti in queste litologie accentuandone i processi erosivi e favorendo l'instaurarsi di piccole vallecole di erosione incise nella roccia, con direzioni di messa in posto nord-ovest – sud-est che ne rendono aspra la morfologia a grande scala. Nel complesso l'area risulta leggermente inclinata verso sud-ovest, verso la linea di costa e verso l'alveo del canale di Paringianu. Le quote variano dai 128 metri sul livello del mare di Punta Frais in prossimità della miniera di Nuraxi Figus sino ad arrivare al livello del mare in coincidenza della linea di costa a ovest e sud-ovest. Le pendenze sono comprese tra il 2 e in 5% in corrispondenza dei depositi continentali, e il 10 e il 20% sulle litologie ignimbriche con punte che superano facilmente il 40 - 60% in corrispondenza dell'alveo sia dei corsi d'acqua principali come il Canale di Paringianu, sia dei piccoli affluenti che mostrano spesso un alveo incassato. Un ulteriore fattore morfologico è connesso all'azione erosiva del vento che nell'area d'intervento ha dato luogo a tafoni e strutture alveolari con dimensioni variabili da pochi centimetri ad alcuni metri. Nel settore meridionale l'elemento morfologico caratterizzante è dato dalla presenza del Canale di Paringianu che separa l'area d'intervento a morfologia collinare dalla piana costiera posta più a sud, lo stesso corso d'acqua ha subito negli anni la rettifica del proprio corso verso sud e la sua canalizzazione. Nell'area d'intervento il corso d'acqua scorre praticamente all'interno di una valle incassata nelle litologie ignimbriche di età oligo-miocenica, delimitata dal resto dell'area da versanti fortemente acclivi che in alcuni casi danno luogo a vere e proprie scarpate verticali. All'interno della valle si è formata una piccola piana alluvionale con larghezze variabili da un minimo di 90/100 metri ad oltre 300 metri e pendenze quasi sempre al di sotto del 5%.

2.1.5 Geotecnica

Il rilevamento geologico ha evidenziato come le opere in progetto siano impostate in parte sulle litologie compatte e litoidi costituite dalle ignimbriti di età oligo-miocenica in parte sui depositi continentali del Pleistocene.

2.1.5.1 Litologie litoidi

Le litologie litoidi sono costituite dai prodotti piroclastici del complesso Vulcano-Sedimentario Cenozoico rappresentato sia nell'area vasta sia nel settore d'intervento dalle "Rioliti dell'Unità di Nuraxi", queste costituiscono anche parte rilevante delle litologie d'imposta delle opere in progetto. Nel settore di studio l'Unità è rappresentata da depositi decametrici di flusso piroclastico in facies ignimbratica a composizione riolitica. In affioramento si presentano massive ed estremamente saldate di colore che va dal grigio azzurro al rosso scuro, si rinviene inoltre un intenso sistema di fratture ad andamento sia verticale, orientate secondo le principali direttrici tettoniche, sia giunti e fratture orizzontali. Le parti superficiali risultano leggermente alterate e fratturate, con intensa foliazione e spaziatura da decimetrica a centimetrica. Per la successione vulcanica oligo-miocenica si riportano in letteratura spessori di circa 1.000 metri, mentre per le Rioliti dell'Unità di Nuraxi nel settore d'intervento si possono documentare spessori di almeno da 3-4 metri sino ad oltre 40 metri.

Su alcuni campioni prelevati in affioramento si è proceduto alla determinazione dei valori di peso di volume compresi tra un minimo di 20,59 kN/mc (2,10 t/mc) per le facies leggermente alterate ad un massimo di 23,54 kN/mc (2,40 t/mc) per quelle più compatte. Il rilievo geomeccanico ha evidenziato la presenza nel settore settentrionale di diverse famiglie di discontinuità una prima ad andamento sub verticale con direzione tra 10 e 20°N con spaziatura variabile da 20 cm ad oltre un metro, una seconda famiglia con direzione tra 60 e 70°N anche essa ad andamento sub-verticale e spaziatura variabile dai 50 cm ad oltre 2 - 3 metri, una terza famiglia con direzione 140°N anche essa ad andamento sub-verticale e spaziatura variabile tra i 5 e i 10 metri, mentre nel settore meridionale verso il Canale di Paringianu la famiglia con direzione 140°N si dispone più verso i 160°N mantenendo sempre l'andamento sub-verticale e spaziatura variabile tra i 3 e i 10 metri, sono inoltre presenti una serie di giunti ad andamento orizzontale con spaziatura variabile da 10/20 cm ad oltre il metro. L'analisi delle discontinuità in affioramento ha evidenziato come il parametro relativo alla spaziatura delle discontinuità sia sempre superiore ai 25 cm. Si tratta di giunti generalmente continui, aperti, caratterizzati da superfici da inalterate a poco alterate con una rugosità da alta a moderata e da riempimento da moderato ad assente, e quando presente costituito da materiale terroso e/o argilloso – sabbioso. Per quel che riguarda le condizioni idrauliche dei giunti questi sono risultati sempre asciutti.



Figura 6_Particolare del sistema di fratture che caratterizza le Rioliti dell'Unità di Nuraxi



Figura 7_Misure resistenza a compressione attraverso Sclerometro per Roccia GeoHammer in località Su Medadeddu

Per quanto riguarda il valore di resistenza a compressione le indagini hanno evidenziato valori variabili da un minimo di 50 ad un massimo di 210 MPa. Riepilogando alle litologie del Complesso Vulcanico Cenozoico si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Peso di volume secco	γ	kN/m ³	20,59/23,54
Valore di angolo di attrito	ϕ	°	38,5°
Coesione	c	kPa	335
Resistenza compressione uniassiale		MPa	120

2.1.5.2 Litologie sciolte

Nel settore d'intervento si rinvencono diffusamente le sabbie eoliche del sub sistema di Portoscuso (**PVM2b**). Queste sabbie costituiscono il materiale di imposta di parte dell'impianto (pannelli ed alcune cabine oltre che di parte dell'elettrodotto). Si tratta di sabbie sciolte e arenarie da fini a medie sino a grossolane a composizione quarzoso-calcareo di colore da bianco sporco, beige sino a giallastre disposte talvolta in straterelli isoorientati spesso in discordanza angolare. Affiorano in coincidenza delle incisioni e degli avvallamenti all'interno delle vulcaniti con spessori variabili da pochi decimetri a qualche metro. Talvolta, frammisti alle sabbie, si rinvencono depositi granulari alluvio-colluviali provenienti dal dilavamento dei prodotti di alterazione delle vulcaniti. Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche di queste litologie ci si rifà ai valori bibliografici relativi a litologie simili.

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Peso di volume secco	γ	kN/m ³	tra 16,47 e 18,14
Valore di angolo di attrito	ϕ	°	tra 17° e 29°
Valore caratteristico coesione non drenata	Cu	kPa	0

Trattandosi di terreni prevalentemente granulari risulta essere trascurabile l'apporto della coesione per questo motivo possono essere assimilati a terreni privi di coesione.

3 Suolo

3.1 Status ante operam della componente

Come si evince dalle relazioni geologica ed agronomica allegate al progetto il settore in esame si caratterizza dalla presenza di suoli impostati in parte sulle formazioni effusive acide del Cenozoico in parte sulle alluvioni pleistoceniche e dei depositi eolici pleistocenici con estese superfici di roccia affiorante caratterizzate dall'assenza di substrato pedologico. Entrando nello specifico si possono distinguere le seguenti Unità di Paesaggio:

- Paesaggi delle formazioni effusive acide del Cenozoico (Rioliti dell'Unità di Nuraxi - **NUR** e Rioliti dell'Unità di Monte Crobu - **CBU**) "**D4**", più precisamente nell'unità cartografica 16 (Aru et Alii. 1991). Costituiscono il paesaggio con la maggiore estensione areale nell'area d'intervento, si rinvencono nel settore orientale e nord-orientale del territorio comunale di Portoscuso (le opere in progetto saranno impostate per la maggior parte su questa unità di paesaggio). La copertura vegetale è rappresentata dalla macchia xerofila sempreverde a diverso grado di degradazione, dal pascolo e solo localmente da pascoli migliorati. La pietrosità superficiale è sempre elevata ed è associata ad estese superfici a roccia affiorante. Nell'unità i suoli sono quasi del tutto assenti, quando presenti mostrano profili di tipo A C raramente A Bw C, poco profondi (meno di 10 - 15 cm). Lo scheletro varia da comune ad abbondante sia all'interno del profilo, sia in funzione delle caratteristiche e del grado di alterazione del substrato con una struttura poliedrica subangolare. La tessitura varia dalla sabbioso franca a franca, più raramente alla franco argillosa. La reazione varia da subacida a neutra, il complesso di scambio, va da basso a medio, quasi sempre saturo in basi e contenuto medio in sostanza organica. Per quel che riguarda la permeabilità ci si trova davanti a suoli da permeabili a mediamente permeabili in funzione della componente sabbiosa e dello scheletro. I rischi di erosione variano da assenti ad elevati in funzione della morfologia e delle caratteristiche della copertura vegetale. Ne consegue che in queste aree la fertilità è in generale molto bassa come debole risulta la capacità di trattenuta per l'acqua. Per quest'Unità si ha un'associazione di suoli appartenenti ad un complesso di Lithic Xerorthents, Lithic Rock Outcrop e subordinatamente Lithic Xerochrepts. Le aree interessate da questa unità sono caratterizzate da limitazioni d'uso da ricollegare alla rocciosità affiorante e alla pietrosità elevate, alla scarsa profondità dei pochi suoli presenti, all'eccesso di scheletro e alla presenza di inquinanti industriali da ricaduta (Arsenico, Berillio, Cadmio, Mercurio, Piombo, Stagno, Zinco); ne consegue che queste aree possono essere attribuite alle classi V, VI e VIII (da marginale agli usi agricoli estensivi a non adatta agli usi agricoli) di Land Capability, alla classe 6 (non irrigabile), di suscettività all'irrigazione e alla classe N2 (permanentemente non adatta) di suscettività al miglioramento dei pascoli.
- Paesaggi delle alluvioni pleistoceniche e dei depositi eolici pleistocenici che nel settore di studio sono sostituiti dalle alluvioni e sabbie eoliche del Sistema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) "**I3**", più precisamente nell'unità cartografica 26 (Aru et Alii. 1991). Questi paesaggi si rinvencono su morfologia da pianeggianti a sub pianeggianti, sia come digitazioni all'interno dei Paesaggi delle formazioni effusive acide del Cenozoico sia su vaste aree nel settore occidentale del territorio comunale di Portoscuso (anche questi paesaggi saranno in parte interessati dalle opere in progetto). La copertura vegetale è rappresentata dalla macchia xerofila sempreverde a diverso grado di degradazione, dal pascolo e localmente da pascoli migliorati e/o culture arboree, prevalentemente piccoli oliveti e piccoli vigneti. La pietrosità superficiale è sempre assente fatta eccezione per quelle porzioni in cui gli spessori delle formazioni sono talmente esigui da far affiorare le sottostanti

formazioni rocciose cenozoiche. Nell'unità i suoli sono da profondi a poco profondi in funzione degli spessori delle alluvioni e delle sabbie eoliche; l'evoluzione dei suoli è molto spinta, con formazione di profili di tipo A-Bt-C, A-Bt-Ck, ABtk-Ckm e subordinatamente A-C. Lo scheletro varia da assente (nelle facies eoliche) ad abbondante (nelle facies più marcatamente alluvionali) con una struttura poliedrica angolare e subangolare. La tessitura varia in genere da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie, da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità. La reazione varia da subacida ad acida, il complesso di scambio va da basso a medio, da saturo a desaturato in basi e contenuto in sostanza organica in genere scarso. Per quel che riguarda la permeabilità ci si trova davanti a suoli da permeabili a mediamente permeabili in funzione della componente sabbiosa e dello scheletro. I rischi di erosione variano da assenti a moderati in funzione della morfologia, delle caratteristiche della copertura vegetale e dell'uso del suolo. In queste aree la fertilità varia da media a buona in funzione dell'estensione areale e della loro profondità, gli unici terreni in cui si concentra l'attività agricola della zona. Per questa unità si ha un'associazione di suoli di colore beige chiaro appartenenti ad un complesso di Xerochrepts, Typic Xeropsamments e subordinatamente Xerofluvents, Ochraqualfs. Le aree interessate da questa unità sono caratterizzate da limitazioni d'uso da ricollegare al drenaggio da lento a molto lento, al moderato pericolo di erosione, e alla presenza di inquinanti industriali da ricaduta (Arsenico, Berillio, Cadmio, Mercurio, Piombo, Stagno, Zinco), e subordinatamente (in funzione dello spessore dei depositi alluvionali ed eolici) alla rocciosità affiorante e all'eccesso di scheletro. Ne consegue che queste aree possono essere attribuiti alle classi I e II (suoli arabili senza o con modeste limitazioni all'utilizzazione agro-forestale e rischi erosivi) di Land Capability, alle classi da 2 a 3 (da moderatamente adatto a marginalmente adatto all'irrigazione) e alla classe S1 e S2 (adatta) di suscettività al miglioramento dei pascoli.

4 Ambiente idrico

4.1 Idrografia

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di un corso d'acqua principale, il Canale di Paringianu, una serie di piccoli rivoli e da un canale artificiale ad andamento trasversale rispetto ai corsi d'acqua principali realizzato a protezione del Polo Industriale di Portovesme da eventi di inondazione. Il Canale di Paringianu (Rio Flumentepido) ha origine al confine tra i territori comunali di Iglesias e di Carbonia a circa 15 chilometri a nord-est rispetto alla sua foce, esso si sviluppa con un andamento nord-est – sud-ovest; il suo corso come quello dei suoi affluenti è stato in parte influenzato dai principali lineamenti strutturali che ne hanno condizionato l'andamento del reticolo idrografico che si presenta pertanto sub parallelo, mentre il suo corso principale a partire dal piccolo borgo di Flumentepido è impostato su di un'ampia valle a fondo piatto. Nel suo tratto terminale il Canale di Paringianu ha subito negli anni settanta una serie di opere di regimazione idraulica che hanno portato alla canalizzazione dell'asta terminale e alla deviazione verso sud del proprio corso e quindi della sua foce e che ora lo porta a sfociare nella laguna di Boi.



Figura 8_Particolare del tratto terminale del Canale di Paringianu



Figura 9_Vista panoramica del settore pianeggiante del Canale di Paringianu

Altri corsi d'acqua minori sono dati dal Rio Murtas/Rio Cogotti, che scorre a sud dell'abitato di Paringianu e che in prossimità della foce confluisce all'interno del Canale di Paringianu in sponda sinistra, il Rio Ghilotta/Rio Perdraias che dal territorio di Gonnessa arriva nel territorio di Portoscuso e qui poco più a sud della ex discarica Sa Piramide riversa le proprie acque all'interno del Canale di Guardia. Nel settore più settentrionale scorre il Rio Su Cannoni ad andamento nord-sud le cui acque si riversano in parte nel canale di guardia in parte arrivano sino al porto industriale, e il Rio Resputzus che riversa le sue acque nel Canale di Guardia. Un altro elemento idrografico significativo dell'intero settore in esame è il già accennato Canale di Guardia, canale che si sviluppa per circa 3,5 chilometri a partire dal settore a nord della zona industriale sino ad arrivare a sud all'interno del Canale di Paringianu secondo una direzione media nord-ovest – sud-est. È stato realizzato al fine di intercettare i deflussi delle acque di scorrimento superficiale provenienti dal settore settentrionale e orientale, e le venute d'acqua del Rio Su Cannoni, Rio Resputzus e il Rio Perdaias. Il resto dell'idrografia è costituita da piccoli ruscelli e canali di scolo in parte affluenti del Canale di Paringianu in parte dei Rii di Su Cannoni, Resputzus e Perdaias; tutti questi corsi d'acqua hanno un andamento sub parallelo fortemente influenzato sia dall'assetto strutturale che litologico dell'area; inoltre il loro corso in passato si sviluppava a partire dal settore posto ad est e si spingeva verso il settore costiero verso ovest, attualmente

invece sono tutti intercettati dal Canale di Guardia a protezione del Polo Industriale di Portovesme e le loro acque sono convogliate verso il Canale di Paringianu. Tutti i corsi d'acqua sopracitati hanno un regime torrentizio con momenti di piena durante il periodo tardo autunnale, invernale e primaverile e di secca nei periodi tardo primaverili ed estivi. Lo stesso discorso vale per Canale di Paringianu che fa registrare sensibili variazioni della propria portata durante il corso dell'anno.



Figura 10_Particolare di un tratto del Canale di Guardia (settore centrale)



Figura 11_Particolare di un tratto del Canale di Guardia (settore settentrionale)

Nell'area vasta sono inoltre presenti una serie di aree depresse che hanno dato luogo a degli stagni tra i quali si ricordano lo Stagno 'e Forru e la Laguna di Boi Cerbus nel settore meridionale, e le aree paludose di Bucca de Flumini a nel settore settentrionale.

4.2 Inquadramento Idrogeologico

L'assetto geologico-strutturale del settore in esame, è il principale responsabile dell'idrografia e dell'idrogeologia dell'area e, quindi, dell'attuale circolazione idrica superficiale e sotterranea. Nell'insieme si possono individuare:

- **unità lito-stratigrafiche** con permeabilità di tipo primario per porosità;
- **unità lito-stratigrafiche** con permeabilità di tipo secondario per fratturazione.

Alla prima classe (permeabilità di tipo primario per porosità) appartengono depositi di ambiente continentale, alluvioni e sabbie eoliche, attribuibili al Sintema di Portovesme (**PVM**), sub sistema di Portoscuso (**PVM2**), i depositi alluvionali e le coltri detritiche poste alla base dei rilievi. I depositi del sub sistema di Portoscuso (**PVM2**) sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità media con valori di permeabilità (K) variabili all'interno di una forbice che va 10^{-1} cm/sec < K < 10^{-3} cm/sec; si tratta di litologie che, come è stato esposto nel capitolo relativo alla geologia dell'area, occupano l'area di intervento a macchia di leopardo e sono caratterizzate da spessori variabili da pochi decimetri ad alcuni metri, ne consegue che queste litologie se pur dotate di una discreta permeabilità risultano, a causa degli esigui spessori, dotate di una scarsa capacità d'immagazzinamento e quindi, quando presente, sede di falde di scarso interesse e legate alle precipitazioni più abbondanti. I depositi alluvionali e le coltri detritiche poste alla base dei rilievi presentano in genere un grado di permeabilità (K) da media a medio-alta (K compreso tra 10^{-3} - 10^{-5} m/s) e in funzione della granulometria e del tipo di matrice.

Alla seconda classe (permeabilità di tipo secondario per fratturazione) appartengono litologie del complesso vulcanico oligo-miocenico comprendente le “Rioliti dell’Unità di Monte Crobu - **CBU**” e le “Rioliti dell’Unità di Nuraxi - **NUR**”. Queste litologie sono impermeabili ma, a causa dall’inteso sistema di fratture che le caratterizza, presentano una permeabilità di tipo secondario da media a medio-bassa. In bibliografia per le facies più compatte si riportano valori di permeabilità medio-bassi con valori di k compresi tra 10^{-9} e 10^{-11} m/s, che passano a medi, con valori di K compresi tra 10^{-4} e 10^{-6} m/s, in coincidenza di faglie o di roccia affetta da alto grado di fessurazione e fratturazione dove si possono rilevare aumenti della permeabilità e di conseguenza della capacità d’immagazzinamento. Nel complesso queste litologie ospitano falde superficiali di scarso interesse. Per quel che riguarda le falde nell'area in esame sono presenti:

- una falda superficiale di tipo freatico;
- una falda profonda.

La falda freatica è generalmente di scarsa entità; si trova localizzata entro i primi metri al di sotto del piano di campagna all’interno dei depositi eolici, sabbiosi e arenacei del sub sistema di Portoscuso (PVM2) e nei depositi alluvionali antichi e recenti. Queste litologie, visti gli esigui spessori, solo localmente quando le condizioni morfologiche risultano favorevoli all’accumulo, sono sede di una modesta falda di tipo freatico con scarse capacità di immagazzinamento e scarsa produttività e l’eventuale circolazione idrica in questi orizzonti superficiali è da considerarsi occasionale e legata alle precipitazioni più abbondanti. Ciò nonostante i depositi alluvionali, possono talvolta ospitare acquiferi anche piuttosto importanti direttamente alimentati dai corsi d’acqua principali come avviene in corrispondenza della piccola piana impostata lungo il corso del Canale di Paringianu. Le falde profonde sono localizzate all’interno del complesso vulcanico cenozoico. Questi acquiferi vengono sfruttati o in coincidenza delle sorgenti o attraverso pozzi trivellati con portate di scarsa entità. Nell'area in esame si rinvencono alcune emergenze idriche una in località “Su Munzion” al contatto tra le sabbie eoliche e le vulcaniti, una in località “Funtana Figu” all’interno delle vulcaniti e una terza in località “Su Munzioni” alla quale è collegato un sistema di presa con relativo acquedotto, seguono due piccole sorgenti nel settore sud lungo il corso del Rio Acqua Ierru. In tutti i casi si tratta di sorgenti attive quasi tutto l'anno ma con portata estremamente modesta, dipendente dal volume degli apporti meteorici. Per quanto riguarda l’andamento della falda, uno studio predisposto dall’ISPRA, ha evidenziato come le isofreatiche decrescano a partire da nord-est verso sud-ovest, dal settore collinare vulcanico verso il settore della piana di Portovesme. Per quanto riguarda il livello piezometrico in data 18 marzo 2022 si è provveduto alla misura dei livelli all’interno di alcuni piezometri (messi in opera durante la fase di caratterizzazione delle aree esterne al Polo industriale di Portovesme) localizzati all’interno dell’area d’intervento e nelle sue immediate vicinanze rilevando livelli piezometrici compresi tra i 6 e i 10 metri dal piano di campagna, quota molto al di sotto di quella prevista per le opere di fondazione delle strutture in progetto.

5 Flora

5.1 Inquadramento vegetazionale

Quale fonte di riferimento, si riporta un estratto delle schede descrittive di distretto afferenti all'Allegato 1 del Piano Forestale Ambientale Regionale della Regione Sardegna (Regione Sardegna, 2007). In particolare sono stati considerati i distretti entro cui sussistono le opere a terra del progetto in modo da individuare le serie vegetali interessate e le relative specie di particolare interesse

5.1.1 Distretto 24 – Isole Sulcitane

Il distretto 24 – Isole Sulcitane si estende nella parte occidentale del sottosettore biogeografico Sulcitano includendo le isole di S. Pietro e S. Antioco. Esso è caratterizzato da un elevato sviluppo costiero e dall'assenza di alti rilievi generalmente con quote inferiori a 600 m. In funzione della distanza dalla costa, dei substrati geolitologici e delle caratteristiche floristiche è possibile individuare due sotto-distretti:

- 24.a – Sub-distretto collinare interno: contraddistinto dalla presenza di litologie prevalentemente di tipo carbonatico e in maniera minore di tipo metamorfico e vulcanico effusivo con i relativi depositi di versante e terrazzi alluvionali.
- 24.b – Sub-distretto insulare e costiero: contraddistinto dall'influenza del mare e dalla predominanza di paesaggi su rocce effusive acide e da depositi alluvio-colluviali.

Tab. 1_Serie di vegetazione presenti nel distretto 24 – Isole Sulcitane

Serie di vegetazione	Sub-distretti	
	24a	24b
Serie 1: serie psammofila del ginepro coccolone (<i>Pistacio-Juniperetum macrocarpae</i>)	X	§
Serie 2: serie psammofila sarda sud occidentale della quercia di Palestina (<i>Rusco aculeati-Quercetum calliprini</i>)		X
Serie 4: sarda occidentale, calcicola, termomediterranea del ginepro turbinato (<i>Chamaeropo humilis-Juniperetum turbinatae</i>)		§
Serie 7: serie sarda, calcicola, del pino d'Aleppo (<i>Pistacio-Pinetum halepensis</i>)		X
Serie 8: serie sarda sud-occidentale, calcifuga, termomediterranea del pino d'Aleppo (<i>Erico arboreae-Pinetum halepensis</i>)		§
Serie 10: serie sarda, termomediterranea dell'olivastro (<i>Asparago albi-Oleetum sylvestris</i>)	X	X
Serie 11: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea dell'olivastro (<i>Cyclamino repandi-Oleetum sylvestris</i>)	X	
Serie 12: serie sarda termomediterranea del leccio (<i>Pyro amygdaliformis Quercetum ilicis</i>)	§	§
Serie 13: serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (<i>Prasio majoris-Quercetu</i>)	X	
Serie 14: serie sarda, calcicola, termomediterranea del leccio con palma nana (<i>Prasio majoris-Quercetum ilicis chamaeropetosum humilis</i>)	§	X

Serie 19: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (<i>Galio scabri-Quercetum suberis</i>)	§	
Serie 26: geosigmeto edafoigrofilo e planiziale (<i>Populenion albae</i> , <i>Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris</i> , <i>Salicion albae</i>)	X	
Serie 27: geosigmeto sardo-corso edafoigrofilo, calcifugo e oligotrofico (<i>Nerio oleandri-Salicion purpureae</i> , <i>Rubus ulmifolii-Nerion oleandri</i> , <i>Hyperico hircini Alnenion glutinosae</i>)	X	X
Serie 29: geosigmeto alofilo sardo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (<i>Ruppiaetea</i> , <i>Thero- Suaedetea</i> , <i>Saginetia maritima</i> , <i>Salicornietea fruticosae</i> , <i>Juncetea maritimi</i> , <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>)		X

La serie è costituita da diverse associazioni con una stretta relazione topografica con vari tipi di vegetazione (terofitica alo-nitrofila, geofitica ed emicriptofitica, camefitica, terofitica xerofila, fanerofitica) disposti parallelamente alla linea di battigia. Nei settori retrodunali a sabbie più compatte ed umidificate, meno esposti all'aerosol marino, è presente la subassociazione *Juniperetosum turbinatae*.

Lungo il percorso dell'elettrodotto aereo, nel sub-distretto collinare interno in corrispondenza dei substrati metamorfici e in gran parte delle conoidi alluvionali si possono riscontrare formazioni a quercia da sughero soprattutto nelle aree più marginali e non utilizzate per scopi agricoli. In particolare, le sugherete sono presenti con la serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (n. 19: *Galio scabri-Quercetum suberis*) in ambito bioclimatico mediterraneo pluvistagionale oceanico con condizioni termotipiche ed ombrotipiche che possono variare dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore. I mesoboschi di *Quercus suber*, con presenza di specie arboree e arbustive (*Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *Oxycedrus*) rappresentano le cenosi meglio preservate. Lo strato erbaceo è prevalentemente caratterizzato da *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Le evoluzioni nel tempo delle serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis* e, per il susseguirsi degli incendi, 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 substrati.

La serie sarda termomediterranea del leccio (rif. serie n. 12: *Pyro amygdaliformis-Quercetum ilicis*) è invece osservabile nelle aree metamorfiche e carbonatiche pedemontane centrali del sub-distretto ad est di Carbonia. È possibile che questa serie compaia anche, in maniera sporadica, come edafo-mesofila in corrispondenza di pianure alluvionali, anche di modesta estensione, su substrati argillosi a matrice mista calcicola-silicicola. Il bioclima è sempre di tipo mediterraneo pluvistagionale oceanico, prevalentemente nel piano fitoclimatico termomediterraneo, con ombrotipi da secco inferiore a subumido inferiore. Raggiunto lo stadio di maturità, le formazioni presentano una fisionomia a microboschi climatofili a *Quercus ilex* e *Q. suber*. Nello strato arbustivo sono presenti alcune caducifoglie come *Pyrus spinosa*, *Prunus spinosa* e *Crataegus monogyna*, oltre ad entità termofile come *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Pistacia lentiscus* e *Rhamnus alaternus*. Sono individuabili in grande quantità le specie lianose, come *Clematis cirrhosa*, *Tamus communis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Rosa sempervirens*, mentre come specie erbacee si identificano *Arisarum vulgare*, *Arum italicum* e *Brachypodium retusum*.

Nel sub-distretto è poco rappresentata la serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (rif. serie n. 13), riscontrabile soprattutto nella zona mineraria di Rosas, sui substrati silicei. Testa della serie è l'associazione *Prasio majoris-Quercetum ilicis* che si sviluppa in condizioni bioclimatiche di tipo termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore con ombrotipi dal secco superiore al subumido inferiore. Non sono altro che boschi climatofili a *Quercus ilex*, con *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. phoenicea* subsp. *turbinata* e *Olea europaea* var. *sylvestris*. Nell'associazione si distinguono due differenti subassociazioni, *phillyreosum angustifoliae*, ad altitudini tra 20 e 160 m s.l.m. e *quercetosum ilicis*, ad altitudini comprese tra 60 e 340 m s.l.m.

Tale associazione consta di:

- uno strato arbustivo costituito da *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*, e da *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis* e *Quercus suber* negli aspetti più acidofili.

- da specie lianose come *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis*;

- da cenosi di sostituzione, rappresentate principalmente dalle macchie riferibili all'associazione *Erico arboreae-Arbutetum unedonis*.

Su substrati acidi le comunità arbustive sono ascrivibili all'associazione *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae*, mentre su substrati più alcalini all'associazione *Clematido cirrhosae-Pistacietum lentisci*. Come conseguenza all'azione del fuoco si hanno garighe a *Cistus monspeliensis (Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis)*, fino ai prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e le comunità terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*

Più comune, a livello potenziale, è il geosigmeto mediterraneo occidentale edafo igrofilo e/o planiziale, eutrofico (rif. serie n. 26: *Populenion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae*), apprezzabile in varie località, in primis lungo il Rio Cixerri, il Rio Gutturu de Ponti e il Rio Mannu di Narcao. Le condizioni bioclimatiche sono di tipo mediterraneo pluvistagionale oceanico, con termotipi variabili dal termomediterraneo superiore al mesomediterraneo inferiore. Nel suolo predominano materiali sedimentari fini (limi e argille), che possono riscontrarsi anche in sospensione. Le acque si presentano con un'elevata eutrofizzazione determinata da carbonati e nitrati, oltre che sostanza organica. Si tratta di formazioni molto localizzate e di estensione esigua, costituite da *Populus alba, P. nigra, Ulmus minor ssp minor, Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa, Salix sp. pl.* La struttura è a doppio strato: uno erbaceo instabile a seconda delle piogge e uno arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. Anche in questo caso gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix sp. pl., Rubus ulmifolius, Tamarix sp. pl.* ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus, Nerium oleander o Sambucus nigra*.

All'interno del distretto sono presenti le seguenti specie vegetali di interesse:

Tab. 2_Specie di vegetazione presenti nel distretto 24 – Isole Sulcitane

Specie inserite nell'All. II della direttiva 92/43/CEE (*indica le specie prioritarie)	Sub-distretti	
	24a	24b
* <i>Astragalus maritimus</i> Moris		X
<i>Brassica insularis</i> Moris	X	
<i>Linaria flava</i> (Poiret) Desf. subsp. <i>sardoa</i> (Sommier) A. Terracc		X
<i>Rouya polygama</i> (Desf.) Coincy		X

Specie arboree di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	24a	24b
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	X	
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	§	§
<i>Ficus carica</i> L. var. <i>caprificus</i> Risso	X	X
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl subsp. <i>oxycarpa</i> (Willd.) Franco et Rocha	X	
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>macrocarpa</i> (S. et S.) Ball		§

<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	§	§
<i>Juniperus phoenicea</i> L. subsp. <i>turbinata</i>	§	§
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	§	§
<i>Pinus halepensis</i> Mill.		§
<i>Populus alba</i> L.	X	X
<i>Populus nigra</i> L.	X	
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	X	X

Specie arboree di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	24a	24b
<i>Quercus calliprinos</i> Webb		X
<i>Quercus ilex</i> L.	§	§
<i>Quercus suber</i> L.	§	X
<i>Salix alba</i> L.	X	
<i>Salix atrocinerea</i> Brot.	X	X
<i>Salix purpurea</i> L. subsp. <i>purpurea</i>	§	
<i>Ulmus minor</i> Mill. Ssp <i>minor</i>	X	

Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	24a	24b
<i>Arbutus unedo</i> L.	§	§
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	X	
<i>Buxus balearica</i> Lam.	X	
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link in Schrader	§	§
<i>Chamaerops humilis</i> L.	X	§
<i>Cistus creticus</i> L. subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter et Burdet	X	X
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	§	§
<i>Cistus salviifolius</i> L.	§	§
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	§	X
<i>Cytisus villosus</i> Pourr	§	
<i>Erica arborea</i> L.	§	§
<i>Erica scoparia</i> L.		X

<i>Erica terminalis</i> Salisb.	X	
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	§	§
<i>Genista corsica</i> (Loisel.) DC.	X	X
<i>Genista morisii</i> Colla	X	
<i>Genista valsecchiae</i> Brullo et De Marco	X	X
<i>Halimium halimifolium</i> (L.) Willk.		§
<i>Helichrysum microphyllum</i> (Willd.) Camb. subsp. <i>tyrrhenicum</i> Bacch., Brullo et Giusso	X	X
<i>Lavandula stoechas</i> L.	§	§
<i>Lavatera arborea</i> L.		X
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	§	§
<i>Nerium oleander</i> L.	§	§
<i>Osyris alba</i> L.	X	X
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	§	§
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	§	§
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	§	§
<i>Polygonum scoparium</i> Requier ex Loisel.	X	X
<i>Prunus spinosa</i> L.	X	X
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	X	X
<i>Rosa sempervirens</i> L.	X	X
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	X	§
<i>Stachys glutinosa</i> L.	X	X

Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	24a	24b
<i>Tamarix gallica</i> L.	X	X
<i>Teucrium marum</i> L.	X	X
<i>Teucrium subspinosum</i> Pourr. ex Willd. subsp. <i>subspinosum</i>		X
<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.,	X	X
<i>Thymelaea tartonraira</i> (L.) All. subsp. <i>tartonraira</i>	X	X
<i>Viburnum tinus</i> L.	§	
<i>Vitex agnus-castus</i> L.		X

In seguito ad una analisi della carta d'uso del suolo, è stato possibile definire cinque sistemi chiave: forestali, preforestali a parziale utilizzo agro-zootecnico estensivo, agrosilvopastorali, agro-zootecnici estensivi, agricoli intensivi e semintensivi.

Nell'ambito del distretto Isole Sulcitane i sistemi forestali interessano una superficie di 21352 ettari pari a circa il 26% della superficie totale del distretto e sono caratterizzati in prevalenza da formazioni afferenti alla macchia mediterranea (64%) ai boschi di latifolia (24%) e ai boschi a prevalenza di conifere (12%).

La superficie del distretto è suddivisa come di seguito:

- il 17% è occupato dai sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti, altamente soggetti all'azione antropica in quanto utilizzati in parte nel contesto zootecnico estensivo;
- il 39.8% è occupato dai sistemi agricoli-intensivi e il 4.8% da quelli agro-zootecnici;
- 1542 ettari sono ricoperti dalle zone umide;
- le sugherete non dominano il distretto, interessano solo 436 ettari con un'incidenza pari a 5.7%.

5.1.2 Distretto 25 – Monti del Sulcis

Il distretto, estendendosi per buona parte del sottosectore biogeografico Sulcitano (settore Sulcitano-Iglesiente), è caratterizzato da una prevalenza di cenosi forestali a sclerofille, con dominanza del leccio e della sughera. Il percorso dell'elettrodotto interessa la porzione settentrionale del sub-distretto 25.a-Subdistretto orientale, in corrispondenza del territorio comunale di Saligua.

Le serie vegetative interessate sono:

5.1.2.1 Serie n. 19- serie sarda calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*)

Serie di vegetazione presente ad altitudini comprese tra 200 e 550 m, la subassociazione *Quercetosum suberis* è riconoscibile sui substrati granitici mentre quella *Rhamnetosum alaterni* è tipica dei substrati afferenti alle metamorfite. Entrambe le subassociazioni edificano mesoboschi in ambito bioclimatico mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo- ed ombrotipiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore, con presenza di specie arboree e arbustive quali *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis subsp. communis*, *Juniperus oxycedrus subsp. Oxycedrus*. Le fasi evolutive della serie, generalmente per degradazione della stessa, sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arborea-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 substrati;

5.1.2.2 Serie n 26- serie di vegetazione che si sviluppa lungo i corsi d'acqua con boschi ripariali a *Populus alba*.

Tab. 3_Serie di vegetazione presenti nel distretto 25 – Monti del Sulcis.

Sub-distretti

Serie di vegetazione	25a	25b
Serie 1: serie psammofila del ginepro coccolone (<i>Pistacio-Juniperetum macrocarpae</i>)	X	X
Serie 2: serie psammofila sarda sud occidentale della quercia di Palestina (<i>Rusco aculeati-Quercetum calliprini</i>)		X
Serie 3: serie sarda del ginepro turbinato (<i>Oleo-Juniperetum turbinatae</i>)	§	X
Serie 7: serie sarda, calcicola, del pino d'Aleppo (<i>Pistacio-Pinetum halepensis</i>)		X
Serie 10: serie sarda, termomediterranea dell'olivastro (<i>Asparago albi-Oleetum sylvestris</i>)	X	X
Serie 11: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea dell'olivastro (<i>Cyclamino repandi-Oleetum sylvestris</i>)	§	§
Serie 12: serie sarda termomediterranea del leccio (<i>Pyro amygdaliformis Quercetum ilicis</i>)	X	X
Serie 13: serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (<i>Prasio majoris Quercetum ilicis</i>)	§	§
Serie 14: serie sarda, calcicola, termomediterranea del leccio con palma nana (<i>Prasio majoris-Quercetum ilicis chamaeropetosum humilis</i>)		
Serie 16: serie sardo-corsa calcifuga, meso-supramediterranea del leccio (<i>Galio scabri-Quercetum ilicis</i>)	§	
Serie 17: serie sarda centro-meridionale calcicola, meso-supramediterranea del leccio (<i>Aceri monspessulani- Quercetum ilicis</i>)		X
Serie 18: serie sarda centro-occidentale calcifuga del leccio (<i>Saniculo europaeae Quercetum ilicis</i>)	X	
Serie 19: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (<i>Galio scabri-Quercetum suberis</i>)	§	X
Serie 26: geosigmeto edafoigrofilo e planiziale (Populenion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae)	X	X
Serie 27: geosigmeto sardo-corso edafoigrofilo, calcifugo e oligotrofico (Nerio oleandri-Salicion purpureae, Rubo ulmifolii-Nerion oleandri, Hyperico hircini Alnenion glutinosae)	X	X

All'interno del distretto sono presenti le seguenti specie vegetali di interesse:

Tab. 4_Specie di vegetazione presenti nel distretto 25 – Monti del Sulcis

Specie inserite nell'All. II della direttiva 92/43/CEE (*indica le specie prioritarie)	Sub-distretti	
	25a	25b
<i>Brassica insularis</i> Moris	X	X
<i>Linaria flava</i> (Poiret) Desf. subsp. sardoa (Sommier) A. Terracc		X

Rouya polygama (Desf.) Coincy		X
-------------------------------	--	---

Altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico*)	Sub-distretti	
	25a	25b
Anchusa formosa Selvi, Bigazzi et Bacch.	X	
Aristolochia navicularis Nardi	X	X
Armeria sulcitana Arrigoni	X	X
Astragalus terraccianoi Vals.		X
Bellium crassifolium Moris	X	X
Borago pygmaea (DC.) Chater et Greuter	X	
*Butomus umbellatus L.	X	
*Cneorum tricocon L.		X
Delphinium longipes Moris		X
Dianthus mossanus Bacch. et Brullo	X	X
Dianthus sardous Bacch., Brullo, Casti et Giusso		X
Echium anchusoides Bacch., Brullo et Selvi	X	
Ferula arrigonii Bocchieri		X
*Fumana juniperina (Lag. ex Dunal) Pau	X	

Altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico*)	Sub-distretti	
	25a	25b
Genista bocchierii Bacch., Brullo et Feoli	X	
Genista ferox Poir.	X	X
Genista insularis Bacch., Brullo et Feoli subsp. insularis	X	X
Genista valsecchiaae Brullo et De Marco	X	X
Helichrysum montelinasanum Em. Schmid	X	
Hyoseris taurina (Pamp.) Martinoli		X
Hypochaeris sardoa Bacch., Brullo et Terrasi	X	
*Ilex aquifolium L.	X	
Isoetes velata A. Braun subsp. tegulensis (Gennari) Batt. et Trab		X

* <i>Laurus nobilis</i> L.	X	
<i>Lavatera triloba</i> L. subsp. <i>pallescens</i> (Moris) Nyman var. <i>minoricensis</i> (Camb.) O. Bòlos et Vigo	X	
<i>Limoniastrum monopetalum</i> (L.) Boiss.		X
<i>Limonium carisae</i> Erben	X	
<i>Limonium malfatanicum</i> Erben	X	X
<i>Limonium tigurianum</i> Arrigoni et Diana	X	X
<i>Orchis mascula</i> (L.) L. subsp. <i>ichnusae</i> Corrias		X
<i>Orchis</i> x <i>penzigiana</i> Camus subsp. <i>sardoa</i> Scrugli et Grasso	X	X
<i>Ophrys</i> x <i>domus-maria</i> Grasso	X	X
<i>Ophrys normanii</i> J.J. Wood	X	
* <i>Rhamnus lycioides</i> L. subsp. <i>oleoides</i> (L.) Jahandiez et Maire		X
<i>Paeonia corsica</i> Sieber ex Tausch	X	X
<i>Salix arrigonii</i> Brullo	X	
<i>Silene martinolii</i> Bocchieri et Mulas		X
* <i>Simethis mattiazzi</i> (Vandelli) Saccarolo	X	
<i>Soleirolia soleirolii</i> (Req.) Dandy	X	X
<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poir.) Rich.	X	
<i>Stachys corsica</i> Pers. var. <i>micrantha</i> Bertol.	X	
* <i>Taxus baccata</i> L.	X	
<i>Teucrium subspinosum</i> Pourr. ex Willd. subsp. <i>subspinosum</i>		X
<i>Verbascum plantagineum</i> Moris	X	
<i>Viola corsica</i> Nym. subsp. <i>limbarae</i> Merxm. et Lippert	X	

Specie arboree di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	25a	25b
<i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. <i>monspessulanum</i>	X	X
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	X	X
<i>Celtis australis</i> L. ssp. <i>australis</i>	X	
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	§	§
<i>Celtis australis</i> L. ssp. <i>australis</i>	X	
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.		X

<i>Ficus carica</i> L. var. <i>caprificus</i> Risso	X	X
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl subsp. <i>oxycarpa</i> (Willd.) Franco et Rocha		X
<i>Ilex aquifolium</i> L.	X	X
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>macrocarpa</i> (S. et S.) Ball	§	§

Specie arboree di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	25a	25b
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	§	§
<i>Juniperus phoenicea</i> L. subsp. <i>turbinata</i>	§	§
<i>Laurus nobilis</i> L.	X	
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	§	§
<i>Pinus halepensis</i> Mill.		§
<i>Populus alba</i> L.	X	X
<i>Populus nigra</i> L.		X
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	X	X
<i>Quercus calliprinos</i> Webb		§
<i>Quercus ilex</i> L.	§	§
<i>Quercus morisii</i> Borzi	X	
<i>Quercus suber</i> L.	§	X
<i>Salix alba</i> L.		X
<i>Salix arrigonii</i> Brullo	X	
<i>Salix atrocinerea</i> Brot.	X	X
<i>Salix purpurea</i> L. subsp. <i>purpurea</i>	§	X
<i>Taxus baccata</i> L.	X	
<i>Ulmus minor</i> Mill. Ssp <i>minor</i>	X	X

Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	Sub-distretti	
	25a	25b
<i>Anagyris foetida</i> L.	X	X
<i>Arbutus unedo</i> L.	§	§
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	§	X
<i>Buxus balearica</i> Lam.	X	

<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link in Schrader	§	§
<i>Chamaerops humilis</i> L.		X
<i>Cistus creticus</i> L. subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter et Burdet	X	X
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	§	§
<i>Cistus salviifolius</i> L.	§	§
<i>Cneorum tricocon</i> L.		X
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	X	X
<i>Cytisus villosus</i> Pourr	X	X
<i>Erica arborea</i> L.	§	§
<i>Erica scoparia</i> L.	X	
<i>Erica terminalis</i> Salisb.	X	
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	§	§
<i>Euphorbia spinosa</i> L. subsp. <i>spinosa</i>	X	X
<i>Genista corsica</i> (Loisel.) DC.	X	X
<i>Genista ferox</i> Poir.	X	X
<i>Genista insularis</i> Bacch., Brullo et Feoli subsp. <i>insularis</i>	X	X
<i>Genista valsecchiae</i> Brullo et De Marco	X	X
<i>Halimium halimifolium</i> (L.) Willk.	X	X
<i>Helichrysum microphyllum</i> (Willd.) Camb. subsp. <i>tyrrhenicum</i> Bacch., Brullo et Giusso	X	X

	Sub-distretti	
Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	25a	25b
<i>Lavandula stoechas</i> L.	X	X
<i>Lavatera arborea</i> L.		X
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	§	§
<i>Nerium oleander</i> L.	§	§
<i>Osyris alba</i> L.	X	X
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	§	§
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	§	§
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	§	§
<i>Polygonum scoparium</i> Requien ex Loisel.	X	X

Prunus spinosa L.	X	X
Rhamnus alaternus L.	X	X
Rhamnus lycioides L. subsp. oleoides (L.) Jahandiez et Maire		X
Rosa canina L.	X	X
Rosa sempervirens L.	X	X
Rosmarinus officinalis L.	X	X
Stachys glutinosa L.	X	X
Tamarix africana Poiret var. fluminensis (Maire) Braun	§	§
Tamarix dalmatica Baum	X	X
Tamarix gallica L.	X	X
Tamarix hampeana Boiss. et Heldr. em. Boiss		X
Tamarix nilotica (Ehrenb.) Bge		X
Tamarix tetragyna Ehrenb.	X	X
Teline monspessulana (L.) Koch	X	
Teucrium marum L.	X	X
Teucrium subspinosum Pourr. ex Willd. subsp. subspinosum		X
Viburnum tinus L.	§	X
Vitex agnus-castus L.		X

Nell'ambito del distretto Monti del Sulcis i sistemi forestali interessano una superficie di 66686 ha pari a circa il 52% della superficie totale del distretto e sono caratterizzati in prevalenza da formazioni afferenti alla macchia mediterranea (53%), ai boschi di latifolia (35%) ed ai boschi a prevalenza di conifere (11%).

I sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti sono diffusi su circa il 13% della superficie del distretto 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 agro-zootecnica del distretto interessa circa il 4% del territorio, mentre l'uso agricolo incide per il 25.6% ed è particolarmente indirizzato alle colture cerealicole e orticole a pieno campo.

L'analisi della sola componente arborea della categoria dei sistemi forestali evidenzia una scarsa presenza di sugherete, presenti su meno di 1000 ettari di territorio e con una incidenza di appena 3.2%. A tale contesto si sommano altri 2000 ettari circa di aree a forte vocazione sughericola, costituite in prevalenza da soprassuoli forestali a presenza più o meno sporadica della specie.

5.1.3 Distretto 20 – Campidano

Il distretto si estende nel sottosettore biogeografico Basso Campidanese (settore Campidanese) e si caratterizza per la morfologia tipicamente sub-pianeggiante e basso collinare, con rilievi che molto raramente superano i 250 m. Il distretto, nelle aree non urbanizzate o industrializzate, è ampiamente utilizzato per le

colture agrarie estensive ed intensive (sia erbacee che legnose) e, in minor misura, per le attività zootecniche. La vegetazione forestale è praticamente assente e confinata nelle aree più marginali per morfologia e fertilità dei suoli. Le stesse formazioni forestali, quando rilevabili nel distretto, sono costituite prevalentemente da cenosi di degradazione delle formazioni climaciche e, localmente, da impianti artificiali.

L'elettrodotto aereo nel suo tratto finale, fino alla stazione elettrica di smistamento "Villasor 380", interessa la porzione occidentale e settentrionale della pianura del Campidano. Tale area è caratterizzata dalla presenza di una serie di coperture sedimentarie formate da depositi alluvionali di conoide del Pleistocene (glacis di accumulo), costituiti prevalentemente da depositi clastici, eterometrici e poligenici.

La vegetazione potenziale principale è costituita dalla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (rif. serie n. 19: *Galio scabri-Quercetum suberis*). Il bioclimate è mediterraneo pluviostagionale oceanico con termo- ed ombrotipi variabili dal termomediterraneo superiore secco superiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore. Le evoluzioni nel tempo delle serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e, per il susseguirsi degli incendi, da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviifolius*, a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e *pratelli teroitici* riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*, derivanti dall'ulteriore degradazione delle formazioni erbacee ed erosione dei suoli. Queste fasi di degradazione della serie principale sono diffuse anche sulle vulcaniti del ciclo calcoalcalino oligo-miocenico affioranti nel territorio di Serrenti e di Monastir, anch'esse con attitudine per la serie termo-mesomediterranea della sughera.

Vicino i corsi d'acqua (ambiti ripariali) e alle pianure (ambiti planiziali) destano maggiore interesse le fitocenosi forestali, con riferimento soprattutto al bacino del Flumini Mannu e a quello del Rio Mannu, caratterizzati dalla presenza reale e potenziale del geosigmeto mediterraneo occidentale edafo igrofilo e/o planiziale eutrofico (rif. serie n. 26: *Populenion albae, Fraxino angustifoliae, Ulmenion minoris, Salicion albae*), con mesoboschi edafo igrofili caducifogli costituiti da *Populus alba, P. nigra, Ulmus minor ssp minor, Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa* e *Salix sp. pl.* Le condizioni bioclimatiche sono di tipo Mediterraneo pluviostagionale oceanico, con termotipi variabili dal termomediterraneo superiore al mesomediterraneo inferiore. Nei suoli prevalgono i materiali sedimentari fini, quali limi e argille parzialmente in sospensione, con acque molto ricche dal punto di vista della sostanza organica e con possibili fenomeni di eutrofizzazione. Generalmente si incontrano, allontanandosi dai corsi d'acqua, delle boscaglie costituite da *Salix sp. pl., Rubus ulmifolius, Tamarix sp. pl.* ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus, Nerium oleander* o *Sambucus nigra*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*.

Tab. 5_Serie di vegetazione presenti nel distretto 20 – Campidano

Serie di vegetazione	
Serie 1: serie psammofila del ginepro coccolone (<i>Pistacio-Juniperetum macrocarpae</i>)	X
Serie 3: serie sarda del ginepro turbinato (<i>Oleo-Juniperetum turbinatae</i>)	X
Serie 10: serie sarda, termomediterranea dell'olivastro (<i>Asparago albi-Oleetum sylvestris</i>)	§
Serie 19: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (<i>Galio scabri-Quercetum suberis</i>)	§
Serie 21: serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (<i>Lonicero implexae-Quercetum virgiliana</i>)	§

Serie 26: geosigmeto edafoigrofilo e planiziale (Populion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae)	§
Serie 27: geosigmeto sardo-corso edafoigrofilo, calcifugo e oligotrofico (Nerio oleandri-Salicion purpureae, Rubo ulmifolii-Nerion oleandri, Hyperico hirciniAlnenion glutinosae)	X
Serie 28: geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo, subalofilo dei tamerici (<i>Tamaricion africanae</i>)	X
Serie 29: geosigmeto alofilo sardo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (Ruppietea, Thero- Suaedetea, Saginetea maritima, Salicornietea fruticosae, Juncetea maritimi, Phragmito-Magnocaricetea)	§

All'interno del distretto sono presenti le seguenti specie vegetali di interesse:

Altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico*)
Artemisia variabilis Ten.
Bellium crassifolium Moris
Buglossoides minimum (Moris) R. Fernandes
*Butomus umbellatus L.
*Carrichtera annua (L.) DC.
*Cynomorium coccineum L.
Halocnemum strobilaceum (Pallas) M. Bieb.
*Iris planifolia Fiori et Paolett
*Limonium avei (De Not.) Brullo et Erben
Limonium capitis-eliae Erben
Limonium caralitanum Erben
Plagius flosculosus (L.) Alavi et Heywood

Specie arboree di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	
Alnus glutinosa (L.) Gaertner	X
Ceratonia siliqua L.	X
Ficus carica L. var. caprificus Risso	
Fraxinus angustifolia Vahl subsp. oxycarpa (Willd.) Franco et Rocha	X
Juniperus oxycedrus L. subsp. macrocarpa (S. et S.) Ball	§
Juniperus oxycedrus L. subsp. oxycedrus	§
Juniperus phoenicea L. subsp. turbinata	§
Olea europaea L. var. sylvestris Brot.	§

<i>Pinus halepensis</i> Mill.	X
<i>Populus alba</i> L.	§
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	X
<i>Quercus calliprinos</i> Webb	
<i>Quercus ilex</i> L.	X
<i>Quercus suber</i> L.	X
<i>Q. virgiliana</i> (Ten.) Ten.	§
<i>Salix alba</i> L.	§
<i>Salix atrocinerea</i> Brot.	X
<i>Salix purpurea</i> L. subsp. <i>purpurea</i>	§
<i>Ulmus minor</i> Mill. Ssp. <i>minor</i>	X

Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	
<i>Anagyris foetida</i> L.	X
<i>Arbutus unedo</i> L.	X
<i>Artemisia arborescens</i> L.	X
<i>Atriplex halimus</i> L.	§

Specie arbustive di interesse forestale prevalente (§) e minore (X)	
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link in Schrader	X
<i>Chamaerops humilis</i> L.	X
<i>Cistus creticus</i> L. subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter et Burdet	X
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	§
<i>Cistus salviifolius</i> L.	X
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	X
<i>Erica arborea</i> L.	X
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	X
<i>Genista corsica</i> (Loisel.) DC.	X
<i>Globularia alypum</i> L.	X
<i>Helichrysum microphyllum</i> (Willd.) Camb. subsp. <i>tyrrhenicum</i> Bacch. , Brullo et Giusso	§
<i>Lavandula stoechas</i> L.	X
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>Communis</i>	X

Nerium oleander L.	X
Osyris alba L.	X
Phillyrea angustifolia L.	X
P. latifolia L.	X
Pistacia lentiscus L.	§
Polygonum scoparium Requien ex Loisel.	X
Rhamnus alaternus L.	§
Rosa sempervirens	X
Rosmarinus officinalis L.	X
Salsola vermiculata Pall.	X
Sarcopoterium spinosum (L.) Spach.	X
Stachys glutinosa L.	X
Tamarix africana Poir. var. fluminensis (Maire) Braun	X
Tamarix gallica L.	X
Teucrium capitatum L.	X
T. marum L.	X
Thymbra capitata (L.) Cav.	X
Thymelaea hirsuta (L.) Endl.,	X
T. tartonraira (L.) All. subsp. tartonraira	§

Nell'ambito del distretto del Campidano i sistemi forestali interessano una superficie di 1200 ha pari a circa l'1.2% della superficie totale del distretto e sono caratterizzati in prevalenza da formazioni afferenti alla vegetazione ripariale (47%) e alla macchia mediterranea (27%). Il sistema maggiormente rappresentato è costituito dai pascoli erbacei, diffusi su una superficie di 4416 ha, pari al 4.6% della superficie del distretto. L'uso agricolo si caratterizza per la presenza di sistemi intensivi e semintensivi (75.7%). Si evidenzia inoltre che il distretto presenta una consistente incidenza di aree artificiali (10.4%), legate alla forte espansione urbana dell'area cagliaritana, e di zone umide, che insieme ai corpi d'acqua coprono circa il 6.6% del territorio. L'analisi della sola componente arborea della categoria dei sistemi forestali una presenza di sugherete localizzata, pari a 45 ettari con una incidenza del 14.3%. Non si rilevano all'interno del distretto aree a vocazione sughericola.

5.1.4 Distretto 19 – Linas-Marganai

Il percorso dell'elettrodotto aereo interseca alcune aree appartenenti al Distretto 19 – Linas-Marganai al confine con i distretti soprariportati. Vista la continuità delle serie vegetazionali (n.19 e n. 26) per la

caratterizzazione della vegetazione potenziale e di quella attuale interessate dal progetto si rimanda ai paragrafi precedenti.

Nell'ambito del distretto Linas-Marganai i sistemi forestali interessano una superficie pari a 53239 ha, quindi il 41% circa dell'area totale, descritti dalle formazioni relative alla macchia mediterranea (58%) e ai boschi di latifolia (35%). I sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti, estesi per il 20% della superficie di tale distretto, sono altamente condizionati dall'attività antropiche relative alla zootecnia estensiva e solo in parte influenzati dalle condizioni stagionali sfavorevoli. I sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti sono diffusi su circa il 20% della superficie del distretto e, considerato il loro parziale utilizzo zootecnico estensivo, acquisiscono una struttura fortemente condizionata dalla pressione antropica e solo in parte da condizioni stagionali sfavorevoli.

Il 26% dell'area è interessato dalle attività agricole, il 19% alle colture intensive e solo il 3% agli uliveti mentre i versanti meno ripidi ospitano i sistemi agro-zootecnici estensivi (5.4%).

L'uso agricolo del distretto (26%), è dedicato alle colture intensive (19%) e alla coltura dell'ulivo (3% circa). I sistemi agro-zootecnici estensivi (5.4%) sono diffusi prevalentemente sui versanti meno acclivi dei rilievi. L'analisi della sola componente arborea della categoria dei sistemi forestali evidenzia il dato relativo alla presenza delle sugherete che con 3907 ettari mostra una incidenza del 17.7%. A tale contesto si sommano altri 8000 ettari di aree a forte vocazione sughericola, costituiti prevalentemente da soprassuolo forestale a presenza più o meno sporadica della specie.

6 Fauna

6.1 Introduzione

Le considerazioni sulla fauna non possono prescindere dal fatto che la realizzazione di un impianto fotovoltaico, al pari di altri interventi antropici nel territorio, in virtù dell'occupazione permanente di superfici particolarmente ampie, può costituire potenzialmente una causa di disturbo.

Si deve però considerare che la peculiare tipologia di impianto (caratterizzato da strutture fisse di modeste dimensioni e del tutto privo di emissioni), unitamente all'ubicazione prossima al sito industriale, in cui sono costantemente presenti significativi disturbi antropici (traffico, rumore e inquinamento luminoso, solo per citarne alcuni), è ragionevole escludere fin d'ora il manifestarsi di impatti significativi o comunque irreversibili a carico della componente in esame (quali la sottrazione di importanti habitat di alimentazione o riproduzione o la perdita di individui).

L'ambito di intervento, sebbene tuttora non trasformato, appare incluso tra spazi di altra trasformazione. Stanti queste condizioni al contorno appare sensato supporre che l'area di progetto sia frequentata da specie piuttosto comuni nel territorio sardo.

L'assenza di emissioni inquinanti e di rumorosità in fase di esercizio dell'opera ed il minimo aumento di traffico conseguente alla realizzazione e manutenzione dell'impianto, riducono alla sola occupazione di suolo l'unico elemento di potenziale disturbo alla fauna locale che, proprio in virtù delle caratteristiche naturali del territorio in cui è inserita, non faticerà a trovare condizioni ecosistemiche simili, anche entro brevissime distanze.

Le precedenti considerazioni inducono a prevedere che eventuali modificazioni sulle abitudini della fauna saranno riscontrabili nel solo territorio occupato dall'impianto o, al massimo, nelle sue immediate vicinanze.

L'attuale fauna presente nel territorio sardo è il risultato della storia geologica del complesso sardo-corso; è infatti possibile distinguere 4 principali fasi di popolamento ed un notevole numero di specie paleomediterranee e paleotirreniche. La prima fase risale al periodo antecedente al distacco del blocco corso-sardo dal continente europeo. Del patrimonio faunistico risalente alla prima fase di popolamento solo alcune specie di anfibi caudati (*Atylodes genei*, *Speleomantes imperialis*, *S.supramontis*, *S.flavus*, *S.sarrabusensis* e *Euproctus platycephalus Gravenhorst*) si sono conservate ed evolute indipendentemente fino ai giorni nostri. La Sardegna ospita il maggior tasso di endemismo per quanto riguarda gli anfibi.

La seconda fase di popolamento coincide con l'avvicinamento della placca africana a quella europea che causò la chiusura dello stretto di Gibilterra alla fine del Miocene. Per via del bilancio idrico negativo, dovuto dall'isolamento dall'Oceano Atlantico, il Mediterraneo si ridusse a una serie di laghi salati separati da ampi tratti di terra i quali collegarono la Sardegna ai continenti e permisero la colonizzazione dell'isola da parte di nuove specie terrestri, quali:

- anfibi come il discoglossino (*Discoglossus sardus*), il rospo smeraldino balearico (*Bufo viridis*), la raganella (*Hyla sarda*);

- rettili come il tarantolino (*Phyllodactylus europaeus*), l'algiroide tirrenico (*Algyroides fitzingeri*), la luscengola (*Chalcides chalcides vittatus*), il gongilo (*Chalcides ocellatus tiligugu*), la natrice viperina (*Natrix maura*) e la lucertola del Bedriaga (*Archaeolacerta bedriagae*);

La terza fase coincide con le glaciazioni quaternarie durante le quali a causa della forte riduzione del livello del mare fu possibile una nuova colonizzazione del blocco corso-sardo attraverso l'arcipelago toscano (divenuto un promontorio collegato al continente). Tra le specie che approdarono sull'isola è possibile citare il biacco (*Coluber viridiflavus*), il riccio (*Erinaceus europaeus*), il topo quercino (*Eliomys quercinus sardus*), la volpe (*Vulpes vulpes ichtnusae*) e alcune specie attualmente estinte quali il cervo gigante (*Megaceros cazioti*), un canide (*Cynotherium sardous*), il mammoth nano (*Mammuthus lamarmorai*) e il prolago sardo (*Prolagus sardus*). Durante la terza fase avvenne anche la colonizzazione umana dell'isola.

La quarta fase, infine, è operata dall'uomo il quale causò un profondo cambiamento nel quadro faunistico dell'isola provocando l'estinzione di alcune specie e introducendone di nuove. In particolare l'uomo ha importato il cervo (*Cervus elaphus corsicanus*), il daino (*Dama dama*), il muflone (*Ovis musimon*), la lepre (*Lepus capensis mediterraneus*), il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus huxleyi*), il cinghiale (*Sus scrofa meridionalis*), la martora (*Martes martes latinorum*), il gatto selvatico (*Felix silvestris lybica*), le tre testuggini terrestri (*Testudo marginata*, *Testudo hermanni robertmertensi*, *Emys orbicularis*), la pernice (*Alectoris barbara*), il colubro d'Esculapio (*Elaphe longissima*, *Zamenis longissimus*) e il colubro ferro di cavallo (*Hemorrhois hippocrepis*) (Rossetti, 2012).

L'attuale fauna vertebrata terrestre autoctona dell'Isola conta circa 370 specie, di cui 41 specie di mammiferi, 18 di rettili, 9 di anfibi e circa 300 specie di uccelli tra stanziali e di passo (senza considerare le specie erratiche o accidentali). Ricordiamo infine fra le tantissime specie animali che animano il territorio sardo la lepre, presente in discreto numero anche vicino ai centri abitati così come il coniglio selvatico. E ancora la volpe, il ghio, il riccio ed infine la martora, presente nonostante mal si adatti all'habitat sardo tipico della vegetazione a macchia.

L'entomofauna è particolarmente ricca e comprende rappresentanti di tutti gli ordini della classe degli Insetti. Anche in questo caso è particolarmente elevato il numero di specie endemiche tra le quali vale la pena citare: l'ospitone (*Papilio Hospiton*), lo scarabeo ariete (*Dorcus musimon*) e il panfago sardo (*Pamphagus sardeus Herrich-Schaeffer*)

Infine, l'ittiofauna delle acque interne della Sardegna non è particolarmente ricca in specie. Nei secoli sono state introdotte numerose specie alloctone ai fini della pesca determinando un rapporto specie alloctone/specie autoctone superiore all'unità. Ciò ha determinato importanti scompensi ecologici mettendo

in crisi le specie indigene. Tra le specie autoctone è possibile citare l'anguilla (*Anguilla anguilla*), la cheppia (*Alosa fallax nilotica*), la trota sarda (*Salmo macrostigma* o *Salmo cettii*), il nono (*Aphanius fasciatus*), lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus), il pesce ago di rio (*Syngnathus abaster*), il latterino (*Atherina boyeri*) e la cagnetta (*Salaria fluviatilis*); tra quelle alloctone le più diffuse sono la perca (*Perca fluviatilis*), il persico trota (*Micropterus salmoides*), il persico sole (*Lepomis gibbosus*), la trota fario (*Salmo trutta trutta*), la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*), il salmerino (*Salvelinus alpinus*), il carassio (*Carassius carassius* Linnaeus), la carpa (*Cyprinus carpio*), la tinca (*Tinca tinca*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*) e il pesce gatto (*Ameiurus melas*).

6.2 Specie alloctone

Una specie alloctona è una specie introdotta dall'attività umana, in maniera diretta o indiretta, in una regione geografica al di fuori del suo areale di distribuzione naturale.

Nella Sardegna occidentale sono state individuate un totale di 617 specie alloctone, di cui 9 (terrestri) e 4 (acqua dolce) sono di rilevanza unionale e sono, pertanto, presenti nella rispettiva lista.

Il Regolamento 1143/2014 ha introdotto il concetto di lista unionale, la definizione viene chiarita nell'art. 4: "specie esotiche invasive i cui effetti negativi sull'ambiente e la biodiversità in ambito europeo sono così gravi da richiedere un intervento concertato degli Stati membri dell'Unione Europea".

Tab. 6_ Elenco specie alloctone terrestri presenti nella lista di rilevanza unionale. Fonte <https://www.specieinvasive.it/ricerca-db-italia>

Nome specie	Regno	Sistema	lista Status	Presenza	Distribuzione	Presenza rilevanza unionale
<i>Acacia saligna</i>	Plantae	Terrestrial	Alien overall	Present in the wild	Sardegna	Presente
<i>Acridotheres tristis</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Occasionally present	Sardegna	Presente
<i>Ailanthus altissima</i>	Plantae	Terrestrial	Alien overall	Present in the wild	Sardegna	Presente
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Occasionally present	Sardegna	Presente
<i>Myocastor coypus</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Established	Sardegna	Presente
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Occasionally present	Sardegna	Presente
<i>Pennisetum setaceum</i>	Plantae	Terrestrial	Alien overall	Established	Sardegna	Presente
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Occasionally present	Sardegna	Presente
<i>Trachemys scripta</i>	Animalia	Terrestrial	Alien overall	Established	Sardegna	Presente

Tab. 7_ Elenco specie alloctone di acqua dolce presenti nella lista di rilevanza unionale. Fonte <https://www.specieinvasive.it/ricerca-db-italia>

Nome specie	Regno	Sistema	Status	Presenza	Distribuzione	Presenza lista rilevanza unionale
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Plantae	Freshwater	Alien overall	Established	Sardegna	Presente
<i>Lepomis gibbosus</i>	Animalia	Freshwater	Alien overall	Established	Sardegna	Presente
<i>Procambarus clarkii</i>	Animalia	Freshwater	Alien overall	Established	Sardegna	Presente
<i>Pseudorasbora parva</i>	Animalia	Freshwater	Alien overall	Established	Sardegna	Presente

6.3 Disciplina di tutela della fauna nelle aree di interesse

La verifica della disciplina di tutela della fauna nel territorio regionale ha evidenziato, nell'area vasta di interesse, la presenza di due SIC e l'assenza di ZPS. Nello specifico i due SIC risultano interessare ambiti esterni rispetto all'area proposta per la realizzazione del parco eolico ma sono da considerarsi comunque limitrofi, vista la loro ubicazione rispetto anche ai confini dell'area d'indagine (si veda sopra la tavola di inquadramento di area Vasta).

Per quanto riguarda le ZPS, come espresso in precedenza, non sono presenti se non a notevole distanza, in quanto ubicate nell'Isola di San Pietro e nell'Isola di Sant'Antioco.

I due SIC di interesse si riferiscono a quello di Punta S'Aliga (ITB040028), a sud-ovest dell'area d'indagine, e di Costa di Nebida (ITB040029), a nord della stessa.

Il SIC Punta S'Aliga è considerata una zona umida importante per la presenza di 12 habitat naturali di interesse comunitario e di 32 specie di uccelli, legati soprattutto agli ambienti acquatici. Nel SIC Costa di Nebida sono invece segnalati 13 habitat naturali, 15 specie di uccelli legate ad ambienti costieri e zone umide, 2 specie di anfibi e 3 di rettili. Nel 1989 la LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli) produsse un primo inventario nazionale delle Aree ritenute importanti, a livello internazionale, per la conservazione degli uccelli selvatici; tali aree prendono il nome di IBA (Important Bird Area). La stesura di tale elenco divenne successivamente ancora più importante quando la Commissione Europea individuò le IBA come meritevoli di designazione a ZPS (Zone di Protezione Speciale) secondo la Direttiva Uccelli 79/409. Attualmente non tutte le IBA presenti in Sardegna sono state poi individuate come ZPS; per la zona in esame è stata verificata la presenza di una IBA limitrofa all'area d'indagine faunistica che risulta coincidente con il SIC Punta S'Aliga.

Sulla base dell'attuale perimetrazione ed istituzione di Parchi Nazionali ed Aree Marine Protette secondo la Legge Quadro 394/91 e dalla L.N. 979/72, non sono presenti Aree Protette all'interno dell'area di indagine faunistica e nelle zone immediatamente circostanti.

La Legge Regionale 31/89 individua e definisce le procedure per l'istituzione di Aree Protette quali Parchi Regionali, Riserve Naturali Orientate, Riserve Naturali, Aree di rilevante interesse naturalistico e Monumenti Naturali; per l'area in esame è stata verificata la presenza della Riserva Naturale Punta S'Aliga, tuttavia non ancora istituita ma che coincide con il SIC di cui sopra.

Nel territorio d'indagine faunistica ed in quelli ad esso limitrofi non sono presenti Foreste o Cantieri Forestali gestiti dall'Ente Foreste RAS secondo quanto riportato nella cartografia specifica messa a disposizione dell'ente stesso.

6.4 Stato di conservazione delle specie animali e vegetali secondo la Red List IUCN

Nel presente capitolo si riportano le specie presenti nella macro area di studio minacciate a livello nazionale e il relativo stato di conservazione. Lo stato di conservazione è determinato in seguito alla valutazione del rischio di estinzione a cura del IUCN e basata sui seguenti documenti: Categorie e Criteri della Red List IUCN versione 3.1, le Linee Guida per l'Uso delle Categorie e Criteri della Red List IUCN versione 10, e le Linee Guida per l'Applicazione delle Categorie e Criteri IUCN a Livello Regionale versione 3.0.

Ai sensi dei suddetti documenti le categorie di rischio sono 11:

- 3 categorie di estinzione: Estinta (EX, Extinct), Estinta in ambiente selvatici (EW - Extinct in Wild) Estinta nella Regione (RE - Extinct in the Region)
- 3 categorie di minaccia: In Pericolo Critico (CR - Critical Risk), in Pericolo (EN - Endangered) e Vulnerabile (VU- Vulnerable)

- Quasi Minacciata (NT - Near Threatened)
- Minor Preoccupazione (LC – Low Concern)
- Carente di Dati (DD - Data Deficient)

Le suddette categorie sono assegnate in seguito ad una valutazione regionale, qualora una specie non sia idonea all'analisi o non sia stato possibile valutarla si attribuiscono le categorie rispettivamente Non Applicabile (NA) e Non Valutata (NE).

Le classi di estinzione vengono attribuite quando si ha la definitiva certezza che sia deceduto anche l'ultimo individuo in assoluto (EX), in natura (EW) o in una regione (RE).

Le categorie di minaccia sono attribuite alle specie che corrono un crescente rischio di estinzione nel breve o medio termine (da VU a CR). Tali specie rappresentano delle priorità di conservazione in quanto, in assenza di interventi specifici mirati a neutralizzare le minacce nei loro confronti o ad incrementare le loro popolazioni, la possibilità che si estinguano è concreta. La definizione delle classi è qualitativa ("elevato", "molto elevato" e "estremamente elevato") al fine di evitare ipotesi stazionarie sulle condizioni dell'ambiente il quale rappresenta un sistema dinamico influenzato dalle misure di conservazione della specie adottate.

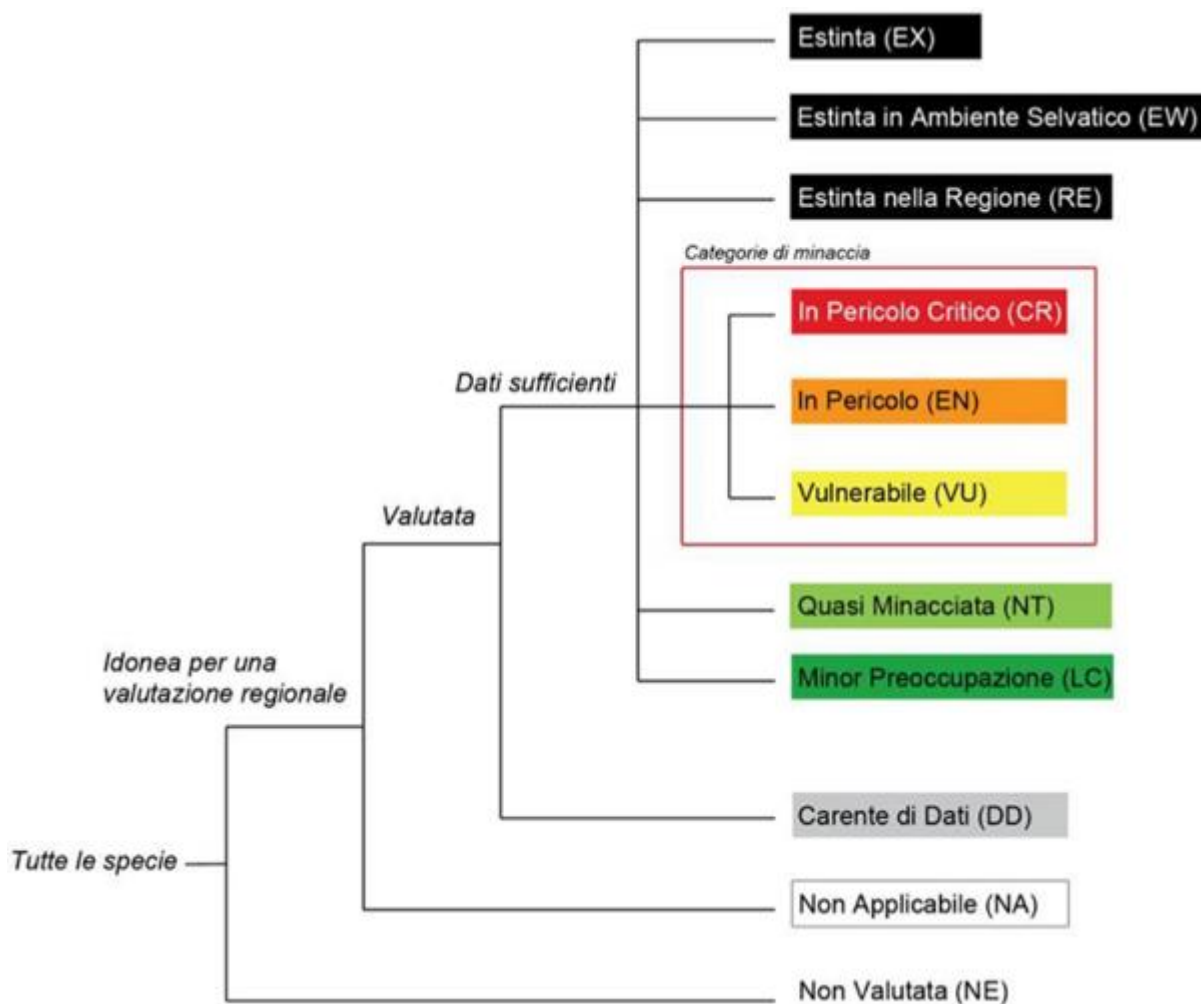


Figura 13_Schema di valutazione della classe di rischio di estinzione secondo Red List IUCN

Le specie classificate "Quasi minacciate" o "Carenti di Dati", rappresentano invece una priorità per la ricerca e le aree dove queste si concentrano sono quelle dove sono più necessarie le indagini di campo per la raccolta di nuovi dati.

L'ultima versione (risalente al 2001) comprende cinque criteri per assegnare una specie ad una categoria della Red List; ognuno di questi è suddiviso a sua volta in sottocriteri. Di seguito si elencano i criteri per l'esclusione delle specie in una categoria della Lista Rossa IUCN:

Tab. 8_ Criteri per l'esclusione delle specie in una categoria della Lista Rossa IUCN

Criterio	Descrizione
A	Popolazione in declino
B	Distribuzione ristretta in declino
C	Piccola popolazione in declino
D	Distribuzione molto ristretta o popolazione molto piccola
E	Analisi quantitativa del rischio di estinzione

Nelle seguenti tabelle si riportano le specie di piante (Tabella 9), di vertebrati (Tabella 10) e di insetti (Tabella 11) elencate nelle relative liste rosse italiane.

Tab. 9_Specie elencate nella Red List italiana Flora della Sardegna. Fonte: (Rossi G. et al., 2020).

Ordine	Famiglia	Taxon (Flora)	Cat.	Criteri
Alismatales	Araceae	<i>Arum pictum</i> L.f. subsp. <i>Pictum</i>	LC	
Apiales	Apiaceae	<i>Ferula arrigonii</i> Bocchieri	LC	
Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Allium parviflorum</i>	LC	
Asparagales	Iridaceae	<i>Crocus minimus</i>	LC	
Asterales	Asteraceae	<i>Hypochaeris sardoa</i> Bacch., Brullo & Terrasi	LC	
Asterales	Asteraceae	<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don subsp. <i>Microphyllum</i> (Willd.) Nyman	LC	
Asterales	Asteraceae	<i>Bellium bellidioides</i> L.	LC	
Boraginales	Boraginaceae	<i>Echium anchusoides</i> Bacch., Brullo & Selvi	LC	
Boraginales	Boraginaceae	<i>Anchusa formosa</i> Selvi, Bigazzi & Bacch.	LC	
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Arenaria balearica</i> L.	LC	
Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Armeria sulcitana</i> Arrigoni	LC	
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Dianthus sardous</i> Bacch., Brullo, Casti & Giusso	LC	
Fabales	Fabaceae	<i>Genista corsica</i> (Loisel.) DC.	LC	
Fabales	Fabaceae	<i>Genista ephedroides</i> DC.	LC	
Fabales	Fabaceae	<i>Genista valsecchiae</i> Brullo & De Marco	LC	
Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Verbascum conocarpum</i> Moris subsp. <i>conocarpum</i>	LC	
Lamiales	Orobanchaceae	<i>Orobanche rigens</i> Loisel.	LC	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Stachys glutinosa</i> L.	LC	
Asterales	Asteraceae	<i>Ptilostemon casabonae</i> (L.) Greuter	LC	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Stachys corsica</i> Pers.	LC	
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Dianthus sardous</i> Bacch., Brullo, Casti & Giusso	LC	
Alismatales	Araceae	<i>Helicodiceros muscivorus</i> (L.f.) Engl.	NT	
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i> L.	NT	
Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Pancratium illyricum</i>	NT	
Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica insularis</i> Moris	NT	
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Silene martinolii</i> Bocchieri & Mulas	NT	

Tab. 10_Specie elencate nella Red List italiana vertebrati presenti in Sardegna. Fonte: (Rondini C. et al., 2013) (Rondinini, et al., 2022).

Ordine	Famiglia	Taxon (Flora)	Cat.	Criteri
Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Limonium malifatanicum</i> Erben	NT	
Fabales	Fabaceae	<i>Genista morisii</i> Colla	NT	
Fabales	Fabaceae	<i>Genista insularis</i> Bacch., Brullo & Feoli Chiapella	NT	
Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia trifoliata</i> L.	NT	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav.	NT	
Malpighiales	Salicaceae	<i>Salix atrocinerea</i> Brot. subsp. <i>atrocinerea</i>	NT	
Malpighiales	Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> L. subsp. <i>eburnea</i> (Borz.) Cif. & Giacom. Ex Pignatti	NT	
Malvales	Cistaceae	L'area "Nuraxi Figus" è gestita dall'Ente Foreste ed è compresa nelle superfici in occupazione temporanea. <i>Greuter & Burdet</i>	NT	
Poales	Poaceae	<i>Festuca morisiana</i> Parl.	NT	
Alismatales	Butomaceae	<i>Butomus umbellatus</i> L.	VU	B2ab(i,ii,iii,iv,v)
Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Limonium carisae</i> Erben	VU	D2
Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Verbascum plantagineum</i> Moris	VU	B1ab(i,ii,iii,iv,v) + 2ab(i,ii,iii,iv,v)
Malpighiales	Salicaceae	<i>Salix arrigonii</i> Brullo	VU	B2ab(iii,iv)
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Delphinium longipes</i> Moris	VU	B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv)
Apiales	Apiaceae	<i>Rouya polygama</i> (Desf.) Coincy	EN	B1ab(iii,v) + B2ab(iii,v)
Asparagales	Orchidaceae	<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poir.) Rich	EN	B2ab(ii,iii)c(ii,iii,iv)
Asparagales	Orchidaceae	<i>Orchis mascula</i> (L.) L. subsp. <i>ichnusae</i> Corrias	EN	B2ab(iii,v)
Asparagales	Orchidaceae	<i>Ophrys normanii</i> J.J.Wood	EN	C2a(i)
Asterales	Asteraceae	<i>Bellium crassifolium</i> Moris	EN	B1ab(iii,v)+2ab(iii,v)
Asterales	Asteraceae	<i>Nananthea perpusilla</i> (Loisel.) DC.	EN	B2ab(iii,v)
Boraginales	Boraginaceae	<i>Borago pygmaea</i> (DC.) Chater & Greuter	EN	B2ab(iii,v)
Boraginales	Boraginaceae	<i>Borago morisiana</i> Bigazzi & Ricceri	EN	B2ab(iii,v)
Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Armeria pungens</i> (Link) Hoffmanns. & Link	EN	B2ab(iii,v)
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum scoparium</i> Req. ex Loisel.	EN	B2ab(iii,v)
Fabales	Fabaceae	<i>Astragalus terraccianoii</i> Vals.	EN	B1ab(iii,v)+2ab(iii,v)
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Ranunculus cordiger</i> Viv.	EN	B2ab(iii,v)
Rosales	Rhamnaceae	<i>Rhamnus lycioides</i> L. subsp. <i>oleoides</i> (L.) Jahand. & Maire	EN	B2ab(iii,v)
Salviniales	Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	EN	A2c; B2ab(i,ii,iii)
Boraginales	Boraginaceae	<i>Anchusa littorea</i> Moris	CR	B1ab(i,ii,iii,iv,v) + B2ab(i,ii,iii,iv,v)
Buxales	Buxaceae	<i>Buxus balearica</i> Lam.	CR	B1ab(iii,v)+2ab(iii,v)
Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Limonium capitis-eliae</i> Erben	CR	B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv)
Fabales	Fabaceae	<i>Astragalus maritimus</i> Moris	CR	B1ab(i,ii,iii,v) + B2ab(i,ii,iii,v)

Tab. 11_Specie elencate nelle Red List italiana Ropaloceri, libellule e coleotteri presenti in Sardegna. Fonte: (Baletto E. et al., 2015; Audisio P. et al., 2014; Riservato E. et al., 2014).

Ordine	Famiglia	Taxon (Vertebrati)	Cat.	Criteri
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Dama dama</i>	NA	
Anura	Bufo	<i>Bufo viridis</i>	LC	
Anura	Ranidae	<i>Pelophylax lessonae</i>	LC	
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela nivalis</i>	LC	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis daubentonii</i>	LC	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida teniotis</i>	LC	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Hypsugo savii</i>	LC	
Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus etruscus</i>	LC	
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Tarentola mauritanica</i>	LC	
Squamata	Lacertidae	<i>Algyroides fitzingeri</i>	LC	
Squamata	Colubridae	<i>Natrix natrix</i>	LC	
Squamata	Colubridae	<i>Natrix maura</i>	LC	
Anura	Hylidae	<i>Hyla sarda</i>	NT	
Caudata	Caudata	<i>Speleomantes imperialis</i>	NT	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis emarginatus</i>	NT	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Nyctalus leisleri</i>	NT	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Eptesicus serotinus</i>	NT	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Plecotus auritus</i>	NT	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Plecotus austriacus</i>	NT	
Squamata	Lacertidae	<i>Podarcis tiliguerta</i>	NT	
Squamata	Lacertidae	<i>Archaeolacerta bedriagae</i>	NT	
Testudines	Testudinidae	<i>Testudo marginata</i>	NT	
Testudines	Testudinidae	<i>Testudo marginata</i>	NT	
Amphibia	Caudata	<i>Discoglossus sardus</i>	VU	
Amphibia	Caudata	<i>Speleomantes supramontis</i>	VU	
Caudata	Caudata	<i>Speleomantes genei</i>	VU	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis punicus</i>	VU	C1
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis mystacinus</i>	VU	A2c
Chiroptera	Miniopteridae	<i>Miniopterus schreibersii</i>	VU	A2c
Mammalia	Chiroptera	<i>Rhinolophus euryale</i>	VU	
Amphibia	Caudata	<i>Euproctus platycephalus</i>	EN	
Amphibia	Caudata	<i>Speleomantes flavus</i>	EN	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Barbastella Barbastellus</i>	EN	A2c
Mammalia	Chiroptera	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	EN	
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	EN	A2c
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis capaccinii</i>	EN	A2c
Reptilia	Testudines	<i>Testudo hermanni</i>	EN	
Reptilia	Testudines	<i>Emys orbicularis</i>	EN	
Amphibia	Caudata	<i>Speleomantes sarrabusensis</i>	CR	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Plecotus sardus</i>	CR	A3B; C1

Ordine	Famiglia	Taxon	Categoria	Criteri
Ropaloceri				
	Lyaenidae	<i>Pseudophilotes barbagiae</i>	DD	
	Lyaenidae	<i>Favonius quercus</i>	LC	
	Lyaenidae	<i>Polyommatus icarus</i>	LC	
	Lyaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Aglais ichnusa</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Inachis io</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Lasiommata paramegaera</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Limenitis reducta</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Hipparchia neomiris</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Maniola nurag</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Danaus chrysippus</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Charaxes jasius</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Libythea celtis</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i>	LC	
	Nymphalidae	<i>Coenonympha corinna</i>	LC	
	Papilionidae	<i>Papilio machaon</i>	LC	
	Papilionidae	<i>Papilio hospiton</i>	LC	
	Pieridae	<i>Anthocharis cardamines</i>	LC	
	Pieridae	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	LC	
	Pieridae	<i>Euchloe insularis</i>	LC	
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	LC	
	Hesperiidae	<i>Spialia therapne</i>	NT	
	Nymphalidae	<i>Argynnis elisa</i>	NT	
Libellule				
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura genei</i>	LC	
Coleotteri saproxilici				
	Cerambycidae	<i>Cerambyx cerdo</i>	LC	
	Lucanidae	<i>Dorcus musimon</i>	VU	B1ab(iii)+2ab(iii)

Nella seguente tabella si riportano le specie di uccelli (Tabella 12) appartenenti alla lista rossa europea.

Tab. 12_Specie elencate nella Red List Avifauna presenti in Sardegna. Fonte: (BirdLife International, 2021) (Rondinini, et al., 2022).

Ordine	Famiglia	Taxon (Uccelli)	Categoria	Criteri
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	DD	
Galliformes	Phasianidae	<i>Coturnix coturnix</i>	DD	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	LC	
Aves	Falconiformes	<i>Circaetus gallicus</i>	LC	
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i>	LC	
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra avosetta</i>	LC	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius dubius curonicus</i>	LC	
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i>	LC	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea cinerea</i>	LC	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	LC	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	LC	

	Ciconiiformes	Ardeidae	Nycticorax nycticorax	LC	
	Columbiformes	Columbidae	Columba palumbus	LC	
	Coraciiformes	Meropidae	Merops apiaster	LC	
	Coraciiformes	Upupidae	Upupa epops	LC	
	Falconiformes	Accipitridae	Milvus migrans	LC	
	Falconiformes	Falconidae	Falco tinnunculus	LC	
	Falconiformes	Falconidae	Falco naumanni	LC	
	Falconiformes	Falconidae	Falco subbuteo	LC	
	Falconiformes	Accipitridae	Pernis apivorus	LC	
	Falconiformes	Accipitridae	Buteo buteo	LC	
	Gruiformes	Rallidae	Porphyrio porphyrio	LC	D1
	Gruiformes	Rallidae	Fulica atra	LC	
	Gruiformes	Rallidae	Gallinula chloropus	LC	
	Passeriformes	Sylviidae	Regulus regulus	LC	
	Passeriformes	Fringillidae	Fringilla coelebs	LC	
	Passeriformes	Corvidae	Garrulus glandarius	LC	
	Passeriformes	Fringillidae	Serinus serinus	LC	
	Passeriformes	Sturnidae	Sturnus unicolor	LC	
	Piciformes	Picidae	Dryobates minor	LC	
	Strigiformes	Strigidae	Athene noctua	LC	
	Strigiformes	Strigidae	Otus scops	LC	
	Strigiformes	Strigidae	Tyto alba	LC	
	Strigiformes	Strigidae	Asio otus	LC	
	Falconiformes	Accipitridae	Aquila chrysaetos	NT	D1
	Ciconiiformes	Ardeidae	Ardea purpurea	NT	
	Ciconiiformes	Ardeidae	Platalea leucorodia	NT	D1
	Ciconiiformes	Ardeidae	Ardeola ralloides	NT	D1
	Cuculiformes	Cuculidae	Cuculus canorus	NT	A2b
	Aves	Anseriformes	Mareca strepera	NT	D1
	Aves	Falconiformes	Gyps fulvus	NT	D1
	Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo rustica	NT	A2a-b
	Aves	Passeriformes	Melanocorypha calandra	VU	A2b
	Aves	Ciconiiformes	Ixobrychus minutus	VU	
	Aves	Anseriformes	Spatula querquedula	VU	C2a(i); D1
	Aves	Anseriformes	Spatula clypeata	VU	D1
	Aves	Anseriformes	Netta rufina	VU	
	Anseriformes	Anatidae	Aythya ferina	VU	D1
	Falconiformes	Falconidae	Falco eleonora	VU	D1
	Falconiformes	Falconidae	Falco vespertinus	VU	D
	Falconiformes	Accipitridae	Circus aeruginosus	VU	D1

Falconiformes	Accipitridae	Circus pygargus	VU	D1
Falconiformes	Accipitridae	Milvus milvus	VU	D1
Passeriformes	Turdidae	Turdus merula	VU	
Ciconiiformes	Threskiornithidae	Plegadis falcinellus	VU	
Anseriformes	Anatidae	Aythya nyroca	EN	D
Aves	Gruiformes	Tetrax tetrax	EN	C2a[i]
Aves	Anseriformes	Anas crecca	EN	D
Charadriiformes	Scolopacidae	Limosa limosa	EN	D
Ciconiiformes	Ardeidae	Botaurus stellaris	EN	D
Piciformes	Picidae	Jynx torquilla	EN	A2b
Aves	Falconiformes	Gypaetus barbatus	CR	
Falconiformes	Accipitridae	Neophron percnopterus	CR	D
Galliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax carbo	CR	

6.4.1 Esame della documentazione e della bibliografia specifica disponibile:

Angius, R. & Bacchetta, G., 2009. Boschi e boscaglie ripariali del Sulcis- Iglesiente Sardegna Sud-Occidentale). Boll. Soc. Italiana della Scienza del Suolo, 1-2(54), pp. 16-24.

Bacchetta, G., 2006. Flora vascolare del Sulcis (Sardegna Sud-Occidentale, Italia). 12 a cura di s.l.:Guineana. Canu, S. et al., 2015. Bioclimate map of Sardinia. Journal of Maps, 11(5), pp. 711-718.

Carmignani, L., 2001. Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna in scala 1:20000. Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia, Issue 60, pp. 1-283.

Carmignani, L., Cocozza, T. & Gandin, A. & P. P., 1982. Lineamenti della geologia dell'Iglesiente-Sulcis. In: L. Carmignani, et al. a cura di Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo. Cagliari: Soc. Geol. Ital., Guide Geologiche Regionali, pp. 65-77.

Funedda, A., 2009. Foreland and hinterland verging structures in fold-and-thrust belt: an example from the Variscan foreland of Sardinia. Int. J. Earth Sci., 7(98), pp. 1625-1642.

Regione Sardegna, 2007. Piano Forestale Ambientale Regionale, s.l.: s.n.

Rondinini, C., Battistoni, A. & Teofili, C., 2022. Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani, Roma: Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Rossetti, I., 2012. SardegnaNatura. [Online]

Available at: <https://www.sardegnanatura.com/fauna-sardegna.html>

Rossi G., Orsenigo S., Gargano D., Montagnani C., Peruzzi L., Fenu G., Abeli T., Alessandrini A., Astuti G., Bacchetta G., Bartolucci F., Bernardo L., Bovio M., Brullo S., Carta A., Castello M., Cogoni D., Conti F., Domina G., Foggi B., Gennai M., Gigante D., Iberite M., Lasen C., Magrini S., Nicoletta G., Pinna M.S., Poggio L., Prosser F., Santangelo A., Selvaggi A., Stinca A., Tartaglino N., Troia A., Villani M.C., Wagensommer R.P., Wilhelm T., Blasi C., 2020. Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Rondinini, C., Battistoni, A., Peronace, V., Teofili, C. (compilatori). 2013 Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

BirdLife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Balletto, E., Bonelli, S., Barbero, F., Casacci, L.P., Sbordon, V., Dapporto, L., Scalercio, S., Zilli, A., Battistoni, A., Teofili, C., Rondinini, C. (compilatori). 2015. Lista Rossa IUCN delle Farfalle Italiane - Ropaloceri. Comitato Italiano IUCN Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Audisio, P., Baviera, C., Carpaneto, G.M., Biscaccianti, A.B., Battistoni, A., Teofili, C., Rondinini, C. (compilatori) 2014. Lista Rossa IUCN dei Coleotteri saproxilici Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Riservato E., Fabbri R., Festi A., Grieco C., Hardersen S., Landi F., Utzeri C., Rondinini C., Battistoni A., Teofili

C. (compilatori) 2014. Lista Rossa IUCN delle libellule Italiane. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

6.5 Indagine sul campo che ha comportato l’accertamento dei seguenti aspetti:

Come indagine sul campo sono stati effettuati sopralluoghi generali e di approfondimento, tra la primavera e l’autunno del 2023, con l’obiettivo di illustrare le componenti ambientali, faunistiche, agronomiche e forestali analizzate, per valutare gli eventuali impatti e le interferenze del progetto sulla componente faunistica del territorio.

Il metodo di rilevamento adottato è stato quello dei “trasetti”, cioè dei percorsi, preventivamente individuati su cartografia IGM 1:25.000, compiuti a piedi e/o in automobile all’interno dell’area di indagine. Per l’osservazione di alcune specie si è adottato un binocolo Konus 10x42.

Le specie oggetto di indagine appartengono ai quattro principali gruppi sistematici dei Vertebrati terrestri quali Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi; la scelta di tali gruppi, rispetto ad altri gruppi di vertebrati o di invertebrati, è stata determinata esclusivamente sulla base della potenziale interazione che la predetta fauna può verosimilmente avere con le attività di realizzazione dell’opera e con le sue caratteristiche in esercizio.

Lungo i trasetti sono state annotate: le specie vegetali principali, nell’ottica di definire dei macroambienti utili ad ipotizzare anche la vocazione del territorio in esame per alcune specie non osservate direttamente, le specie faunistiche osservate direttamente e/o le tracce o i segni della loro presenza.

I trasetti sono stati scelti sulla base della rete viaria che sarà utilizzata o adeguata nell’ambito della realizzazione/esercizio del parco Fotovoltaico.

Operativamente, l’area di indagine è stata individuata delimitando una superficie racchiusa in ognuna delle tre aree previste per l’impianto fotovoltaico.

Il risultato finale pertanto rappresenta un’area di indagine faunistica che comprende tutte le porzioni interessate dal parco fotovoltaico comprendendo anche le piazzole e dagli spazi aerei occupati dal preesistente parco eolico.

Le informazioni circa le caratteristiche territoriali (vegetazionali e faunistiche) sono state inoltre acquisite tramite la consultazione dei seguenti dati e/o informazioni:

- a) localizzazione dei Siti di Importanza Comunitaria ex Direttiva Habitat 92/43, eventualmente presenti nell’area d’indagine o comunque limitrofi all’area di studio in esame;
- b) localizzazione delle Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 79/409, eventualmente presenti nell’area d’indagine o comunque limitrofi all’area di studio in esame;
- c) localizzazione di IBA (Important Bird Area), aree significative per l’avifauna;
- d) localizzazione di Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc.) secondo la Legge Quadro 394/91;
- e) localizzazione di Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali ecc.) secondo la L.R. 31/89;

- f) localizzazione di Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 “Norme per la tutela della fauna selvatica e dell’esercizio dell’attività venatoria” (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di ripopolamento e cattura);
- g) verifica del punto precedente, anche secondo quanto elaborato dalla prima bozza del Piano Faunistico-Venatorio della Provincia di Carbonia -Iglesias;
- h) verifica della presenza certa e/o potenziale di alcune specie di interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale;
- i) localizzazione di aree date in gestione all’Ente Foreste, quali foreste o cantieri;
- j) verifica della presenza di alcune specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di Atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili);
- k) consultazione della REN Rete Ecologica Nazionale;
- l) ricerca bibliografica in merito alla pubblicazione di studi sulla fauna selvatica e sulle caratteristiche vegetazionali condotti nel territorio del comune di indagine.

6.6 Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica

6.6.1 *Verifica della presenza di Siti di Importanza Comunitaria ai sensi della Direttiva Habitat 92/43 presenti nell’area di indagine o in quelle adiacenti.*

Il sito di progetto non ricade all’interno di un Sito di Importanza Comunitaria

6.6.2 *Verifica della presenza di Zone di Protezione Speciale ai sensi della Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409) presenti nell’area di indagine o in quelle adiacenti.*

Il sito di progetto non ricade all’interno di una Zona di Protezione Speciale

6.6.3 *Localizzazione di Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc.) ai sensi della L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc.).*

Il sito di progetto non ricade all’interno di una area protetta ai sensi della L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82

6.6.4 *Localizzazione di Aree IBA (Important Bird Areas) quali siti di importanza internazionale per la conservazione dell’avifauna.*

Il sito di progetto non ricade all’interno di una area IBA

6.6.5 *Localizzazione di Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali ecc.) ai sensi della L.R. Quadro 31/89 rispetto all’area di intervento.*

Il sito di progetto non ricade all’interno di una area protetta ai sensi della L.R. Quadro 31/89

6.6.6 *Localizzazione di Istituti Faunistici ai sensi della L.R. 23/98 “Norme per la tutela della fauna selvatica e dell’esercizio dell’attività venatoria” (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura) rispetto all’area di intervento.*

Il sito di progetto non ricade all’interno di Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura

6.7 **Ambiti faunistici.**

Sulla base di quanto finora esposto, si possono inquadrare i seguenti ambiti faunistici che caratterizzano sia il territorio proposto per la realizzazione dell’opera sia quello ad esso circostante:

- Ambito aereo vasto – cioè gli spazi aerei percorsi dagli spostamenti dell’avifauna, migratoria o stanziale, che avvengono tra le zone umide limitrofe (Porto Pino, Stagni di S. Antioco, Porto Botte, aree costiere e aree SIC) e che, considerata l’ubicazione del proposto parco fotovoltaico, potrebbero potenzialmente interessare anche le aree sovrastanti l’impianto in progetto;

- Ambito aereo locale – in questo caso si considerano solamente gli spazi aerei sfruttabili dall’avifauna residente locale al di sopra dell’area proposta per l’ubicazione del parco fotovoltaico;
- Ambito terrestre agricolo – cioè tutte le aree attualmente destinate alla produzione agricola che ricadono all’interno dell’area di indagine faunistica;
- Ambito terrestre a pascolo - cioè tutte le aree attualmente destinate all’allevamento del bestiame domestico che ricadono all’interno dell’area di indagine faunistica;
- Ambito idrico – rappresentato dai principali corsi d’acqua presenti all’interno dell’area d’indagine faunistica e dalle zone di accumulo stagionale di acqua piovana.

La presenza dei due SIC, interessano ambiti esterni all’area di progetto, cosa che può rendere comunque non necessaria la verifica della componente migratoria in merito ai flussi ed alla direzione delle rotte aeree principali utilizzate dall’avifauna presente in entrambi i SIC. Tale verifica ha comunque evidenziato attraverso le informazioni reperibili da studi pregressi condotti nell’area del basso Sulcis come ad esempio i censimenti degli uccelli acquatici svernanti, svolti per conto della RAS nell’ambito dell’International Waterfowl Census (IWC) fra il 1993 e il 2008.

Sulla base delle indicazioni desumibili dal contesto geografico e ricavabili da alcuni riscontri oggettivi e da osservazioni inedite, si ritiene che la fascia costiera del Sulcis-Iglesiente possa essere interessata da particolari concentrazioni di migratori, sia durante la migrazione autunnale che durante quella primaverile.

Questa asserzione si basa sulle considerazioni di seguito riportate. Anzitutto l’area si trova lungo l’asse nord-sud rispetto all’Isola di Sant’Antioco e a breve distanza dall’Isola di San Pietro che, essendo le propaggini sud-occidentali della Sardegna tendono a concentrare sia i migratori provenienti dal nord Africa durante la migrazione pre riproduttiva, sia quelli che si preparano a raggiungere il nord Africa durante la migrazione autunnale. La presenza di particolari flussi migratori è peraltro confermata da attestazioni oggettive (per esempio la concentrazione di ben tre siti coloniali di Falco della regina, il cui sostentamento si basa appunto sui migratori in transito verso l’Africa) e da diverse osservazioni di campo che evidenziano come la fascia costiera occidentale sia interessata da notevoli contingenti di migratori appartenenti a tutti gli ordini di uccelli.

All’ambito agricolo sono legate alcune specie di uccelli in particolar modo quelle appartenenti all’ordine dei passeriformi; tali zone, seppur evidentemente modificate dall’attività umana, sono infatti spesso delimitate da siepi costituite da specie arboree e arbustive appartenenti alla macchia mediterranea. Questi ambienti residuali costituiscono zone di alimentazione e rifugio non solo per l’avifauna, ma anche per i

mammiferi sia carnivori che roditori. Inoltre, a seconda del periodo dell'anno, cioè quando sono eseguiti gli sfalci nei campi agricoli, questi ultimi costituiscono comunque un momentaneo e nuovo territorio di alimentazione per specie erbivore e carnivore.

Si evidenzia inoltre che alcune aree agricole costituiscono per tutto l'anno zone di alimentazione per mammiferi roditori come il coniglio selvatico e conseguentemente di almeno due dei predatori come volpe e donnola, avvistati anche durante il sopralluogo.

6.8 Potenziali impatti sulla fauna esistente

6.8.1 *Impatto diretto cumulativo su avifauna e chiropteri*

L'impatto provocato consiste essenzialmente in due tipologie:

- diretto, dovuto alla collisione degli animali con parti dell'impianto in particolare con i
- pannelli quando raggiungono l'altezza massima di 2,50 m;
- Interazione delle linee elettriche con l'avifauna: elettrocuzione e collisione
- indiretto, dovuti all'aumento del disturbo antropico con conseguente allontanamento e/o scomparsa degli individui, modificazione di habitat (aree di riproduzione e di alimentazione), frammentazione degli habitat e popolazioni, ecc..

6.8.2 *Interazione con le linee elettriche collisione ed elettrocuzione collisione*

A differenza di altri impianti di produzione di energia elettrica, in questo caso non sono previste linee aeree aggiuntive rispetto a quelle già presenti. Infatti, la corrente prodotta nel processo di conversione transiterà dalle cabine inverter, tramite i cavidotti interrati, alle cabine di consegna MT e da qui sarà immessa nella rete elettrica esistente. Pertanto, non essendovi rischio di elettrocuzione o collisione per l'avifauna, per questo aspetto l'impatto potenziale per gli uccelli è nullo.

6.8.3 *Interazione dei pannelli con l'avifauna: collisione*

A differenza delle pareti verticali di vetro o semitrasparenti, che come è noto costituiscono un rischio di collisione e quindi di morte potenzialmente alto per il singolo individuo, la caratteristica dei pannelli fotovoltaici di progetto non sembra costituire un pericolo per gli uccelli. Infatti, le celle che costituiscono i moduli fotovoltaici sono assemblate su una cornice di metallo ben visibile e i vetri, anche per il fatto di essere molto vicini al terreno e di non avere a fianco aree ricche di vegetazione, non dovrebbero essere in grado di confondere i volatili e metterne a repentaglio l'incolumità.

6.8.4 *Interferenze con rotte migratorie*

6.8.4.1 Avifauna

Dalle attuali conoscenze riguardanti la distribuzione delle specie nidificanti in quest'area e le modalità e la consistenza delle migrazione pre-nuziale e post-riproduttiva si può desumere che i maggiori flussi migratori si rilevino lungo la direttrice che porta verso le zone SIC di Punta S'Aliga a sud dell'impianto e di Costa di Nebida che risulta a nord est dell'abitato di Portoscuso.

Oltre alla migrazione vera e propria un territorio di solito viene anche interessato da fenomeni spostamenti di fauna più piccoli e in spazi più limitati. Questi spostamenti vengono definiti come dispersione, nomadismo, ricerca di cibo e di areali dove nidificare. E' evidente quindi che una direttrice di spostamento è quella verso le succinate S.I.C. e non interessa le aree di progetto.

Poiché l'impianto in progetto risulta distante (oltre 2 km) dalle zone S.I.C./Z.S.C. presenti nel comune di Portoscuso, principale destinazione della rotta migratoria si ritiene che l'installazione del parco fotovoltaico, attesa la esigua altezza dell'impatto medesimo, non provocherà nessuna significativa interferenza negativa aggiuntiva (impatto cumulativo non basso).

6.9 Impatto nei confronti dei chiroteri

Per quanto riguarda i chiroteri, sono state considerate le seguenti specie antropofile che risultano maggiormente presenti nell'area: Rinolofidi, Vespertilionidi, Miotteridi.

Non risulta presente in zona alcun rappresentante dei Molossidie. Nella macroarea di inserimento del parco fotovoltaico in progetto si inseriscono anche altri parchi eolici esistenti ed autorizzati. Considerando la possibile interazione anche con i parchi eolici, poco distanti si può solo al momento affermare come, allo stato delle attuali conoscenze, non appare in zona essere presente un flusso migratorio per i chiroteri.

Sebbene potrebbero essere necessari sicuramente approfondimenti in tal senso, si può stimare, ad oggi, come non vi sia una possibile interazione negativa per questo aspetto tra l'impianto in progetto e tutti gli altri impianti circostanti vicini. Dal punto di vista delle specie residenti, la distanza tra i principali possibili siti di svernamento, localizzati prevalentemente in cavità naturali (quelle più prossime sono cavità non presenti nell'area) habitat urbano e suburbano (quelli più prossimi sono i centri abitati di Portoscuso e la frazione di Paringianu) ma anche in edifici rurali abbandonati e/o abitati, come ad esempio le aziende vicine all'impianto che tuttavia restano il centro d'interesse da parte dei chiroteri per la maggiore presenza di cibo (insetti in generale) o cavità di grossi alberi (utilizzati dalle specie più legate agli ambienti forestali, ed gli impianti appaiono essere tali, che non risultano essere presenti nel sito di impianto.

Riguardo a quanto indicato nel Regolamento attuativo del D.M. 10 settembre 2010 del Ministero per lo Sviluppo Economico, "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili del territorio della Regione Sardegna", l'impianto non rientra nelle aree inidonee individuate. E pertanto, per quanto riguarda le aree di foraggiamento, si rileva che l'impianto in progetto è localizzato in siti caratterizzati prevalentemente da una macchia mediterranea, dove i chiroteri troverebbero riserve alimentari limitate.

6.10 Impatto indiretto cumulativo su avifauna e chiroteri

Lo studio dell'impatto cumulativo di più impianti che insistono in una stessa area è considerato di estrema importanza nell'ottica di valutare possibili effetti su popolazioni di specie che, come i rapaci, si distribuiscono su aree vaste (Masden et al. 2007, Carrete et al. 2009, Telleria 2009). Purtroppo gli esempi disponibili in letteratura risultano scarsi e per lo più riferiti a specie e contesti ambientali profondamente diversi da quelle che si incontrano nell'area di studio (Masden et al. 2007). Un approccio interessante è quello proposto da Perce-Higgins et al. (2008), applicato in Scozia per valutare l'impatto indiretto cumulativo degli impianti eolici sul piviere dorato (*Pluvialis apricaria*). La metodologia seguita dagli autori prevede di calcolare l'idoneità

ambientale dell'area interessata dalla presenza degli impianti e, in base alla distanza entro la quale si concentra l'impatto derivante dalla presenza stessa del parco fotovoltaico, calcolata in base a specifici studi realizzati in impianti già esistenti, di stimare la percentuale di habitat idoneo potenzialmente sottratto.

L'ambiente di realizzazione presenta delle caratteristiche ambientali che non presentano l'idoneità ambientale, se non per l'eventuale pabulum riscontrabile, il che non inficia la convivenza delle specie con l'impianto in progetto.

6.11 Impatto diretto su anfibi e rettili

Considerata le aree in cui verrà realizzato il parco fotovoltaico, le specie di anfibi e rettili che si possono trovare in almeno una delle aree interessate si possono riassumere in tre specie significative:

- La raganella sarda o raganella tirrenica (*Hyla sarda* De Betta, 1853) è un Anfibio dell'ordine degli Anuri, endemico della Sardegna, della Corsica e dell'Arcipelago Toscano.
- Il rospo smeraldino balearico (*Bufo balearicus*) è un anfibio anuro della famiglia Bufonidae.
- La lucertola campestre (*Podarcis siculus* Rafinesque, 1810) è un rettile della famiglia Lacertidae. È uno dei sauri più diffusi in Sardegna.

1) La raganella sarda (*Hyla sarda* De Betta, 1853) è la più piccola delle raganelle, con corpo generalmente lungo al massimo 4 cm, raramente fino a 5 cm. La testa è corta e larga poco staccata dal resto del corpo, con occhi grandi e sporgenti. I maschi hanno in corrispondenza della gola il sacco vocale, riconoscibile anche quando non cantano per la presenza di numerose pliche cutanee. Le dita hanno dilatazioni a ventosa che permettono di aderire e arrampicarsi su qualsiasi superficie. La pelle è glabra, con colorazione in genere verde brillante, più o meno scura, ma spesso con macchie sul dorso grigie o nerastre o verdi più scure. La gola e il ventre sono bianchi. Lateralmente si distingue una fascia nera che parte dalle narici fino al fianco attraversando l'occhio. Contrariamente alla raganella italiana, quella sarda non presenta la derivazione dorsale della banda nera. La banda è inoltre poco bordata di bianco. Specie molto comune, si ritrova in qualsiasi habitat purché siano presenti fonti d'acqua, anche di ridotto volume e di carattere effimero. Si adatta anche agli ambienti antropizzati, sia residenziali che agricoli.

2) Il rospo smeraldino balearico, detto anche rospo smeraldino appenninico è un anfibio anuro della famiglia Bufonidae. La colorazione è marrone-brunastra e grigio-bianca nelle parti inferiori, e sul dorso con ampie macchie verdi. Ha grandi occhi di colore giallo e nero con pupilla ellittica orizzontale. Spesso viene confuso con altre specie per via della livrea simile: *Bufo viridis* o *Bufo siculus*. Il maschio di rospo smeraldino, è più piccolo del rospo comune (*Bufo Bufo*), di norma misura 6-8 cm, può arrivare ad un massimo di 10 cm. Le femmine sono più grandi e possono raggiungere i 14 cm, ma solitamente misurano 8-10 cm. I maschi hanno una sacca vocale bianco-gialla. La specie è minacciata dalla perdita e dal degrado degli habitat di nidificazione, dall'urbanizzazione, dal declino delle pratiche agricole tradizionali e dall'inquinamento dei prodotti chimici utilizzati in agricoltura. Non secondaria, la frammentazione degli habitat causata dalla costruzione di strade. E' generalmente una specie di pianura, anche se è stato trovato dal livello del mare fino a 1300 m slm. Il suo habitat varia dalle dune di sabbia, aree coltivate, aree urbane e suburbane, stagni e fossati e anche in serbatoi d'acqua. Principalmente denota abitudini crepuscolari e notturne.

3) La lucertola campestre (*Podarcis siculus* Rafinesque, 1810) è molto adattabile, è rinvenibile in una vasta tipologia di habitat. Frequenta muri e pendii rocciosi soleggiate, spesso in vicinanza delle coste, aree urbane e rurali, muretti a secco, giardini, parchi, prati con rocce ed alberi sparsi, zone rocciose, rive di fiumi con vegetazione, piccole isole, grandi scogli, margini del bosco, margini delle strade, siepi, macchia mediterranea,

dune sabbiose, vigneti, frutteti. Si nutre principalmente di artropodi e occasionalmente anche di frutta matura ed esemplari piccoli della stessa specie.

7 Paesaggio

7.1 Premessa metodologica

Il contesto operativo per le analisi sulla componente paesaggio nella valutazione ambientale, si è nel tempo arricchito di numerosi spunti a partire dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005. Il decreto indica finalità, contenuti e procedure specificamente indirizzati alla redazione della Relazione Paesaggistica ma divenuti lo sfondo teorico e metodologico dei successivi documenti di indirizzo e della normativa, e può dirsi che costituiscano ad oggi il *“riferimento per una puntuale analisi di qualsiasi contesto e paesaggio, alla luce dei principi della Convenzione europea del Paesaggio”*.

Concentrando l'attenzione sull'analisi degli impatti paesaggistici conseguenti alla realizzazione di impianti energetici da fonte rinnovabile, il Legislatore è intervenuto successivamente ed in modo specifico con Decreto ministeriale 10 settembre 2010 del Ministero dello Sviluppo Economico, pubblicato sul n. 219 della Gazzetta Ufficiale del 18 settembre 2010, e recante *“Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”*. Il D.M. 10/09/2010, si pone in continuità con il D.P.C.M. 12/12/2005, ivi richiamato in più parti, in particolare riguardo alle procedure da implementare nelle attività di valutazione e stima degli impatti paesaggistici.

Considerato l'importanza e l'attualità del tema, si sono recentemente aggiunti al panorama nazionale e regionale, relativamente alle fasi operative della valutazione, alcuni importanti documenti che, sebbene privi di valenza normativa, costituiscono importanti riferimenti teorico-metodologici. Seguendo un criterio cronologico si ritiene opportuno citare al riguardo:

- le *“Linee Guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale - Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica”*: ad oggi ancora un importante riferimento nelle procedure di valutazione degli impatti visivi sebbene pubblicate a cura del Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MIBAC) nel 2007;
- le *“Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna”*: importante compendio delle più recenti posizioni teoriche sul tema dei paesaggi industriali declinati per il territorio regionale; elaborate nel 2015 dall'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e della Qualità del Paesaggio della RAS come allegato alla Delib ,G, R. n, 24/1 2 del 19.5.2015.

Per le finalità del presente documento, il percorso metodologico e i criteri guida per il successivo sviluppo della parte operativa di valutazione paesaggistica sono stati individuati sulla base di una lettura interpretativa, comparativa e integrata, delle richieste normative e dei documenti più sopra citati; le considerazioni del presente capitolo si fondano, dunque, sulle conclusioni di tale percorso conoscitivo.

Vista l'ubicazione dell'impianto in zona classificata come agricola dal vigente strumento urbanistico (PUC di Portoscuso, sia vigente che adottato), in accordo all'art. 15 comma 3 del DM 10/9/2010, sarà prestata attenzione (così come è stato in fase progettuale) ai rapporti con il sistema agricolo (vedremo che per quanto la definizione sia di zona agricola, sia per questioni topografiche che per altre questioni, legate alla presenza del SIN, in quelle aree di fatto non c'è agricoltura), alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale.

7.2 Descrizione della componente

7.2.1 Caratteri generali di inquadramento dell'area e del contesto paesaggistico

Il requisito primario per tutte le analisi del territorio volte all'esplorazione dell'inserimento paesaggistico di un nuovo progetto è concordemente definito dal riconoscimento della loro caratteristica "trans-scalare", dovendosi effettuare "attraverso un'attenta e puntuale ricognizione e indagine degli elementi caratterizzanti e qualificanti il paesaggio, effettuata alle diverse scale di studio (vasta, intermedia e di dettaglio)".

Pertanto in questa sede verranno descritte queste tre scale ed affrontati poi gli impatti del progetto a livello di ognuna di esse.

La convenzione europea del paesaggio all'art. 1 definisce: "*Paesaggio*" designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni.

Questo denota una forte attenzione alle relazioni fra popolazioni e luoghi. Il paesaggio è un paesaggio costruito, trasformato e lavorato (anche) dal lavoro dell'uomo e per ultimo percepito dall'uomo.

Questa è forse la definizione più rilevante oggi di paesaggio, e la necessità di una sua codifica è una riprova che dietro al termine paesaggio ci sia un mondo di concetti e paradigmi in continua evoluzione, per cui il paesaggio va valutato in questa prospettiva dinamica di trasformazione, sia per l'inevitabile continua evoluzione legata ai processi naturali, sia per gli interventi umani, e, ultimo ma non meno importante, per l'evoluzione culturale delle popolazioni che quel paesaggio vivono, costruiscono e guardano.

Medesime parti di territorio assumono pertanto nella storia della Sardegna diverse connotazioni, proprio a significare come il paesaggio sia «natura trasformata, come diceva Rosario Assunto (1994), di più è un conio stratificato e complesso del dialogo di una comunità, di una forma culturale, con una natura che si dà localmente, ossia con tratti specifici peculiari e differenziati, è l'espressione culturale e storica dell'interazione (che è anche concezione, percezione, valore storico culturale) con le possibilità (ambientali, economiche, espressive) che la natura offre in luoghi determinati.» (Bonesio L. in Gardenal, 2010). Il senso di luogo e paesaggio, pertanto, non sono immutabili e dati, derivati e determinati da un ordine naturale ed ambientale imposto, ma "prodotti" dall'interazione dell'uomo e del suo portato culturale con questo ordine.

Questo concetto nella sua evoluzione è partito da un approccio con una forte valenza naturalistica ed estetica per giungere ad un valore molto concreto dei paesaggi, così oggi esistono molti tipi di paesaggio privi di questi canoni. Uno di questi paesaggi è quello di intervento, caratterizzato dalla presenza mineraria (prima) e industriale (successivamente). Il concetto di paesaggio industriale, complesso, con significativi conflitti ed ossimori interni, ha portato alla necessità di sviluppare una relativa letteratura che poi è spesso confluita nella necessità di redazione di linee guida per la gestione di questo tipo di paesaggi.

Anche in Sardegna nel 2015, all'interno dei lavori dell'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e Qualità del Paesaggio, sono state emanate con la Deliberazione G.R. 24/12 del 19.5.2015 le "Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna".

Le linee guida sono state elaborate a partire da una ricognizione delle principali aree produttive sarde e delle loro situazioni problematiche per il paesaggio e da una serie di sperimentazioni progettuali su casi studio. L'esito di tali sperimentazioni è, a tutti gli effetti, rientrato negli indirizzi generali, perciò si è deciso di presentare i casi studio in modo sintetico, selezionando per ciascuno di essi solo una delle problematiche presenti, per chiarezza.

Esse sono divise in capitoli che affrontano alcune specificità legate ai vari temi. Il capitolo due (Linee guida per i paesaggi industriali), il capitolo tre (Linee guida per i paesaggi della produzione di energie da fonti rinnovabili), e quello quattro (Linee guida per i paesaggi delle attività estrattive) sono cui fare riferimento in

relazione all'intervento proposto e pertanto saranno presi come riferimento per la descrizione dei caratteri dei luoghi di progetto e del sistema di relazioni che questo intesse con il contesto.

Come già specificato in precedenza le aree di progetto ricadono all'interno di quelle che le Linee Guida Ministeriali sullo sviluppo delle fonti rinnovabili (D.M. del 10/09/2010) identificano come "brownfields". Infatti le aree di progetto sono all'interno del Sito di Interesse Nazionale Sulcis, Iglesiente, Guspinese, e i SIN rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate come pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari.

Vale ovviamente il riferimento al D.P.C.M. 12/12/05 (Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42).

Focalizzando l'attenzione sull'ambito ristretto oggetto di studio, il sistema delle relazioni che definiscono l'assetto dei luoghi, imprimendo una specifica impronta paesaggistica all'area, sono condizionate da alcuni elementi fortemente caratterizzanti:

- la presenza dell'area industriale di Portovesme, il cui fulcro è certamente rappresentato dall'agglomerato produttivo sviluppatosi sulla costa con il suo porto industriale, a valle della strada Provinciale n° 2, che ancora rappresenta il limite dell'area industriale, separata dal centro urbano di Portoscuso. A sud il limite dell'area industriale è invece rappresentato dal Rio Paringianu che sfocia nella laguna di Bau Cerbus. L'area industriale è impostata su un'organizzazione territoriale in lotti di terreno geometricamente regolari, per lo più occupati, con qualche lotto ancora libero;
- il sistema delle aree a monte della SP2 e dei rilievi in contesto ignimbrico, per lo più caratterizzati da roccia affiorante e sporadica macchia bassa, inframmezzati da aree destinate a seminativo, laddove gli accumuli di il suolo sostituiscono la roccia affiorante.
- La presenza a nord-est dalla frazione di Nuraxi Figus, con le strutture della miniera della Carbusulcis e delle relative aree di stoccaggio;
- il sistema della viabilità extraurbana e locale, essenzialmente basato sulla SP2 da cui si dipartono le strade di carattere comunale che portano alla miniera, e poche altre strade di carattere rurale che garantiscono la percorrenza locale;
- la presenza del Rio-Canale Pardingianu, del canale di guardia a monte della SP2, e la rete dei corsi d'acqua minori (per lo più di carattere torrentizio e stagionale) confluenti verso il rio stesso;

7.2.2 Sistema delle relazioni di area vasta

Il sito di progetto ricade al confine tra due dei comuni del Sulcis. Tutta la parte dell'impianto è infatti collocata in comune di Portoscuso, mentre la stazione elettrica di utenza, in adiacenza alla futura Stazione di Rete (di proprietà di TERNA) ricade in territorio di Gonnese.

Portovesme, nonostante tutto, è ancora un attrattore che innesca un processo di incremento della domanda e dell'offerta di mobilità che coinvolge il sistema della viabilità e dei trasporti pubblici e privati dell'intera area sulcitana. Dunque si assiste a un movimento concentrico di entrata-uscita dal polo industriale.

7.2.3 *Dinamiche regolatrici dell'assetto insediativo e sintesi delle principali vicende storiche*

7.2.3.1 Dinamiche evolutive ed interpretative del paesaggio del Sulcis Iglesiente.

Il sito di Portoscuso si trova all'interno del sistema di area vasta del Sulcis Iglesiente, uno dei territori della Sardegna che negli ultimi cento anni, a seguito dell'inseguirsi ed accavallarsi di varie visioni e politiche, ha subito profonde e radicali trasformazioni.

Il Sulcis-Iglesiente tra il 1850 e la seconda guerra mondiale è stato caratterizzato da un intenso sfruttamento minerario, prevalentemente rivolto all'estrazione del carbone e di alcuni metalli.

Nel 1935, grazie alla rivalutazione dell'attività mineraria, iniziò un periodo di rilancio di tutte le attività industriali del Sud Sardegna, incrementando l'indotto e di conseguenza i livelli produttivi e occupazionali. Il che nel 1938 favorì la nascita della città di Carbonia.

Tuttavia dopo il picco massimo delle attività estrattive e metallurgiche raggiunto nel periodo bellico, ha conosciuto un progressivo fenomeno di deindustrializzazione a partire dagli anni 1948-1950.

Una prima fase ha visto la chiusura delle miniere carbonifere, a seguito degli accordi costitutivi della Comunità economica del Carbone e dell'Acciaio (Ceca). Il settore minerario metallifero ha, invece, visto un lento declino, con una brusca accelerazione negli anni '80, fino alla cessazione di ogni attività estrattiva.

La crisi delle miniere portò alla ricerca di politiche industriali che potessero compensare la perdita di posti di lavoro in quel settore, e limitare l'emigrazione che dopo gli anni cinquanta stava provocando un drammatico calo della popolazione residente.

Per dare attuazione a questa politica industriale a metà degli anni sessanta fu realizzato il Nucleo industriale di Portovesme, progettato principalmente come zona di lavorazione e valorizzazione dei minerali estratti nel comprensorio retrostante. All'interno della zona industriale, proprio davanti al porto, erano già in funzione alcune centrali termoelettriche, tra cui la Centrale Sulcis. Il nome stesso di questa "supercentrale", come veniva allora chiamata, è significativo della sua storia: dopo aver costituito per anni un obiettivo di lotta dei minatori (che individuavano nella costruzione di una centrale che utilizzasse il carbone come combustibile la possibilità di una ripresa produttiva del bacino), la centrale fu alla fine realizzata, ma venne alimentata con la nafta proveniente dalla Saras di Sarroch.

Anche l'obiettivo prioritario per il quale era stata programmata la zona industriale risultò modificato. Restò infatti in gran parte inattuato un insieme di investimenti proposto, e di tutti i progetti, nel 1968 fu realizzato solo quello relativo all'elettrolisi dello zinco, che utilizzando minerali locali produceva anche piombo, acido solforico e altri sottoprodotti.

Agli inizi degli anni settanta venne avviata la costruzione degli impianti del settore alluminio, basati su un'ampia partecipazione statale e destinati a caratterizzare l'intero futuro polo.

Negli anni 90 tuttavia tali impianti erano già in crisi e passarono in mano a grandi gruppi industriali internazionali, che però non sono stati in grado di rilanciarli in maniera significativa e che ad oggi risultano ancora in forte crisi. Moltissime delle imprese legate al settore dell'alluminio e derivati in realtà sono state già chiuse, per cui ancora oggi il territorio è caratterizzato da ingenti flussi migratori in uscita.

Anche la costituzione del parco geominerario (2001) in qualche modo finalizzata a riqualificare il territorio minerario e rilanciarne un suo utilizzo a fini turistici non ha sortito ad oggi gli effetti sperati, aprendo ad alcuni interessanti interventi di riqualificazione, ma ancora oggi puntuali e poco soddisfacenti dal punto di vista dell'occupazione generale nell'area vasta.

Questo quadro, per quanto dipinto a larghi tratti, dà l'idea di cosa sia questo territorio, un luogo fortemente condizionato dall'intervento umano, specie negli ultimi centocinquanta anni, che ha alternato varie fortune dal punto di vista occupazionale, sfruttando prima le risorse minerarie del territorio, e cercando poi un rilancio ed una riconversione industriale che però non si è mai concretizzata, se non a fasi alterne, con

continue statalizzazioni e privatizzazioni, che hanno trasformato il territorio senza tuttavia riuscire a produrre un meccanismo economico stabile, e con importanti ricadute occupazionali sul periodo medio lungo.

Il quadro di area vasta è pertanto dominato dalla presenza delle miniere, per lo più ad oggi inattive, che rappresentano il testimone dell'epoca dell'estrazione metallurgica e la cui riconversione a Parco Geominerario non ha mai avuto la capacità di dare una chiara svolta territoriale. Accanto ad esse c'è un altro "gigante" rappresentato dall'area industriale di Portovesme, ormai perennemente in crisi, stante i costi dell'energia e la difficoltà stessa a reperire materie prime da trasformare.

In questo quadro si inserisce il progetto del presente impianto fotovoltaico, collocato alle spalle dell'area industriale di Portovesme e all'interno del SIN Sulcis, Iglesiente, Guspinese. L'obiettivo è costituire una fonte di energia a basso costo, alternativa a quelle fossili, capace di poter ridare anche qualche opportunità aggiuntiva all'area industriale, per cui la fornitura ed i costi dell'energia hanno sempre costituito uno dei limiti di sviluppo più significativi.



Figura 14_Rapporti spaziali tra il sito di progetto, le aree inquinate, il Comune di Portoscuso (coincidente con l'area SIN)

7.2.3.2 Analisi delle dinamiche insediative nelle aree limitrofe al sito di progetto

Il Piano regolatore territoriale dell'area di sviluppo industriale possiede lo status di piano territoriale di coordinamento e come tale risulta sovraordinato agli strumenti urbanistici comunali, in modo addirittura più vincolante rispetto a ciò che accade con un piano provinciale di coordinamento. Infatti il PRT costituisce variante per gli strumenti comunali e impone quindi delle linee di evoluzione ben precise al territorio ricadente nel perimetro delle pertinenze delle singole zone di agglomerazione. Tali considerazioni mirano a rimarcare l'assoluta incompatibilità di evoluzioni insediative civili entro le pertinenze del SiCiP (Consorzio Industriale Sulcis Iglesiente).

Costituiscono caratteri rilevanti dell'assetto insediativo (Schede d'ambito PPR) i seguenti sistemi:

- il sistema insediativo costiero, caratterizzato dai centri urbani di fondazione di Carloforte, Calasetta, S. Antioco e Portoscuso;
- il sistema delle infrastrutture portuali che presidiano l'ambito costiero (costituiscono una rete di comunicazione e un presidio del "mare interno" pressochè unico a scala regionale). Il sistema delle tonnare, in quanto complesso di manufatti di "archeologia industriale" legato alla pesca ed alla "cultura Piano Paesaggistico Regionale 7 del tonno", costituisce un riferimento significativo per l'identità dell'isola quale ulteriore rete di presidio dell'Ambito costiero.
- l'edificato diffuso (che interessa vaste aree costiere e interne delle isole maggiori, quali ad esempio le barracche carlofortine, proiezione rurale nel territorio delle comunità urbane esistenti, attualmente oggetto di riconversione per l'offerta di servizi turistico-ricettivi);
- il sistema urbano e dei nuclei minerari di fondazione di Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana, espressione del razionalismo autarchico, la cui identità architettonica rappresenta un elemento significativo dei paesaggi urbani della Sardegna;
- il sistema delle infrastrutture minerarie del carbone e dei depositi di sterili (che modellano il paesaggio della terraferma e che rappresentano un patrimonio rilevante dell'archeologia industriale dell'isola (a partire dalla "grande miniera di Serbariu") ed un sistema fortemente connesso ai nuclei urbani di fondazione);
- l'edificato diffuso del paesaggio agrario del Sulcis caratterizzato dalla presenza dei furriadroxius – medaus (nuclei insediativi a base familiare che costituiscono la prima modalità di ricolonizzazione degli spazi vuoti precedenti l'insediamento minerario e che costituiscono un fondamentale ancoraggio della memoria storica e dell'antropizzazione dell'intero Ambito). - le infrastrutture del polo produttivo del Consorzio Nucleo Industriale Sulcis-Iglesiente, dello scalo portuale di Portovesme e la discarica di fanghi rossi degli impianti metallurgici in località Sa Foxi nell'ambito del sistema litoraneo di Portoscuso.

Le tendenze in atto per l'insediamento sono quelle di strutturarsi attorno ai centri urbani, storici e di fondazione più recente. Per cui negli ultimi decenni si è assistito ad una continua espansione della superficie di questi centri.

Non fa eccezione l'abitato di Portoscuso che dagli anni cinquanta ha visto la sua superficie in continua crescita. Parallelamente si è assistito anche al rafforzamento/mantenimento delle frazioni dello stesso comune, Bruncuteula, Paringianu e Nuraxi Atzori. Il primo insediamento, così come il comune di Portoscuso, sono costieri, entrambi nati da piccoli centri di pescatori. Il primo in confine con il comune di S. Giovanni Suergiu, sulla laguna di Bau 'e Cerbu resta a tutt'oggi un piccolissimo centro, costituito da pochi immobili diffusi su un'area relativamente grande, quindi senza grande concentrazione di case, la cui esistenza è legata alle attività della peschiera della laguna, ancora attiva. Paringianu invece è una frazione di circa 600 abitanti che si è formata a partire dai due nuclei storici di medaus denominati Paringianu e Carbonaxia (o Carbonascia). Poco oltre c'è anche la piccolissima frazione di Nuraxi Atzori (21 abitanti). Questi tre medaus erano collegati invece agli aspetti agricoli dell'area, dato che sorgono tutti all'interno di una piccola piana coltivabile, in sponda destra del rio Paringianu. La loro dimensione nel tempo è stata chiaramente condizionata dalla presenza dell'area industriale di Portovesme.

Sui rilievi a nord del Paringianu invece, i caratteri morfologici e l'ampia presenza di roccia affiorante non hanno offerto spazi interessanti per l'annucleamento di medaus o altre tipologie di insediamento di un qualche rilievo.

7.2.4 Tessiture territoriali storiche

Nell'area in esame il sistema delle tessiture territoriali presenta come elementi caratterizzanti le ignimbriti affioranti, che limitano e condizionano sia la geometria della rete viaria di accesso che la frammentazione agricola. Nell'area infatti i campi coltivati (per lo più a seminativo) rappresentano gli spazi di risulta tra il paesaggio delle rocce affioranti, divisi unicamente dalle strade di penetrazione agraria e di collegamento locale (Figura 15).

Nei settori a nord-est dell'area di intervento le geometrie delle terre coltivate assumono invece forme diverse ed irregolari, più caratteristiche del tipico paesaggio rurale sardo; disegnate in funzione dell'orografia e delle vicende della proprietà terriera, le strade storiche di penetrazione rurale seguono in questi ambiti il dedalo dei lotti privati (Figura 16)

Sulla scala più ampia il paesaggio è dominato dalla presenza dell'area industriale di Portovesme, che occupa la piana costiera e rappresenta l'unica maglia ortogonale leggibile sul territorio.

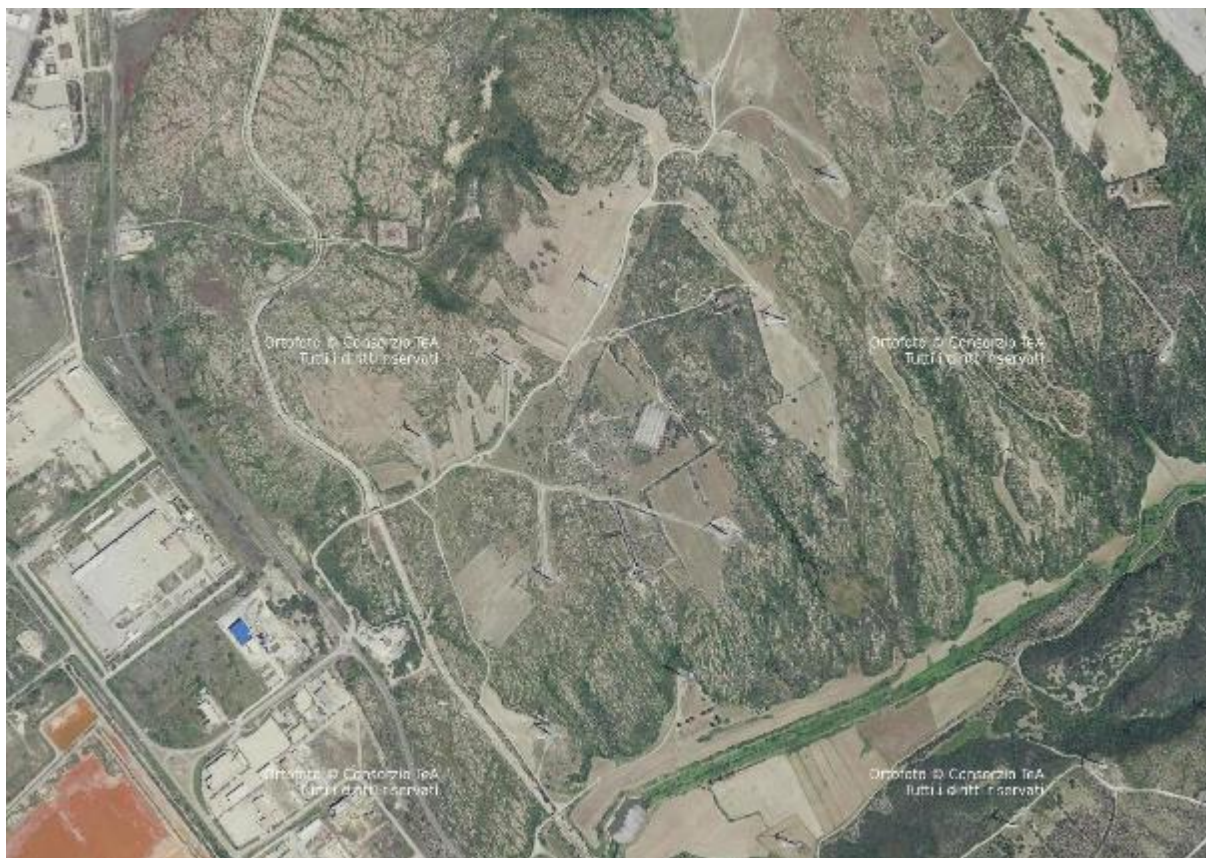


Figura 15_Le rocce affioranti e gli spazi interstiziali dei campi coltivati nel settore di interesse



Figura 16_ I campi lunghi delle colture specializzate e l'area industriale di Portovesme

7.2.5 *Appartenenza a sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale*

I caratteri della costruzione storico-tradizionale sono strettamente correlati ai modi di vivere dei fruitori degli edifici, al loro ceto sociale, al costo e, in particolar modo, alla reperibilità in sito dei materiali costituenti lo stabile. Tenendo conto di ciò si può ben capire come detta architettura, ed in particolar modo la casa rurale, abbia conservato intatti sino alla fine della seconda guerra mondiale quei caratteri personalizzanti ed originali che sono propri dei centri storici dei nuclei abitati ad economia prevalentemente rurale esistenti in Sardegna.

La struttura attuale dell'insediamento nel Sulcis è costituita dagli sviluppi che si sono stratificati a partire dall'impianto base dei "medaus" o "furriadroxius". Questi sono nuclei abitativi e produttivi a base familiare, cui viene affidato il ripopolamento di un territorio che per alcuni secoli ha costituito in gran parte il feudo, sostanzialmente disabitato, del vescovo di Iglesias. Il meccanismo è stato descritto in vari modi e comunque è chiaro nelle sue linee essenziali: negli spazi "vuoti di case" del Sulcis, gruppi di pastori e contadini "...al centro del terreno in concessione costruivano capanne di argilla e di frasche, sempre riunite a gruppi di cinque o sei...Nella immediata vicinanza delle capanne costruivano un muro a secco circolare...Minuscoli raggruppamenti all'origine, s'ingrandirono poi sino a diventare fattorie ...". Vittorio Angius, un secolo prima di Le Lannou, descrive questo habitat nel seguente modo: "...Queste case furono prima fabbricate dai proprietari d'Iglesias, e dei villaggi vicini, per la gran distanza che li separava dai loro fondi, e così servissero di ricovero nel tempo delle operazioni agricole, e potessero sorvegliare i seminati per non esser devastati dal bestiame girovago. Queste case presero il nome di Furriadroxius, ma a poco a poco sentirono il bisogno di avvicinarsi in borghi senza formare villaggi con delle strade ... compensato dagli altri vantaggi di cui non

godono le altre popolazioni dell'isola". Le forme di questo habitat sono basate sulla ripetizione e giustapposizione della cellula edilizia elementare, di volta in volta disposta a formare recinti insieme ai bassi muri a secco, raddoppiata in profondità e larghezza (più raramente in altezza) a costituire "corti rurali" appoggiate con brevi vicoli alla viabilità minore, oppure da questa attraversate. Si tratta di case-fattoria, nelle quali la commistione tra le funzioni abitative e quelle produttive è assoluta: i loggiati per il bestiame si affiancano senza soluzione di continuità ai corpi di fabbrica elementari, in sequenze lineari o articolate secondo le necessità della vita rurale.

L'800 è il secolo che vede l'organizzazione dell'habitat del Sulcis nella forma in cui lo conosciamo. Due fenomeni distinti ma concomitanti sembrano agire. Da un lato, la crescente pressione dei gruppi familiari ad occupare ed utilizzare le terre incolte, in un contesto ancora disperso e privo di veri poli urbani, ma nel quale comincia ad avvertirsi la tendenza ad aggregarsi attorno alle chiese storicamente presenti nell'area, sopravvivenza delle antiche parrocchiali o pievi rurali, costituendo nuclei con una maggiore massa critica, che Vittorio Angius designa come *boddeus*.

D'altro lato, agisce la spinta istituzionale dello stato sabauda a consolidare la presa pubblica sul territorio, rafforzando i *boddeus* stessi con l'innesto di funzioni amministrative di base, in modo da incentivare lo sviluppo di vere entità di villaggio. Il processo dell'accentramento di servizi e residenze in un unico nucleo comunale, nella forma odierna, è dunque estremamente recente. Nessuno degli attuali comuni (fatta eccezione per Teulada, il più decentrato) era registrato autonomamente nel "dizionario" dell'Angius-Casalis, il quale li accorpava in un sottotitolo della voce "Iglesias" classificandoli come "*boddeus*".

La voce Portoscuso nel dizionario è presente, ma non si dà una misura della sua popolazione (al 1861 si registreranno 562 residenti) e si parla di un insediamento di pescatori, la cui esistenza è legata alla tonnara e al porto per le comunicazioni con l'isola di San Pietro.

Le ridotte dimensioni del centro matrice del paese, e la sua collocazione, attorno al porto ed alla tonnara, rimandano proprio a queste origini di borgo di pescatori.



Figura 17_Centro matrice di Portoscuso

7.2.6 Appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici

L'area di progetto ricade in un ambito abbastanza complesso dal punto di vista topografico, per cui l'intero progetto si affaccia verso la piana di Portoscuso, ma resta abbastanza nascosto rispetto ai centri vicini. Tutto il comparto in cui si posiziona il progetto è fortemente definito nei suoi caratteri percettivi, dalla presenza delle imponenti strutture industriali dell'Agglomerato Industriale di Portovesme. Questo ospita, sin dai primi anni '60, progettato principalmente come zona di lavorazione e valorizzazione dei minerali estratti nel comprensorio retrostante, nucleo sul quale si sono poi impostate altre attività di contorno. Tutto ciò costituisce il contesto percettivo fortemente trasformato in cui si inserisce il progetto, caratterizzato da preponderanti effetti di mascheramento. I punti panoramici più prossimi, ma di bassa frequentazione, sono il sistema di ad est dall'allineamento dei piccoli rilievi collinari di Monte Sinni, Punta Frais, Monte Frais, e dal rilievo in località Masongiu Cau. Questi rilievi rappresentano uno spartiacque, per cui i centri abitati ed i territori ad est di questi rilievi (Nuraxi Figus, Cortoghiana, Bacu Abis e Gonnese) non hanno percezione panoramica degli impianti.

Per una trattazione più esaustiva si rimanda al paragrafo 7.3.4 che analizza specificatamente il fenomeno percettivo visivo.

Le caratteristiche morfologiche dell'area di intervento, posizionato a mezza costa tra la piana di Portovesme e l'arco collinare succitato, e la diffusa presenza di ostacoli morfologici o naturali che ne precludono la vista rendono gli interventi potenzialmente percepibili Più che altro dalla SP2, che offre affacci sia da sud che da ovest. Va considerato però che la SP2 è posta in scavo rispetto al territorio che attraversa e che c'è la presenza (per quanto non foltissima) di una copertura del suolo caratterizzata da arbusti ed alberi della macchia mediterranea, fattori che sicuramente mascherano l'impianto da molti punti di vista.

7.2.7 Appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica

La distribuzione dei siti di interesse storico-culturale evidenzia come non siano presenti interferenze con beni facenti parte del Titolo II delle NTA, assetto storico culturale. Non ci sono nell'area beni paesaggistici e beni identitari (art. 47), aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale (art. 48), aree caratterizzate da insediamenti storici (art. 51), reti e elementi connettivi (art. 54) nè aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale (art.57).

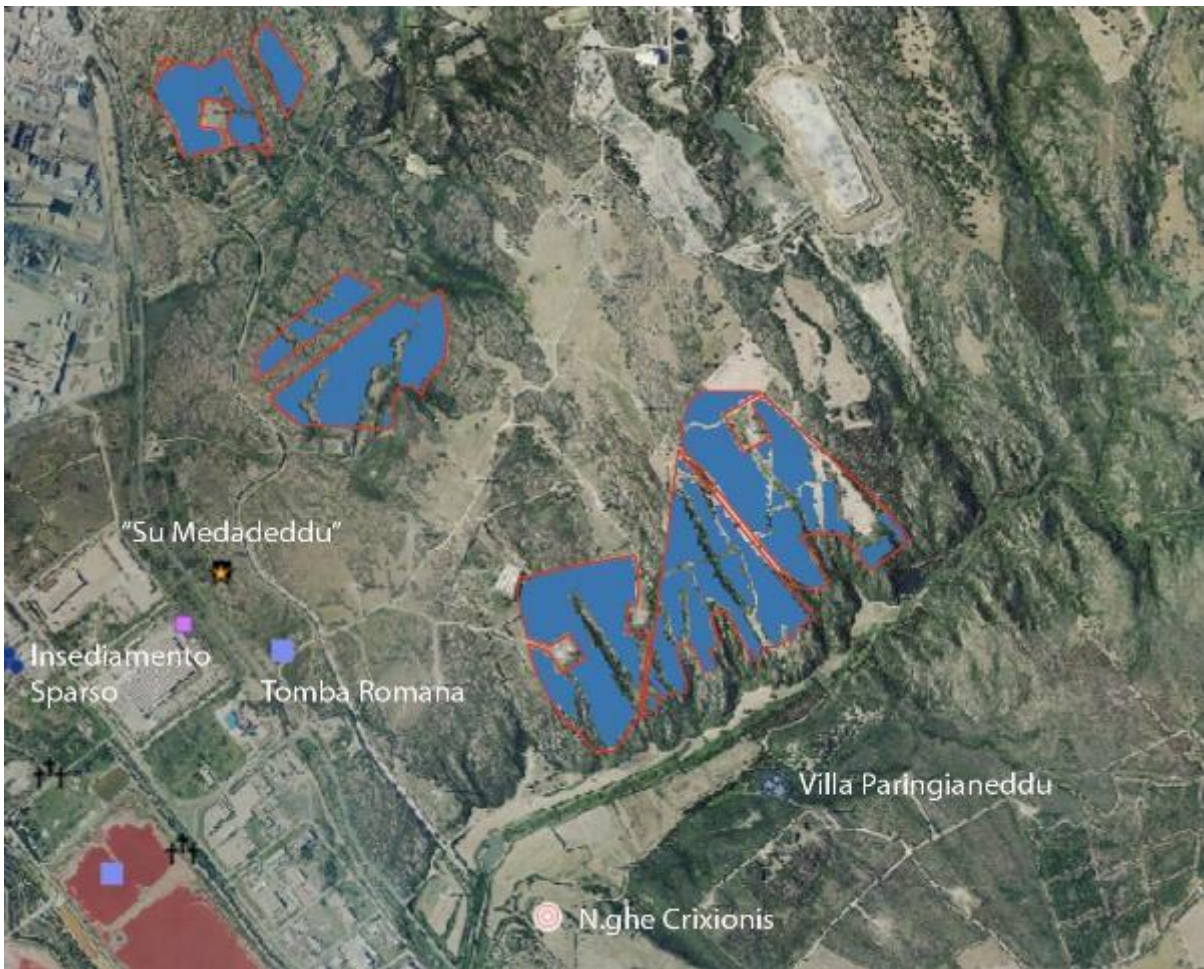


Figura 18_Beni paesaggistici e identitari nell'area di intervento fonte:
<https://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameppe/?map=ppr2006>

Sono comunque presenti in prossimità dell'area diversi beni paesaggistici di cui un circolo megalitico e il complesso nuragico di "Su Medadeddu", una tomba Romana, i resti di un insediamento nuragico sparso, la "Villa Peringianeddu" e il N.ghe Grixionis.

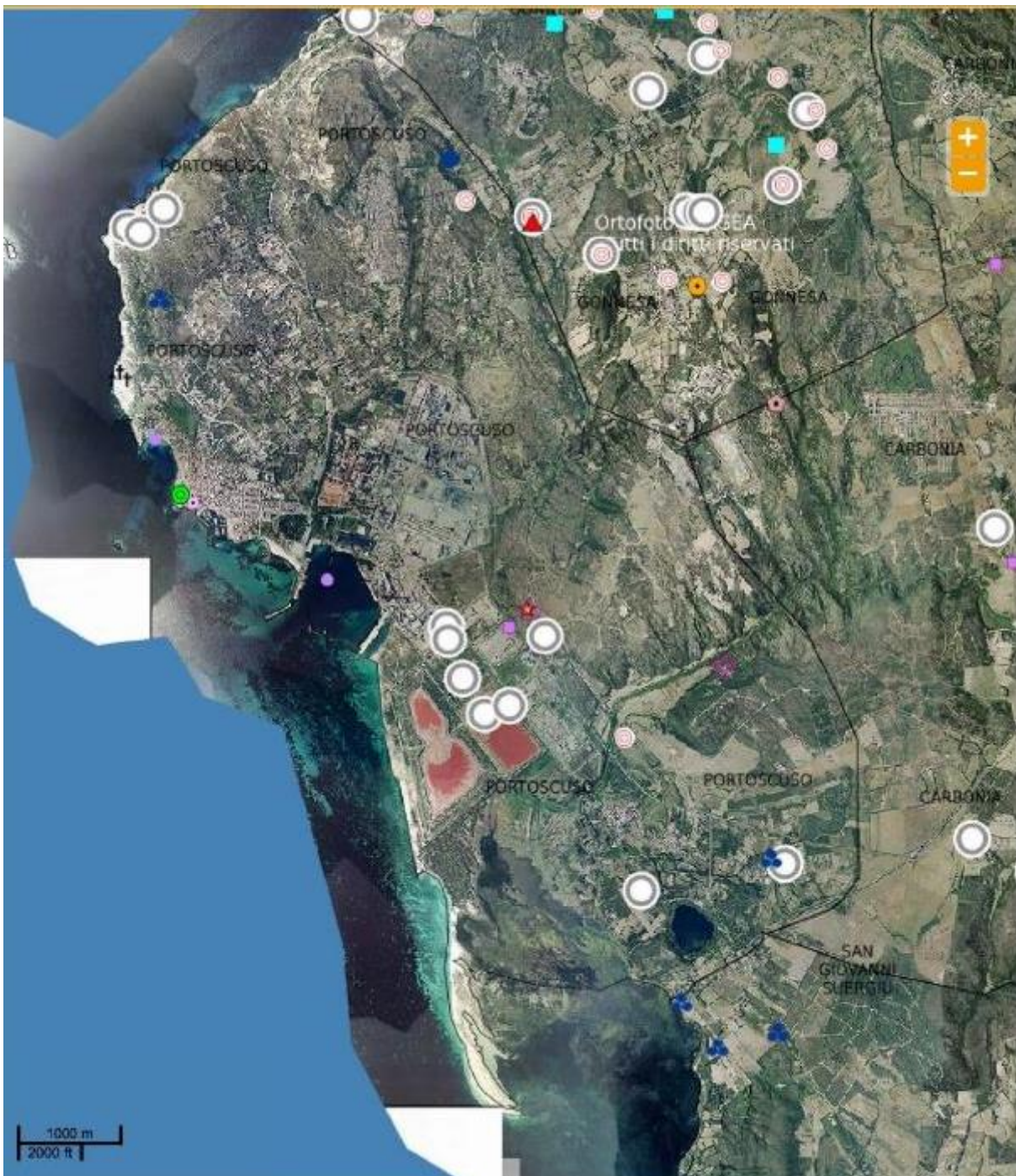


Figura 19_Beni paesaggistici e identitari a scala comunale:
<https://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=ppr2006>

In generale comunque rispetto ad altre aree della Sardegna sono pochi i beni paesaggistici ed identitari individuati dal PPR, a testimoniare la difficoltà di questi luoghi ad ospitare insediamenti, fatto storicamente ciclico che ha ripercussioni sul sistema insediativo fino ai giorni nostri.

Nondimeno alcuni insediamenti sono molto significativi, quale quello di San Giorgio, che rappresenta la più antica necropoli fenicia rinvenuta in Sardegna (750 a.C.).

7.2.8 Appartenenza ad ambiti a rischio archeologico

L'analisi del territorio in esame ha portato alla suddivisione della superficie ricognita in n. 9 UTR, ed ognuna è stata schedata nelle sue caratteristiche e sottoposta a una valutazione del grado di visibilità della superficie del suolo rilevato.

Nell'ambito del presente studio è stata redatta la Carta delle presenze archeologiche, in scala 1:25.000, in cui i perimetri di tutte le emergenze archeologiche rilevate vengono rappresentate in maniera poligonale e rappresentate con una simbologia che prevede una differenziazione cromatica in funzione della cronologia in cui esse si collocano. La numerazione delle emergenze archeologiche rappresentate corrisponde a quella delle schede descrittive; i siti sono stati numerati partendo da nord verso sud e da est a ovest.

Tenuto conto che tutte le aree in cui ricadono emergenze archeologiche, anche non direttamente interessate dall'intervento progettuale, costituiscono aree a rischio archeologico assoluto alto, per quanto non rappresentate graficamente nelle tavole, esse sono state considerate tra gli elementi utili alla valutazione e alla ricostruzione di un quadro delle dinamiche insediative il più esaustivo possibile.

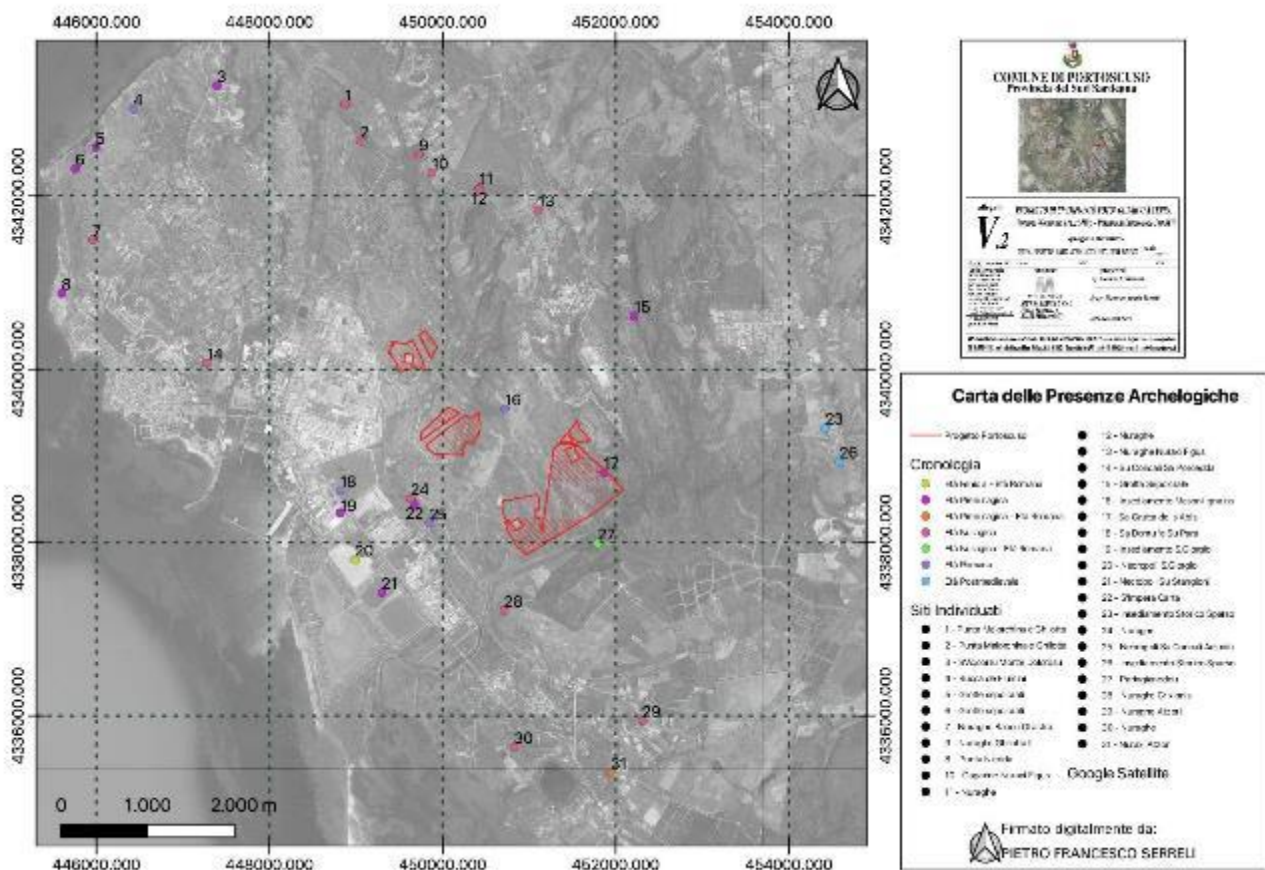


Figura 20_Carta delle presenze archeologiche

Nell'ambito dello studio archeologico è stata redatta la Carta dei vincoli, in scala 1:25.000, in cui tutte le emergenze archeologiche segnalate vengono rappresentate in maniera puntuale e poligonale e rappresentate con una simbologia che prevede una differenziazione cromatica in funzione del vincolo a loro riferito.

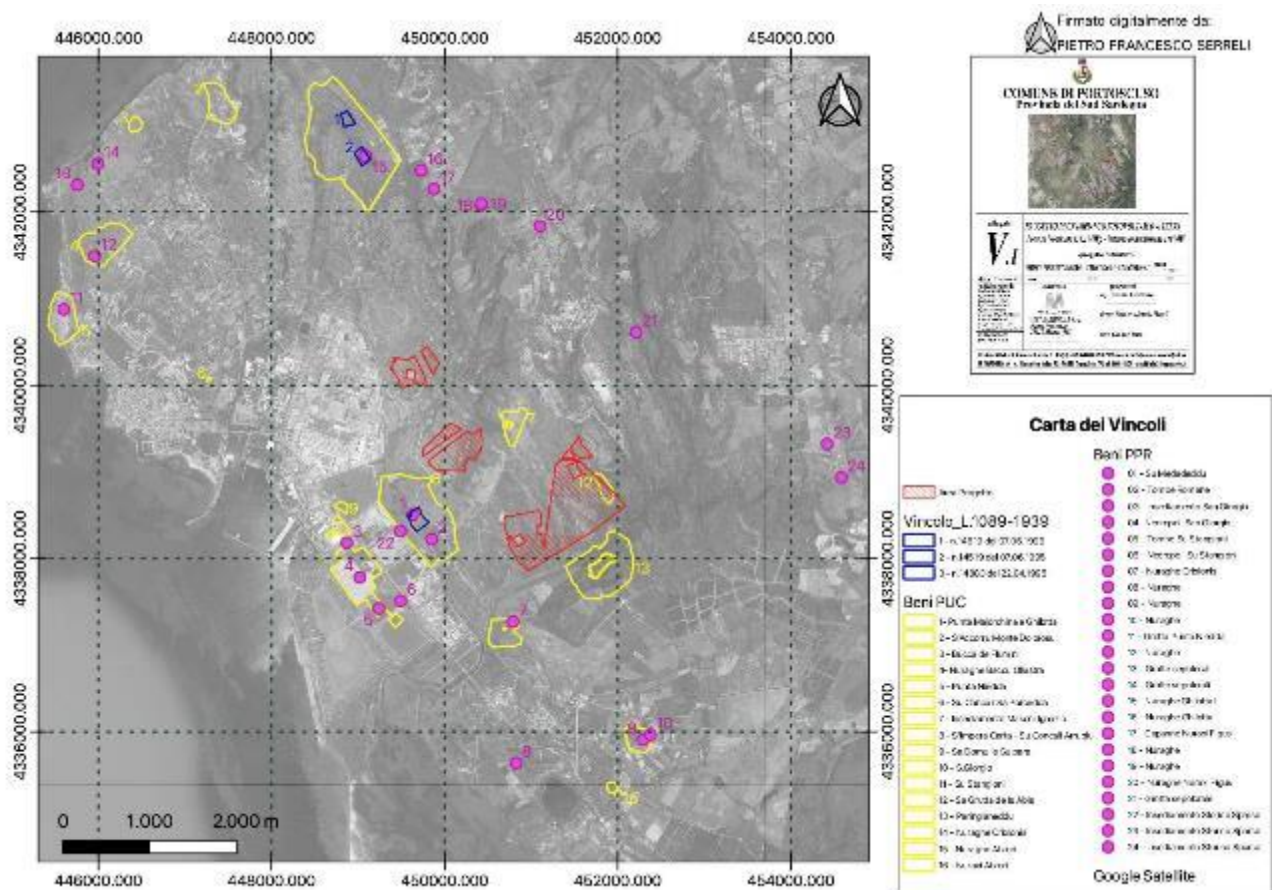


Figura 21_Carta dei vincoli

La carta del rischio archeologico relativo individua, sulla base dei criteri descritti nel Paragrafo 7.1, i perimetri valutati a rischio archeologico relativo nell'area direttamente interessata dalle opere in progetto, differenziati cromaticamente in funzione dell'intensità del rischio rilevato.

Si premette che, indipendentemente dalle considerazioni qui di seguito esposte, il grado di rischio archeologico relativo definitivo è stato evidenziato nella carta specifica e che tutte le aree non menzionate, o non evidenziate in carta, sono da considerarsi a rischio relativo nullo.

La valutazione ha seguito diversi gradi di intensità di rischio:

- aree a rischio archeologico relativo alto,
- aree a rischio archeologico relativo medio,
- aree a rischio archeologico relativo basso,
- aree a rischio archeologico relativo nullo.

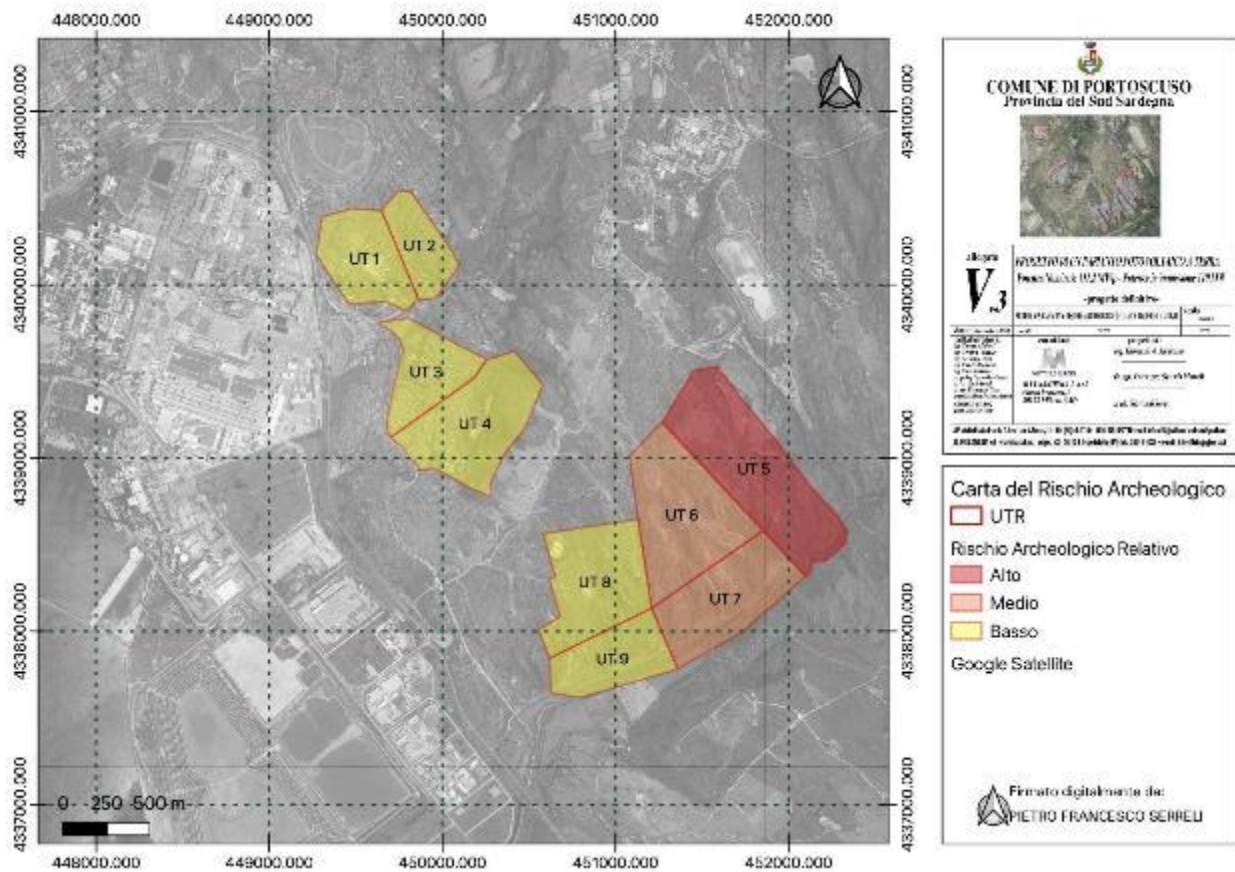


Figura 22_ Carta del Rischio Archeologico Relativo

L'area con rischio archeologico alto è quella in cui è presente il vincolo del PUC relativo al sito a carattere insediativo de Sa Grutta de Is Abis, databile al tardo Neolitico/prima Età del Rame. Va segnalato che i pannelli vengono installati al di fuori dell'area di vincolo individuata dal PUC.

7.2.9 Sintesi dei parametri per la lettura delle caratteristiche paesaggistiche

In conclusione ed a compendio dell'analisi sopra riportata, si illustrano nel seguito alcuni parametri per la lettura delle caratteristiche paesaggistiche, utili per l'attività di verifica della compatibilità paesistica del progetto.

Parametri di lettura di qualità e criticità paesaggistiche	
<p>- diversità: riconoscimento di caratteri / elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici, ecc.;</p>	<p>Sotto il profilo paesistico-ambientale, la struttura del territorio in esame si presenta articolata secondo tre principali sistemi chiaramente riconoscibili: il settore più esterno caratterizzato dalle propaggini occidentali del massiccio del Sulcis e da ampi sistemi pedemontani e di piana che si estendono, con lieve inclinazione, fino alla fascia costiera. gli ambiti lagunari e perilagunari del sistema umido dello Stagno Bau 'e Cerbu e Punta S'aliga,. il settore della vasta piana alluvionale del Paringianu, La cui sponda destra risulta ormai occupata dall'area Industriale di Portovesme.</p>

Parametri di lettura di qualità e criticità paesaggistiche	
- integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi);	Nell'area in esame, dato l'avvio dell'Area di Sviluppo Industriale nei primi anni '60, non è più leggibile una rete di trame storiche. DA una parte perché "cancellate" dall'area industriale, mentre sul sito specifico, non sono presenti trame territoriali di rilievo, perché la conformazione del suolo ha da sempre costituito un grosso limite all'utilizzo agricolo o a scopo di allevamento dell'area. Oggi si leggono poche aree a pascolo, con forme che seguono l'andamento interstiziale della presenza di suoli abbastanza profondi da ospitare colture.
- qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche, ecc.;	L'area interessata dal progetto, essendo ubicata in un ambito di collina, peraltro già interessata dalla presenza di diverse pale eoliche, e divisa dalla zona industriale solamente dalla SP2, non esprime in modo diretto caratteri di naturalità o elevata qualità paesistica
- rarità: presenza di elementi caratteristici, esistenti in numero ridotto e/o concentrati in alcuni siti o aree particolari;	Rispetto all'area dell'intervento il carattere della rarità può essere identificato in relazione alla sua particolare collocazione, di transizione tra il l'area industriale e le aree di Paringianu e Carbonaxia, sull'altra sponda del Rio Paringianu, a più spiccata vocazione agricola. Un elemento peculiare del sistema collinare è rappresentato dalle ignimbriti affioranti e dai pascoli, impostati con forme poco geometriche, in quanto spazi interstiziali tra le rocce.
- degrado: perdita, deturpazione di risorse naturali e di caratteri culturali, storici, visivi, morfologici, testimoniali;	I connotati prevalentemente industriali del contesto ambientale dell'area in esame si riflettono inevitabilmente sulle valenze ecologiche del settore che, nelle aree più direttamente interessate dagli interventi, non esprime più gli originari caratteri di naturalità. Nell'area in esame si riscontra, infatti, un'evidente semplificazione e banalizzazione floristica, contraddistinta dalla presenza diffusa di gariga, e, specie in prossimità dei settori B e C di formazioni arbustive sostitutive e compatte quelle a prevalenza di Erica e Corbezzolo riferibili all'associazione <i>Erico arboreae-Arbutetum unedonis</i> . Anche, nelle immediate vicinanze non ci sono elementi particolari da salvaguardare. Nell'area vasta, ulteriori elementi di criticità ambientale e paesistica possono riconoscersi nelle acclerate situazioni di inquinamento del terreno e delle acque sotterranee interessanti alcune porzioni dell'area industriale.

Parametri di lettura del rischio paesaggistico, antropico e ambientale:	
<p>- sensibilità: capacità dei luoghi di accogliere i cambiamenti, entro certi limiti, senza effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva</p>	<p>I caratteri di confinamento fisico e percettivo dell'area di intervento, conseguenti alla diffusa presenza di rocce affioranti, ed alla scarsa presenza di sentieri e strade, rappresentano certamente un fattore che limita la sensibilità del territorio relativamente alla potenziale alterazione delle suoi connotati estetico-percettivi. Inoltre la presenza dell'area industriale ad est della SP2 e la diffusa presenza delle pale eoliche delineano una generale condizione di coerenza con le funzioni che il progetto introduce.</p>
<p>- vulnerabilità: condizione di facile alterazione o distruzione dei caratteri connotativi</p>	<p>Da un punto di vista paesaggistico-ambientale le aree limitrofe all'area industriale del Consorzio Industriale Provinciale di Carbonia-Iglesias nelle quali sono ancora in atto le pratiche agricole, presentano certamente una maggiore vulnerabilità rispetto ai processi di urbanizzazione ed edificazione sottesi dall'inclusione delle stesse in un'area a destinazione produttiva. D'altro canto si pone l'accento sul fatto che gli impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili sono per lo più impostate su gariga e macchia a vegetazione rada che non sui rari seminativi presenti nell'area. Inoltre c'è una concreta ed ottimale prospettiva di ripristino ambientale e paesaggistico alla conclusione del ciclo di vita dell'impianto.</p>
<p>- capacità di assorbimento visuale: attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità</p>	<p>Le caratteristiche dell'area, schermata direttamente dall'arco collinare ad est, non consentono la percezione dell'impianto da punti di vista panoramici o, comunque, privilegiati per uso e frequentazione. LA visuale dalla SP2 è in condivisione con l'area industriale di Portovesme e con le pale eoliche già presenti, che senza dubbio "dominano" il panorama. Inoltre, le problematiche condizioni di accessibilità di punti di vista ubicati nei più prossimi settori montani, unitamente al posizionamento dell'area in un territorio collinare, degradante verso la costa, contribuiscono ad attenuare convenientemente le possibili problematiche correlate alla percezione dell'impianto dall'esterno. Il sostanziale carattere di reversibilità delle opere, sebbene a lungo termine, incide, inoltre, in termini positivi sulla capacità di assorbimento visuale. La tipologia dell'intervento unitamente alle caratteristiche realizzative delle opere (con limitati movimenti di terra, significativa interdistanza tra i pannelli, viabilità d'accesso all'impianto che per lo più ricalca la viabilità rurale esistente), non sono tali da introdurre significative modifiche sui caratteri strutturali e morfologici delle aree, in modo da alterarne la riconoscibilità.</p>

Parametri di lettura del rischio paesaggistico, antropico e ambientale:	
- stabilità: capacità di mantenimento dell'efficienza funzionale dei sistemi ecologici o situazioni di assetti antropici consolidate	Nel caso specifico l'intervento proposto non interferisce significativamente con la stabilità, in termini di efficienza funzionale, dei sistemi ecologici e degli assetti antropici consolidati.
- instabilità: situazioni di instabilità delle componenti fisiche e biologiche o degli assetti antropici	Non si segnalano situazioni di potenziale instabilità né delle componenti fisiche e biologiche, né di quelle antropiche.

7.3 Stima dei potenziali impatti sulla componente paesaggio

7.3.1 Premessa

Il requisito primario per tutte le analisi del territorio volte all'esplorazione dell'inserimento paesaggistico di un nuovo progetto è concordemente definito dal riconoscimento della loro caratteristica "trans-scalare", dovendosi effettuare *"attraverso un'attenta e puntuale ricognizione e indagine degli elementi caratterizzanti e qualificanti il paesaggio, effettuata alle diverse scale di studio (vasta, intermedia e di dettaglio)"*.

Appare, in tal senso, interessante e fecondo di spunti operativi, l'approccio contenuto nel documento recante le Linee Guida RAS per i paesaggi industriali che individua come tre scale territoriali di analisi utili sia all'individuazione degli impatti che alla definizione degli indirizzi finalizzati alla loro prevenzione e mitigazione, dell'ambito paesaggistico, del contesto e del sito.

La scala di ambito paesaggistico coincide con il territorio sovralocale a cui fa riferimento il progetto; tale porzione territoriale può, dal mero punto di vista geografico, assumere un'estensione diversa da quella definita nel Piano Paesaggistico Regionale (PPR). A tale scala l'intento è soprattutto quello di produrre *"indirizzi legati principalmente alle scelte delle politiche di programmazione e pianificazione"*. Tali ragionamenti appaiono quindi poco attinenti al presente documento, dato che prescindono dagli impatti potenziali legati al progetto in esame per concentrarsi sui significati paesaggistici più generali.

La scala di contesto coincide invece con l'area di riferimento scenico-percettivo in cui è inserito l'impianto in progetto, ove si possano esplicitare i principali impatti. Questa sarà di seguito definita come "area di studio" e, per le motivazioni illustrate nel paragrafo 7.3.4, sarà estesa a tutta la fascia entro 10km dal confine del lotto di progetto. Tale porzione territoriale è caratterizzata dagli elementi di confronto fisico aventi implicazioni di valore paesaggistico in senso ampio, e ricomprende semanticamente sia le componenti ambientali che insediative nonché storico culturali.

La scala del sito coincide spazialmente con l'area di collocazione fisica dell'impianto in progetto e, in virtù del maggior dettaglio, riguarda prevalentemente i criteri progettuali e le misure di mitigazione e ripristino in essi contenute.

Appartengono al contesto concettuale di riferimento del presente documento le ultime due categorie, mentre come già accennato non si faranno considerazioni sulla scala più ampia di ambito paesaggistico, tema peraltro affrontato in sede di definizione dei rapporti tra le opere proposte e gli indirizzi del P.P.R..

Per le analisi sui beni storico-culturali si è ritenuto opportuno definire un terzo livello di scala, individuato secondo le indicazioni dall'art. 14.9 comma c del DM 10/9/2010, (cfr. paragrafo 7.3.5) la cui dimensione geografica risulta intermedia tra la scala del sito e la scala del contesto.

7.3.2 *Impostazione metodologica*

Il tema del paesaggio nel contesto di uno studio di impatto ambientale costituisce uno degli aspetti maggiormente problematici per le caratteristiche soggettive e sfuggenti delle grandezze da stimare. Una via possibile, per non incorrere in fraintendimenti concettuali o stime opinabili esterne a qualunque discorso dotato di un minimo carattere di "falsificabilità", intesa nell'accezione popperiana del termine, consiste nella suddivisione del concetto di paesaggio in due sotto-componenti principali: le componenti materiali e quelle percettive.

Le prime possono essere analizzate attraverso gli strumenti operativi appartenenti al ricco filone disciplinare dell'Ecologia del Paesaggio (Landscape Ecology) che pone al centro delle sue considerazioni la presa di coscienza sul fatto che diversi processi dinamici causano l'isolamento o la riduzione nel tempo delle componenti naturali del paesaggio-ambiente alterandone le funzionalità. Mostra ottima applicabilità in contesti caratterizzati da pressioni generate da disturbi di origine sia naturale che antropica e ha i suoi principali punti di forza nella semplicità concettuale, e nella facilità di intuizione dovuta alla scala di analisi che coincide con quella della percezione umana del territorio.

L'indagine sui rapporti ecologico-funzionali tra entità territoriali prende le mosse dal modello interpretativo che può dirsi basato sul paradigma *patch-mosaic*¹, che ha prodotto buoni risultati nella comprensione delle relazioni tra le strutture territoriali e il funzionamento dei processi ecologici alle varie scale.

In tal senso, i principali processi spaziali di interferenza con il funzionamento ecologico alla scala del paesaggio sono individuati all'interno delle seguenti categorie:

- frammentazione (corrisponde al produrre interruzioni ai normali flussi biotici alla scala del paesaggio, è un fenomeno legato soprattutto alla realizzazione di infrastrutture lineari);
- dissezione (corrisponde al separare un habitat intatto in due unità di base o *patches*);
- discontinuità (corrisponde al creare "interruzioni" in un *habitat* essenzialmente intatto);
- contrazioni (corrisponde al decremento delle dimensioni di uno o più *habitat*);
- attrito (sparizione di una o più unità di base di *habitat*).

Rispetto alla continua perdita di habitat e all'isolamento, l'ecologia del paesaggio evidenzia come obiettivo primario la necessità di minimizzare l'erosione degli habitat naturali ad opera delle attività antropiche e di mantenere la connettività alla scala del paesaggio, in particolare sotto forma di corridoi per gli spostamenti della fauna e in generale conservando il livello di biopermeabilità degli usi del suolo.

¹ Il modello interpretativo del territorio come composto da un mosaico di patches disperse in una matrice, vide quindi la luce nel 1981 e la definitiva formulazione nel 1995; esso costituisce la base dell'attuale filone principale dell'ecologia del paesaggio.

Se la componente materiale del paesaggio è da tempo oggetto di interesse da parte del mondo scientifico e sono molteplici i filoni disciplinari che si occupano del tema (su tutti Landscape Ecology, Environmental Planning e Landscape Architecture) resta invece aperta, dal punto di vista della valutazione ambientale, la questione del come si possa affrontare anche la lettura più soggettiva del tema.

Questa necessità discende dalla visione introdotta con la Convenzione Europea del Paesaggio del Consiglio d'Europa (Firenze, 2000), secondo la quale è "paesaggio, una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni".

Il paesaggio, quindi, se inteso nell'accezione di componente ambientale potenzialmente soggetta ad impatti, risulta essere uno dei campi maggiormente problematici nel contesto della pratica della valutazione ambientale dato il suo carattere sfumato, dialettico e intrinsecamente soggettivo soprattutto a causa della rilevanza della componente percettiva che ne definisce il significato finale.

Gli studi sulla percezione si possono distinguere in due grandi filoni: quelli che si occupano della fisiologia della percezione, che hanno come oggetto il funzionamento dei sensi, e quelli che studiano invece la psicologia della percezione, che hanno come oggetto sostanzialmente il processo cognitivo del cervello.

Tra i sensi quelli che possono dirsi più vicini alla "scala del paesaggio" sono l'udito e la vista, Per l'analisi degli impatti sul clima acustico, legati al primo dei due, si rimanda al paragrafo 9.1, mentre il secondo, inteso come componente visiva del paesaggio sarà affrontato nel successivo paragrafo 7.3.4.

Da ultimo sarà sviluppato il discorso sulle potenziali interazioni con il sistema dei beni di interesse paesaggistico.

7.3.3 Analisi della componente percettiva: studio del fenomeno visivo associato alle opere in progetto

7.3.3.1 Aspetti di interferenza paesaggistica

Come indicato in precedenza, i principali aspetti del progetto che possono avere produrre effetti sul paesaggio saranno analizzati secondo le Linee guida Regionali sui paesaggi industriali e il DPCM 12.12.2005.

Per il tipo di progetto proposto, è rilevante soprattutto l'impatto visivo, che va comunque valutato, nonostante l'area di progetto ricada all'interno di un SIN.

Stiamo parlando di un paesaggio già segnato dalle presenze industriali, ed il progetto si inserisce in una grande area alle spalle dell'area industriale di Portovesme.

Subito a nord è presente una collina artificiale, frutto dell'accumulo dei materiali di discarica.

Attorno ci sono le torri dell'impianto eolico Enel Green Power.

A est sud-est ci sono le grandi ciminiere dell'area industriale di Portovesme.

In generale considerate le dimensioni in altezza degli elementi che circondano l'intervento fotovoltaico, questo non inciderà maniera significativa sullo skyline. Anche la sua superficie, per quanto importante, (circa 139 ettari di superfici recintate, su un lotto di 213 ettari), rappresenta una piccola parte dell'insieme dell'area. Inoltre anche le cabine sono di modeste dimensioni ed i movimenti di terra non sono volti a cambiare l'assetto orografico dell'area ma a produrre piccoli livellamenti localizzati.

L'area peraltro è abbastanza movimentata, per cui le ondulazioni del terreno agevolano per fare sì che il progetto non sia mai interamente visibile da nessun punto di vista, come vedremo nel seguito.

Per operare l'analisi visiva si è proceduto ad effettuare un'analisi di intervisibilità teorica dell'area di intervento, lavorando con un raggio di 5km.

Per il calcolo dell'intervisibilità, il progetto è stato semplificato utilizzando 27 punti di controllo che sono stati posizionati nei punti più rilevanti dell'impianto. Per l'analisi è stato utilizzato il DSM con base ad 1 m.

I risultati dell'analisi sono riportati nella seguente figura.

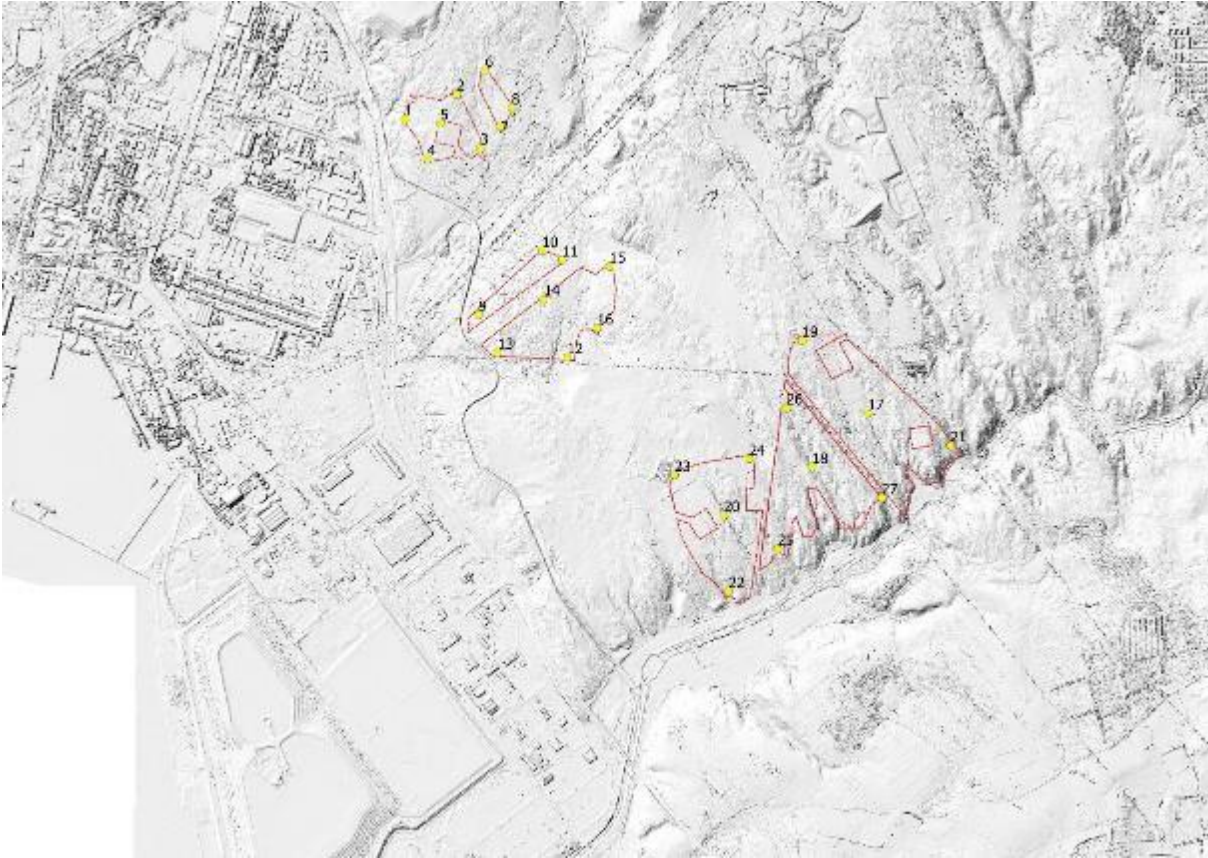


Figura 23_Limite campi e punti di controllo della visibilità

La carta propone in legenda i valori divisi in cinque classi, descritte attraverso indicatori linguistici e rappresentano quanti punti di controllo sono percepibili visivamente da una determinata porzione di territorio. Si comprende bene che le aree comprese nella prima classe “ruolo molto basso” rappresentano le zone da cui il campo fotovoltaico non risulta visibile, mentre la classe quinta “ruolo molto alto” dovrebbe indicare le aree da cui risultano visibili dal numero maggiore di punti di osservazione. Ovviamente i rilievi sono luoghi privilegiati, mentre i punti in piano o in depressione rispetto all’area circostante non hanno visibilità.



Figura 24_Risultati analisi intervisibilità

Dalla mappa si evince come non ci sono aree da cui i punti il cui ruolo visivo sia molto alto o alto (cioè da cui si vedono almeno 20 punti di controllo dell'impianto). L'area da dove l'impianto risulta più visibile è quella in giallo, da cui sarebbe possibile vedere da 11 a 15 punti. Usiamo il condizionale perché l'area è quella del trattamento dei fanghi rossi, a frequentazione praticamente nulla, per cui non è significativa quella visibilità. Restano in toni di azzurro i punti da cui è possibile vedere da 1 a 10 punti di controllo, cioè meno della metà dell'impianto.

L'area di intervisibilità è praticamente tutta inclusa all'interno dell'area SIN (che coincide con il comune di Portoscuso, con l'esclusione del versante nord-est della collina di Monte Sirai (191 mt), che si trova a circa 4000 mt in linea d'aria dalla recinzione sud. Tuttavia osservando le ortofoto si nota che la collina è ricoperta da alberi, che esplicano una significativa azione di mascheramento, per cui è complesso che un osservatore a terra possa davvero vedere l'impianto.

Il versante est dell'impianto non è visibile dalla Strada Provinciale 2, dato che questa è posta in scavo rispetto al territorio che attraversa. Dalla SP82, non c'è invece nessun tipo di visuale sull'impianto. Esso sarà visibile pertanto solo dalle strade comunali che lo attraversano, alcune delle quali sono proprio piste realizzate per raggiungere le pale dell'eolico che domineranno comunque lo sky line.

L'inserimento visivo del progetto è stato simulato tramite inserimento su ortofoto e su modello di terreno 3D, utilizzando le immagini satellitari.



Figura 25_Vista da sud-sud est con simulazione dell'intervento



Figura 26_Vista da ovest con simulazione dell'intervento



Figura 27_Planimetria generale con simulazione dell'intervento

Sulla base di quanto riportato dal DPCM 12.12.2005 art. 3.2, comma 3 possiamo provare a indicare le opere di mitigazione sia visive che ambientali previste, nonché evidenziare gli effetti negativi che non possano essere evitati o mitigati e proporre le eventuali misure di compensazione.

7.3.4 *Analisi delle potenziali interazioni delle opere con i beni paesaggistico-culturali*

L'analisi delle interazioni del progetto con il sistema dei beni di interesse storico culturale, in accordo a quanto espresso in premessa, è stata articolata su un'ulteriore livello di scala, corrispondente alle cosiddette aree contermini.

La definizione dell'art. 14.9 comma c del DM 10/9/2010, definisce adottando il punto di vista dei beni storico-culturali infatti: "si considerano localizzati in aree contermini gli impianti ricadenti nell'ambito distanziale di cui al punto b) del paragrafo 3.1 e al punto e) del paragrafo 3.2 dell'allegato 4 sulla base della massima altezza da terra dell'impianto". Introducendo di fatto un criterio mutuato dalle analisi paesaggistiche richieste per impianti eolici che impone un approfondimento conoscitivo nelle aree entro la distanza ottenuta moltiplicando la massima altezza da terra dell'impianto per il fattore 50. La massima altezza raggiunta dall'impianto, in accordo al quadro progettuale, può essere stimata in 2,5m sul piano di campagna, da cui discende un buffer per le aree contermini di circa 125m, arrotondata qui a 150m.

La ricognizione all'interno delle aree contermini all'impianto mostra come non vi siano in tale ambito territoriale nessun elemento di interesse, mentre all'esterno gli elementi più prossimi sono il complesso nuragico Paringaneddu (315 m dal primo pannello), il complesso megalitico e quello archeologico "S'impera Carta", ad una distanza di circa 600 m, e il nuraghe Crixionis (770 m).

Tab. 13_Quadro riepilogativo delle attività di ricognizione sui beni paesaggistici nell'area di studio (Fonte: elaborazione proprie sul Repertorio RAS 2017)

Beni archeologici

wkt_geom	CODICE_BUR	COMUNE	DENOMINAZ	FONTE	ATTO	TIPOLOGIA	X	Y	Visibilità	Distanza (Km)
Point (1455872 4336611)	5770	CARBONIA	INSEDIAMENTO DI MONTE SIRAI	DM		INSEDIAMENTO	1455872	4336611	Molto Bassa	4,2
Point (1451439 4341783)	5872	GONNESA	TEMPIO A POZZO DI NURAXI FIGUS	DM		TEMPIO	1451439	4341783	Nulla	2,1
Point (1450373 4344581)	5873	GONNESA	AREA ARCHEOLOGICA - NURAGHE SERUCI	DM		INSEDIAMENTO	1450373	4344581	Nulla	4,2
Point (1449792 4345726)	5874	GONNESA	INSEDIAMENTO FORTIFICATO DI PERDAIAS MANNAS	DM		INSEDIAMENTO	1449792	4345726	Nulla	5,3
Point (1449699 4338515)	5896	PORTOSCUSO	CIRCOLI MEGALITICI S'IMPERACARTA	DM		CIRCOLO	1449699	4338515	Nulla	0,6
Point (1448932 4343083)	5897	PORTOSCUSO	INSEDIAMENTI NURAGICI DI GHILLOTTA E MAIORCHINA	DM		INSEDIAMENTO	1448932	4343083	Nulla	2,8

Beni Paesaggistici

wkt_geom	CODICE_BUR	COMUNE	DENOMINAZ	FONTE	ATTO	TIPOLOGIA	X	Y	Visibilità	Distanza (Km)
Point (1454630 4338971)	4549	CARBONIA	MEDAU IS SERAFINIS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	1454630	4338971	nulla	2,5
Point (1455521 4338391)	4550	CARBONIA	MEDAU GARAUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	1455521	4338391	nulla	3,4
Point (1454949 4338015)	4551	CARBONIA	MEDAU DE IS FENUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	1454949	4338015	nulla	2,8
Point (1455866 4339677)	4557	CARBONIA	MEDAU ESU - SU MURTAXIU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	1455866	4339677	nulla	3,7
Point (1449523 4338321)	4560	PORTOSCUSO	MEDAU	PPR 2006		INSEDIAMENTO SPARSO	1449523	4338321	nulla	0,8
Point (1455643 4341387)	4614	CARBONIA	MEDAU ESU -CUCCURU SUERGIU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	1455643	4341387	nulla	4,5

Point (1454467 4341995)	4615	CARBONIA	MEDAU FRAU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 20.04.2010	INSEDIAMENTO SPARSO	145446 7	434199 5	nulla	4
Point (1446183 4339667)	7305	PORTOSCUSO	TORRE DI PORTOSCUSO	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	TORRE	144618 3	433966 7	molto bassa	3,3
Point (1455842 4336797)	7917	CARBONIA	NECROPOLI FENICIA MONTE SIRAI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NECROPOLI	145584 2	433679 7	nulla	4,1
Point (1455780 4336803)	7919	CARBONIA	NECROPOLI PUNICA MONTE SIRAI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NECROPOLI	145578 0	433680 3	Nulla	4
Point (1455623 4336880)	7922	CARBONIA	TOPHET MONTE SIRAI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	TOPHET	145562 3	433688 0	nulla	3,9
Point (1450462 4342095)	7926	GONNESA	NURAGHE IS BANGIUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	145046 2	434209 5	nulla	1,8
Point (1454829 4335850)	7937	CARBONIA	NURAGHE PILIU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NURAGHE	145482 9	433585 0	nulla	3,8
Point (1456044 4337563)	7982	CARBONIA	NURAGHE LALLAI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NURAGHE	145604 4	433756 3	nulla	4
Point (1455237 4336938)	7983	CARBONIA	NURAGHE SERRA NIEDDA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NURAGHE	145523 7	433693 8	molto bassa	3,5
Point (1455564 4337504)	7984	CARBONIA	NURAGHE	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	NURAGHE	145556 4	433750 4	molto bassa	3,6
Point (1455715 4336829)	8009	CARBONIA	DOMUS DE JANAS MONTE SIRAI A	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	DOMUS DE JANAS	145571 5	433682 9	nulla	4
Point (1455708 4336827)	8010	CARBONIA	DOMUS DE JANAS MONTE SIRAI B	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	DOMUS DE JANAS	145570 8	433682 7	nulla	4
Point (1455003 4335880)	8013	CARBONIA	DOMUS DE JANAS PILIU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	DOMUS DE JANAS	145500 3	433588 0	molto bassa	3,9
Point (1449762 4342439)	8015	GONNESA	CAPANNA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	CAPANNA	144976 2	434243 9	molto bassa	2
Point (1452193 4335975)	9138	PORTOSCUSO	NURAGHE E VILLAGGIO ATZORI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	INSEDIAMENTO	145219 3	433597 5	nulla	2,3
Point (1452751 4343178)	9144	GONNESA	NURAGHE MURRU MOI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	145275 1	434317 8	nulla	4
Point (1452299 4342818)	9145	GONNESA	NURAGHE MUROMOI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	145229 9	434281 8	nulla	3,4
Point (1451688 4341820)	9146	GONNESA	NURAGHE DE IS ARENAS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	145168 8	434182 0	nulla	2,3

Point (1449748 4342489)	9148	GONNESA	NURAGHE GHILOTTA II	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	144974 8	434248 9	molto bassa	2
Point (1451132 4341843)	9205	GONNESA	NURAGHE NURAXI FIGUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	NURAGHE	145113 2	434184 3	nulla	1,9
Point (1449078 4342651)	9206	PORTOSCUSO	NURAGHE GHILOTTA 1	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	NURAGHE	144907 8	434265 1	molto bassa	2,3
Point (1445983 4341651)	9207	PORTOSCUSO	NURAGHE E VILLAGGIO BACCU OLLASTA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	INSEDIAMENTO	144598 3	434165 1	bassa	3,7
Point (1450691 4337190)	9208	PORTOSCUSO	NURAGHE CRIXIONIS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	NURAGHE	145069 1	433719 0	molto bassa	0,7
Point (1454905 4337093)	9485	CARBONIA	INSEDIAMENTO PUNICO- ROMANO	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	INSEDIAMENTO	145490 5	433709 3	nulla	3,1
Point (1451279 4334510)	9492	SAN GIOVANNI SUERGIU	INSEDIAMENTO BRUNCU TEULA	PPR 2006		INSEDIAMENTO	145127 9	433451 0	nulla	3,3
Point (1451649 4334053)	9493	SAN GIOVANNI SUERGIU	INSEDIAMENTO	PPR 2006		INSEDIAMENTO	145164 9	433405 3	nulla	3,8
Point (1455865 4336609)	9764	CARBONIA	ABITATO MONTE SIRAI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 09.07.2010	INSEDIAMENTO	145586 5	433660 9	molto bassa	4,2
Point (1452249 4334208)	9766	SAN GIOVANNI SUERGIU	INSEDIAMENTO S'ACQUA SALIDA	PPR 2006		INSEDIAMENTO	145224 9	433420 8	nulla	3,8
Point (1452243 4343218)	9981	GONNESA	TOMBA DEI GIGANTI MURO MOI	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	TOMBA DEI GIGANTI	145224 3	434321 8	nulla	3,7
Point (1448932 4343064)	9982	PORTOSCUSO	VILLAGGIO PUNTA MAIORCHINA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	VILLAGGIO	144893 2	434306 4	nulla	2,7
Point (1449729 4338484)	9983	PORTOSCUSO	COMPLESSO ARCHEOLOGICO S'IMPERACARTA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	COMPLESSO	144972 9	433848 4	nulla	0,6
Point (1451717 4337898)	9985	PORTOSCUSO	COMPLESSO NURAGICO PARINGIANEDDU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	COMPLESSO	145171 7	433789 8	molto bassa	0,3
Point (1451441 4341779)	9986	GONNESA	TEMPIO A POZZO NURAXI FIGUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 16.02.2016	FONTE-POZZO	145144 1	434177 9	nulla	2,1
Point (1445577 4340871)	9990	PORTOSCUSO	AREA FUNERARIA PUNTA NIEDDA	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	NECROPOLI	144557 7	434087 1	nulla	3,9
Point (1452239 4340594)	9998	CARBONIA	DOMUS DE JANAS NURAXI FIGUS	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 07.07.2010	DOMUS DE JANAS	145223 9	434059 4	nulla	1,6

Beni identitari										
wkt_geom	CODICE_BUR	COMUNE	DENOMINAZ	FONTE	ATTO	TIPOLOGIA	X	Y	Visibilità	Distanza
Point (1445940 4340220)	1815	PORTOSCUSO	PORTO STORICO DI PALEDDU	PPR 2006		PORTO STORICO	1445940	4340220	nulla	3
Point (1447680 4338793)	1816	PORTOSCUSO	PORTO STORICO DI PORTOVESME	PPR 2006		PORTO STORICO	1447680	4338793	Nulla	2
Point (1446311 4339590)	7373	PORTOSCUSO	TONNARA SU PRANU	COPIANIFICAZIONE	VERBALE DEL 21.11.2016	TONNARA	1446311	4339590	Nulla	2,7

Beni architettonic i										
wkt_geom	CODICE_BUR	COMUNE	DENOMINAZ	FONTE	ATTO	TIPOLOGIA	X	Y	Visibilità	Distanza
Point (1446310 4339581)	5793	PORTOSCUSO	TONNARA SU PRANU	DM		TONNARA	1446310	4339581	Nulla	2,7

Per quanto riguarda le interferenze con le bellezze panoramiche ex L. 1497/39, l'area di progetto presenta la caratteristica peculiare di insistere nella stretta fascia pianeggiante su cui si sviluppa l'Agglomerato Industriale di Portovesme caratterizzato da imponenti elementi verticali (impianti eolici di taglia industriale, alte ciminiere, impianti termoelettrici) che ha come limite visivo da una parte il mare e dall'altra i rilievi del sistema collinare dei Monte Sinni, Punta Frais, Monte Frais, e dal rilievo in località Masongiu Cau. Questi rilievi rappresentano uno spartiacque, per cui i centri abitati ed i territori ad est di questi rilievi (Nuraxi Figus, Cortoghiana, Bacu Abis e Gonnese) non hanno percezione panoramica degli impianti.

Le bellezze panoramiche più vicine in quest'area sono rappresentate dai comuni di Calasetta e Sant'Antioco, le cui propaggini più prossime all'impianto stanno ad una distanza vicina ai 10 km. Oltre a questo, gli elementi dell'impianto sono relativamente bassi (2,5 metri), per cui per effetto degli ostacoli già esistenti (edifici e vegetazione) facilmente mascherano la vista, per cui l'impatto su questi contesti sarà pressoché nullo.

7.4 Analisi delle principali categorie di modificazioni dei sistemi paesaggistici

7.4.1 Modificazioni della morfologia

Tra i principali fattori che possono produrre le modificazioni in esame, il Legislatore indica gli "sbancamenti e movimenti di terra significativi, eliminazione di tracciati caratterizzanti riconoscibili sul terreno (rete di canalizzazioni, struttura parcellare, viabilità secondaria, ...) o utilizzati per allineamenti di edifici, per margini costruiti, ecc."

Data il tipo di progetto e la giacitura dell'area di progetto si prevede, se si esclude la realizzazione dei pali di fondazione, che non vi saranno interventi capaci di alterare la morfologia locale. Le modifiche infatti saranno molto puntuali e limitate.

Nello studio del progetto è stata prestata particolare attenzione al mantenimento della giacitura esistente per limitare il più possibile i movimenti di terra e mantenere inalterata la direzione di scorrimento e il recapito finale delle acque superficiali. In definitiva, sebbene l'intervento induca una modificazione della morfologia, questa può ritenersi di entità estremamente contenuta.

7.4.2 Modificazioni della compagine vegetale

Come leggibile nella Relazione agro-forestale - gli usi del suolo, in base anche alla carta della vegetazione, che prevalgono sono le garighe, le aree a copertura vegetale (macchia bassa e non continua) variabile in base alla rocciosità tra il 5% e il 40% del suolo, i seminativi in aree non irrigue e prevalentemente il pascolo naturale nell'AREA C del settore sud orientale dell'impianto. I seminativi risultano in parte abbandonati e in parte destinate al prato-pascolo. Gli impianti Boschivi artificiali dell'area C sono caratterizzati da sclerofille sempreverdi anche alloctone (Eucalitto). L'area non ha una più vocazione agricola, le scarse attività agricole sono relegate nelle zone a minor pendenza e su superfici esigue in cui i terreni sono più evoluti e profondi (depositi pleistocenici), non interessati dalla rocciosità affiorante e sui quali la macchia riesce a raggiungere copertura e dimensioni maggiori, per la presenza di una maggior quantità di suolo.

L'area di progetto attualmente è un pascolo naturale non lavorato, in cui il foraggio è garantito da essenze pabulari spontanee di scarso valore nutritivo. L'area non è dedicata a colture agricole perché non è adatta alle coltivazioni se non in limitatissime porzioni che non ne giustificano l'economicità, per le sue

caratteristiche pedologiche e ambientali e ricadendo in Area SIN, le stesse sono vietate da un'ordinanza del comune di Portoscuso la n. 9 del 06.03.2014, che intima la non produzione agricola dell'area.

I risultati, basati sul principio di massima precauzione, mostrano che gli individui arborei e/o arbustivi di grosse dimensioni oggetto di eliminazione sono in totale 218, mentre la macchia evoluta con copertura densa impattata dall'eliminazione per l'occupazione superficiale dell'impianto è pari a circa 7 ha e si localizza prevalentemente nell'Area C di impianto.

Il progetto prevede pertanto due tipi di misure per gli effetti sulla vegetazione: una di mitigazione e l'altra di compensazione.

Mitigazione. Poiché la realizzazione dell'impianto richiede l'eliminazione di alberi e arbusti, nel progetto viene raccomandato di minimizzare i danni alla vegetazione e di prestare particolare attenzione alle specie a rischio di estinzione presenti nell'area.

Le aree coinvolte nell'installazione dell'impianto sono suddivise in tre zone (A, B, C). Viene evidenziato l'importante periodo non riproduttivo (1 aprile - 31 luglio) per eseguire l'eradicazione e il taglio della vegetazione al fine di proteggere l'avifauna.

Le misure di mitigazione proposte includono il ripristino e il miglioramento della copertura erbacea rimossa durante la costruzione, con l'aggiunta di compost per migliorare il suolo. Si prevede anche la semina di un miscuglio di piante erbacee e la realizzazione di una fascia tampone perimetrale con specie arbustive ed arboree compatibili, sia per mitigare l'impatto visivo del parco fotovoltaico che per sostenere i servizi ecosistemici.

Il progetto prevede anche un piano di manutenzione post-impianto della durata di due anni, che include irrigazione, sostituzione di piante morte o indebolite e potatura di parti danneggiate. La manutenzione inizia al momento del completamento dei lavori.

Compensazione. Escludendo le aree a Gariga sulle quali gli effetti dell'impianto FV sono limitati per struttura della stessa, ma considerando che il numero degli alberi e arbusti di grosse dimensioni che saranno eliminati sono 218, e le aree macchia evoluta "medio-alta" che verranno eliminate proprio per le loro caratteristiche di altezza, occupano una superficie di circa 7 ettari, come misura di compensazione si individua il rimboschimento di un'area di estensione pari ad almeno 7 ettari, con specie arboree e/o arbustive autoctone e adattate in base alla localizzazione dell'area da rimboschire.

7.4.3 *Modificazioni dello skyline naturale o antropico*

Ricadono nella categoria delle modificazioni dello skyline tutte quelle attività che siano in grado di incidere sul "profilo dei crinali, profilo dell'insediamento" o in generale sulle quinte visuali di sfondo caratterizzanti le viste panoramiche. Le opere in esame, limitando al minimo le operazioni sulla morfologia, mantengono lo status attuale generale dei profili visivi conservando i caratteri di pendenza verso sud-sud ovest dominante imposti dalla morfologia locale.

Gli edifici e le strutture del campo solare raggiungono altezze fuori terra modeste e possono dirsi congruenti con gli elementi verticali presenti nell'area: quinte vegetali, edifici agricoli e in lontananza l'insediamento industriale di Portovesme.

Conseguentemente, la modificazione dello skyline può dirsi sostanzialmente assente o non apprezzabile.

7.4.4 *Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico*

Il legame tra le componenti ambientali e la qualità dell'assetto paesistico generale di un dato contesto territoriale implica che per mantenere uno *status* adeguato della componente non si possano alterare

significativamente i principali processi, legati in generale alle relazioni tra le parti, che riguardano la componente ecologica, la funzionalità idraulica profonda e superficiale. Il progetto si inserisce in un sito perimetrato da due canali. A est il canale di guardia e a sud, il canale Paringianu. Il primo raccoglie le acque che altrimenti scorrerebbero verso la zona industriale, il secondo è una versione antropizzata del rio Flumentepido, in quanto negli anni '70 l'ultima parte di questo, è stata oggetto di una serie di opere di regimazione idraulica mediante canalizzazioni che hanno in parte rettificato il suo percorso naturale (vedi Relazione di compatibilità Idraulica).

All'interno del sito invece attualmente le acque di scorrimento superficiale seguono il carattere frammentato e torrentizio dei compluvi di alcuni corsi d'acqua minori tra cui i rii Su Cannoni, Resputzus e Perdaias, e di una serie di piccoli torrenti. Tutti i predetti corsi d'acqua presentano regimi spiccatamente torrentizi, con momenti di piena durante il periodo tardo autunnale, invernale e primaverile e di secca nei periodi tardo primaverili ed estivi. Lo stesso Canale di Paringianu fa registrare sensibili variazioni della propria portata durante il corso dell'anno.

La recinzione perimetrale delle tre macro aree e l'elettrodotto di collegamento delle cabine di impianto con la stazione elettrica di utenza ubicata nel comune di Gonnese realizzati secondo le modalità prescritte nella relazione di compatibilità idraulica possono considerarsi, dal punto di vista idraulico, AMMISSIBILI ai sensi degli articoli 27 comma 3 lettera h e 27 comma 2 lettera l delle N.A. del PAI (testo Coordinato Dicembre 2022) e COMPATIBILI con quanto richiesto dall'Art. 23 comma 9.

Dal punto di vista della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico il progetto non altera alcunché, visto che i deflussi resteranno sostanzialmente inalterati rispetto alla situazione attuale.

La classe di modificazioni indotte, se intesa negativamente, può dirsi presente ma di magnitudo pressoché trascurabile.

7.4.5 Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico

La tipologia di modificazioni di cui sopra costituisce, generalmente, uno dei nodi di maggiore problematicità nell'ambito della valutazione degli impatti paesaggistici di un'opera infrastrutturale.

Come esposto nel precedente paragrafo 7.3.4, l'aspetto dell'impatto visivo appare ragionevolmente un problema secondario per l'impianto in progetto. Ciò in virtù dei modesti ingombri verticali e della loro posizione centrale rispetto al lotto di progetto, della limitata porzione del lotto di progetto occupata nonché della conformazione del bacino visivo, in cui le condizioni di visibilità sono limitate, per motivi morfologici, a settori collinari, distanti dall'area di progetto e perlopiù inaccessibili e coperti di vegetazione alta. Inoltre la realizzazione delle opere di mitigazione, con la presenza di una fascia tampone perimetrale plurispecifica, aumenta significativamente l'effetto di mascheramento dell'impianto.

La classe di modificazioni in esame, ancorché presente, può, pertanto, classificarsi di grandezza e magnitudo bassa.

7.4.6 Analisi delle principali categorie di alterazione dei sistemi paesaggistici

Il D.P.C.M. 12/12/2005 indica, a titolo esemplificativo, alcuni dei più importanti tipi di alterazione dei sistemi paesaggistici che possono avere effetti totalmente o parzialmente distruttivi, reversibili o non reversibili, sulla qualità del paesaggio. Nel seguito sono analizzati sinteticamente tali fenomeni in relazione all'intervento di progetto.

Intrusione: per la particolare natura del progetto e del contesto territoriale, l'intervento induce inevitabilmente potenziali effetti di intrusione, trattandosi di una centrale energetica di taglia industriale, formalmente e semanticamente incongrua rispetto ai caratteri peculiari compositivi di quella che viene identificata come un'area agricola. D'altro canto, l'utilizzo del territorio agricolo per finalità energetiche, oltre che essere contemplato espressamente dal Legislatore, in virtù del principio di massima diffusione delle fonti rinnovabili, diventa indispensabile per assicurare un adeguato sviluppo di talune categorie di impianti (parchi eolici, grandi centrali solari o gli stessi impianti a biomassa), che sia propedeutico all'auspicabile crescita tecnologica, alla riduzione dei costi di produzione energetica ed alla progressiva decarbonizzazione degli approvvigionamenti. La situazione è peraltro già segnata dalla presenza di pale eoliche, che di fatto, percettivamente dominano tutto il territorio su cui si andrà ad installare il fotovoltaico. Gli effetti materiali e percepibili del fenomeno dell'intrusione potranno essere d'altro canto minimizzati sfruttando i caratteri di segregazione percettiva del contesto, attribuibili alla diffusa presenza di filari di essenze arboree. Il progetto prevede, inoltre, tra le misure di mitigazione degli impatti visivi, la realizzazione di una fascia tampone, che, nel breve periodo, occulterà l'impianto alla vista, agendo efficacemente su una delle principali cause del fenomeno in esame: la percezione diretta. Sotto il profilo immateriale, o di significato, risulterà di centrale importanza l'adeguato contenimento dei disturbi ambientali associati all'operatività del campo fotovoltaico, riferibili principalmente ad una appropriata e rigorosa gestione dei processi (manutenzioni, circolazione e pulizia dell'impianto) e, non ultimo, un'adeguata manutenzione del verde.

Suddivisione e frammentazione: Secondo la terminologia dell'ecologia del paesaggio la realizzazione dell'impianto in progetto assume, più che le caratteristiche del processo di frammentazione, quelle della "perforazione" che, per le scelte progettuali e per le misure di mitigazione definite, può dirsi reversibile e legata alla vita utile del progetto. In tal senso, la stessa geometria dell'area di progetto esclude la possibilità di ulteriore suddivisione e frammentazione paesaggistico-ambientale, fenomeno ben distinto dall'occupazione di suolo e maggiormente riferibile ad infrastrutture lineari. L'unico effetto ascrivibile alla fattispecie è, dunque, la suddivisione in tre porzioni di una grande *patch* appartenente alla classe di naturalità più bassa.

Riduzione: il fenomeno di alterazione per riduzione può ricondursi al filone disciplinare dell'ecologia del paesaggio che per primo lo definisce classicamente come "shrinkage", concetto spesso tradotto con la locuzione di "erosione" dei frammenti naturali presenti in un dato ecosistema. Nel caso specifico tale fenomeno esiste, ma è mitigato e compensato adeguatamente, vista l'interferenza (peraltro reversibile) con queste *patch*, peraltro caratterizzata da un basso valore ecologico, nonché l'assenza di nuove piste o infrastrutture nell'area di studio.

Eliminazione progressiva delle relazioni: tale tipologia di alterazione paesaggistica è suscettibile di manifestarsi, in senso generale, allorché le relazioni (visive, storico-culturali o meramente simboliche) intercorrenti, alla scala di paesaggio (sia in senso geografico che antropico-percettivo), tra il contesto paesaggistico e l'area di progetto o altri elementi del sistema, fossero interrotte. Si rileva, al riguardo, come l'area di progetto sia già di per se caratterizzata da fenomeni di segregazione percettiva, in virtù della propria appartenenza ad un perimetro SIN e al divieto di pratica di colture agricole, come da ordinanza del comune di Portoscuso la n. 9 del 06.03.2014, che intima la non produzione agricola dell'area in oggetto. L'effetto sarà comunque scongiurato dalla scelta di realizzare nelle porzioni del lotto non impiegate per la produzione elettrica le misure di mitigazione e compensazione agro-forestale completamente in linea con i caratteri paesaggistici dell'area. Non si riconoscono, inoltre, nell'area di progetto particolari elementi qualificanti sotto il profilo storico-culturale e simbolico, caratterizzanti il sito e suscettibili di eliminazione irreversibile o alterazione strutturale.

Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala vasta o di scala locale: nonostante l'area di progetto si situi in posizione dominante rispetto alle aree umide di Bau 'e Cerbu, essa risulta poco interessata da processi ambientali di area vasta. Detto ciò comunque le trasformazioni proposte restano compatibili con la frequentazione della fauna di piccola taglia, e, in virtù delle caratteristiche dei processi e delle sostanze impiegate, non si ravvisano, per le motivazioni più sopra elencate, significative interazioni con il sistema idrografico di alimentazione delle stesse o rischi concreti di introduzione di sostanze pericolose per l'ambiente o bioaccumulabili.

Destutturazione e deconnotazione: il fenomeno avviene soprattutto quando si altera la struttura di un sistema paesaggistico per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche, alterazione dei caratteri costitutivi. Per tutto quanto precede, il rischio di destrutturazione o deconnotazione paesaggistica territoriale è da ritenere presente, ma, vista: la presenza di pale eoliche, e la prossimità all'area industriale di Portovesme a valle e delle miniere di carbone a monte; la reversibilità dell'opera a fine vita utile; si valuta che essa comunque non rappresenti né un effetto permanente né a lungo termine, ferma restando la rigorosa attuazione degli interventi di mitigazione e compensazione previsti, orientati principalmente alla conservazione della copertura vegetale che ai fini del mascheramento e dell'integrazione ambientale.

7.4.7 Analisi delle situazioni di impatto nelle scale di riferimento secondo le categorie proposte dalle Linee guida per i paesaggi industriali

Per maggiore semplicità sono state condensate nella seguente tabella le considerazioni relative agli impatti paesaggistici potenziali ricavati dalle analisi compiute dalla RAS nelle Linee guida per i paesaggi industriali per gli impianti fotovoltaici.

	Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p><u>Effetto desertificazione</u> causato dalla mancanza di circolazione d'aria e di drenaggio del suolo</p>	<p>Durante i mesi caldi, il terreno sotto i pannelli fotovoltaici tende ad essere più fresco durante il giorno e più caldo durante la notte, mentre durante i mesi freddi, si osserva una differenza di temperatura tra le aree coperte e non coperte dai pannelli. Anche il vento svolge un ruolo importante nella mitigazione delle differenze di temperatura, contribuendo alla miscelazione dell'aria più calda e più fredda all'interno dell'area dell'impianto. Questo fenomeno aiuta a mantenere una certa omogeneità termica nell'ambiente circostante. La presenza dei pannelli fotovoltaici influisce</p>	<p>Al fine di favorire una veloce ricolonizzazione delle aree libere dalle stringhe di pannelli fotovoltaici da parte delle comunità vegetali erbacee è previsto un intervento di miglioramento delle caratteristiche del suolo al fine di renderlo compatibile con l'insediamento di una copertura erbacea ed arbustiva nelle aree non occupate dalle apparecchiature dell'impianto e dalla viabilità. A tal fine, si avrà cura di</p>	<p>Gli effetti microclimatici derivanti dalla realizzazione di un campo solare sono rilevanti nell'ambito dell'area circostante, ma non hanno impatti significativi sul clima su vasta scala o sulla salute umana. L'impatto è principalmente limitato all'ambiente diretto dell'impianto e può essere considerato reversibile alla fine della sua vita utile.</p>	<p>Escludendo le aree a Gariga sulle quali gli effetti dell'impianto FV sono limitati per struttura della stessa, ma considerando che il numero degli alberi e arbusti di grosse dimensioni che saranno eliminati sono 218, e le aree macchia evoluta "medio-alta" che verranno eliminate proprio per le loro caratteristiche di altezza, occupano una superficie di circa 7 ettari, come misura di compensazione si individua il rimboschimento di un'area di estensione pari ad almeno 7 ettari, con</p>		

	Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
	sull'umidità del terreno sottostante, con conseguenze sulla vegetazione circostante. La maggiore radianza dei pannelli rispetto al terreno agricolo circostante determina temperature più basse durante le notti stellate, favorendo la condensa e l'umidità del suolo. Questo può avere un impatto sulla vegetazione, offrendo condizioni microclimatiche più fresche e umide rispetto alle aree non coperte dall'impianto.	miscelare alla parte superiore (primi 30 cm dal piano di campagna) una quantità di compost originato dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti domestici (RSU) pari a 30 t/ha o derivante da scarti di origine animale (SOA) in ragione di 20- 22 t/ha.		specie arboree e/o arbustive autoctone e adattate in base alla localizzazione dell'area da rimboschire.		
Effetto "terra bruciata" causato dall'effetto desertificazione associato all'irraggiamento continuo senza periodi di ombra nella zone non coperte da pannelli	L'effetto può dirsi, per la tipologia di impianto di basso impatto, ma comunque da considerare. Difatti si osserva una differenza di temperatura tra le aree coperte e non coperte dai	La mitigazione dell'effetto si otterrà mediante la piantumazione delle porzioni di lotto non interessate dall'impianto di				

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p>pannelli. I pannelli si trovano ad un'altezza da terra di circa 2,5m sono larghi 2 m circa, quindi si apprezzano varie aree scoperte, ma si evidenzia che la maggiore radianza dei pannelli rispetto al terreno agricolo circostante determina temperature più basse durante le notti stellate, favorendo la condensa e l'umidità del suolo. Questo può avere un impatto sulla vegetazione, offrendo condizioni microclimatiche più fresche e umide rispetto alle aree non coperte dall'impianto.</p>	<p>produzione elettrica. Riguardo alla tipologia di impianto, le misure di mitigazione dell'effetto desertificazione, riducono di per sé al minimo l'effetto.</p>				

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p>Effetto impermeabilizzazione causato dalle strutture di sostegno dei pannelli messe in opera su basamenti cementizi, nonché dalla viabilità interna di servizio</p>	<p>L'impermeabilizzazione del suolo, non eliminabile nell'area delle cabine, sarà compensata con l'incremento della capacità di evapotraspirazione del sito di progetto (ad oggi costituito da terreno nudo) garantita dalle previsioni agronomiche per i terreni al di sotto dei pannelli e per le aree del lotto di progetto non occupate dalla produzione elettrica.</p>				

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p><u>Effetto sottrazione di terreno agricolo produttivo</u></p> <p>L'area di progetto attualmente è un pascolo naturale non lavorato, in cui il foraggio è garantito da essenze spontanee di scarso valore nutritivo. L'area non è dedicata a colture agricole perché non è adatta alle coltivazioni se non in limitatissime porzioni che non ne giustificano l'economicità, per le sue caratteristiche pedologiche e ambientali, e perché, ricadendo in Area SIN, le stesse sono vietate da un'ordinanza del comune di Portoscuso la n. 9 del 06.03.2014, che intima la non produzione agricola dell'area in oggetto. Pertanto l'esecuzione dell'analisi di impatto non presenta elementi che ne giustificano l'esecuzione.</p>	<p>La forestazione prevista in progetto migliorerà il paesaggio agrario sia dal punto di vista percettivo che produttivo, impostandosi su un contesto attualmente abbandonato (percezione negativa) e incolto</p>				

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p><u>Effetto modificazione della trama agricola</u></p> <p>Fatte le dovute considerazioni si può stimare che l'impianto avrà pochi effetti sia dal punto di vista ecologico (avremo una scarsa frammentazione e sottrazione di habitat) che dal punto di vista percettivo (il complesso sarà scarsamente visibile dall'esterno del lotto e anche all'interno del lotto stesso l'intervisibilità sarà bassa).</p>	<p>L'integrazione dell'impianto nel contesto agricolo avverrà sostanzialmente rispettandone le direttrici principali e curando in modo particolare la forestazione prevista.</p>	<p>L'impatto, come detto, debolmente negativo e con effetti di breve periodo in fase di cantiere e di dismissione, mentre di lungo periodo durante la fase di esercizio, ma in ogni caso mitigabili, grazie alle opere di forestazione compensativa. Ma gli effetti saranno comunque reversibili a breve termine (allo smontaggio e demolizione dell'impianto praticamente saranno svaniti) e presenti solo a scala locale.</p>	<p>La realizzazione della forestazione nella porzione del lotto di progetto non direttamente occupata dall'impianto contribuirà a rendere l'intervento congruo con il contesto di riferimento</p>	<p>L'effetto, dato il particolare layout di progetto, l'insieme delle misure di mitigazione adottate e la varietà delle trame del tessuto agricolo alla scala più vasta, può dirsi non presente.</p>	
<p><u>Effetto disordine visivo- percettivo</u></p>		<p>Tutto il comparto in cui si posiziona il</p>	<p>La realizzazione della forestazione</p>	<p>L'effetto, dato il particolare layout di</p>	

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
causato dalla modificazione dei caratteri del luogo e della sua relazione con il contesto di riferimento		progetto è fortemente definito nei suoi caratteri percettivi, dalla presenza delle imponenti strutture industriali dell'Agglomerato Industriale di Portovesme. Tutto ciò costituisce il contesto percettivo fortemente trasformato in cui si inserisce il progetto, caratterizzato da preponderanti effetti di mascheramento. I punti panoramici più prossimi, ma di bassa frequentazione, sono il sistema di	nella porzione del lotto di progetto non direttamente occupata dall'impianto contribuirà a rendere l'intervento congruo con il contesto di riferimento	progetto, l'insieme delle misure di mitigazione adottate e la varietà delle trame del tessuto agricolo alla scala più vasta, può dirsi non presente.	

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
		<p>ad est dall'allineamento dei piccoli rilievi collinari di Monte Sinni, Punta Frais, Monte Frais, e dal rilievo in località Masongiu Cau. Questi rilievi rappresentano uno spartiacque, per cui i centri abitati ed i territori ad est di questi rilievi (Nuraxi Figus, Cortoghiana, Bacu Abis e Gonnese) non hanno percezione panoramica degli impianti.</p>			
<u>Effetto di decontestualizzazione dei beni storico-culturali</u>		L'effetto non sussiste per l'assenza di interferenze dirette con il sistema dei beni			

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
		storico-culturali (cfr. par. 7.3.5)			
<u>Effetto di disordine urbanistico</u>					
<u>Effetto di modificazione dell'integrità dei paesaggi culturali</u>		L'effetto, dato il particolare layout di progetto, l'insieme delle misure di mitigazione adottate e la varietà delle trame del tessuto agricolo alla scala più vasta, può dirsi non presente. Il progetto si pone in continuità con i significati semantici dei paesaggi circostanti, che, si distinguono nel panorama regionale per l'essere		L'effetto, dato il particolare layout di progetto, l'insieme delle misure di mitigazione adottate e la varietà delle trame del tessuto agricolo alla scala più vasta, può dirsi non presente.	

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
		fortemente improntati alla produzione intensiva in senso industriale.			
<u>Modifica dello skyline</u>	Le opere in esame, limitando al minimo le operazioni sulla morfologia, mantengono lo status attuale generale dei profili visivi conservando i caratteri di dominanti imposti dalla morfologia locale.	Le strutture del campo solare raggiungono altezze fuori terra modeste e possono dirsi congruenti con gli elementi verticali presenti nell'area: quinte vegetali, edifici agricoli e in lontananza l'insediamento industriale di Portoscuso.	Gli effetti di mitigazione visiva dagli interventi di forestazione previsti combinati con la particolare morfologia dell'area di progetto possono ritenersi sufficienti a escludere l'effetto alla scala di contesto.	L'effetto, dato il particolare layout di progetto, l'insieme delle misure di mitigazione adottate e la struttura del bacino visivo alla scala più vasta, può dirsi non presente.	

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p>Visibilità definizione delle aree da cui l'impianto risulta visibile</p>		<p>I caratteri di confinamento fisico e percettivo dell'area di intervento, l'inserimento all'interno di un'area dove già sono presenti pale eoliche, e l'esistenza predominante nel paesaggio locale dell'agglomerato di Portovesme e del sito della miniera, rappresentano certamente un fattore che limita la sensibilità del territorio relativamente alla potenziale alterazione delle suoi connotati estetico-percettivi. Le strade che</p>	<p>Gli effetti di mitigazione visiva dagli interventi di forestazione previsti combinati con la particolare morfologia dell'area di progetto possono ritenersi sufficienti a escludere l'effetto alla scala di contesto.</p>		

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
		<p>circondano l'impianto sono destinate praticamente solo a traffico locale, per cui l'impianto oltre che mascherato esso comunque sarebbe visibile da punti visuali caratterizzati da frequentazione molto scarsa.</p>			
<p>Co-visibilità La presenza di più impianti può generare: co-visibilità, quando l'osservatore può cogliere più impianti da uno stesso punto di vista (tale co-visibilità può essere in combinazione, quando diversi impianti sono compresi nell'arco di visione dell'osservatore allo stesso tempo, o in successione, quando</p>		<p>I caratteri di confinamento fisico e percettivo dell'area di intervento, l'inserimento all'interno di un'area dove già sono presenti pale eoliche, e l'esistenza predominante nel paesaggio locale dell'agglomerato</p>	<p>Gli effetti di mitigazione visiva dagli interventi di forestazione previsti combinati con la particolare morfologia dell'area di progetto possono ritenersi sufficienti a escludere l'effetto alla scala di contesto.</p>	<p>Le strutture del parco fotovoltaico raggiungono altezze fuori terra modeste. Per tale motivo il fenomeno di covisibilità alla scala di area vasta può dirsi praticamente assente.</p>	

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p>l'osservatore deve girarsi per vedere i diversi impianti); o effetti sequenziali, quando l'osservatore deve muoversi in un altro punto per cogliere i diversi impianti (è importante in questo caso valutare gli effetti lungo le strade principali o i sentieri frequentati).</p>		<p>di Portovesme e del sito della miniera, rappresentano certamente un fattore che limita la sensibilità del territorio relativamente alla potenziale alterazione delle suoi connotati estetico-percettivi. Le strade che circondano l'impianto sono destinate praticamente solo a traffico locale, per cui l'impianto oltre che mascherato esso comunque sarebbe visibile da punti visuali caratterizzati da frequentazione molto scarsa.</p>			

Sito		Contesto (10km)		Ambito paesaggistico	
Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione	Situazione di impatto	Mitigazione
<p>Intervisibilità visibilità reciproca tra diversi impianti che si trovino nel bacino visivo dell'impianto in progetto</p>		<p>La prossimità dell'area di progetto al contesto della zona Industriale di Portoscuso pone il progetto in esame nella condizione di confrontarsi con i numerosi impianti eolici ivi presenti. Nonostante le sostanziali differenze tra le due tipologie il fenomeno di covisibilità può dirsi possibile ma poco probabile, data la struttura del bacino visivo del progetto in esame e la tipologia degli impianti che mai raggiungono altezze fuori terra significative.</p>	<p>Gli effetti di mitigazione visiva dagli interventi di forestazione previsti combinati con la particolare morfologia dell'area di progetto possono ritenersi sufficienti a escludere l'effetto alla scala di contesto.</p>	<p>Le strutture del parco fotovoltaico raggiungono altezze fuori terra modeste. Per tale motivo il fenomeno di covisibilità alla scala di area vasta può dirsi praticamente assente.</p>	

8 Assetto demografico e socio-economico

8.1 Premessa

Appare chiaro che la valutazione dell'assetto demografico e socio-economico dell'area del progetto dovrà essere l'area vasta, almeno dell'ex provincia di Carbonia-Iglesias, oramai abolita dal 2016, e per utilizzare qualche dato più recente, dell'attuale provincia del Sud Sardegna, di cui il comune fa parte. Poco senso avrebbe limitare lo studio al comune di Portoscuso, sia per la tipologia del progetto, che si presta ad avere ricadute sull'area vasta, che per la rilevante mobilità dei lavoratori, che copre tranquillamente isocrone fino a 60 minuti.

L'analisi del contesto demografico e socio-economico come principali base dati utilizzerà quelli reperibili on line dall'ISTAT e dunque riferibili sia ad indagini di carattere periodico (ad. es. il censimento della popolazione) che a basi dati aggiornate in maniera continua (ad es. i dati sulla popolazione). Questi verranno integrati con altre ricerche e documenti riferibili alle stesse aree e con considerazioni particolari legate alla specificità del progetto nel merito della sua interazione con la struttura socio economica esistente.

L'obiettivo è quello di fornire una visione d'insieme della struttura socio-economica dell'area vasta di riferimento.

Per valutare la struttura socio-economica faremo considerazioni e illustreremo dati relativi a diversi ambiti concettuali di riferimento: la demografia, il lavoro e l'istruzione e il sistema economico. Il tema della demografia verrà esplorato in maniera più dettagliata, partendo sempre da un inquadramento di area vasta ma scendendo di scala e presentando dati e considerazioni a scala comunale, per Portoscuso e i comuni più prossimi.

Per il quadro del sistema del lavoro ci si riferirà invece al sottoinsieme provinciale costituito dal sistema locale del lavoro di Carbonia (di cui fa parte il Comune di Portoscuso).

Lo studio delle dinamiche demografiche si basa su dati Istat e, saranno valutati sia in valore assoluto, per illustrarne i trend evolutivi e le caratteristiche salienti, che attraverso vari indici atti a chiarire la situazione strutturale della popolazione.

Sia i dati della domanda che quelli dell'offerta turistica hanno come fonte i dati ISTAT. I dati relativi all'istruzione hanno come fonte il Censimento permanente della Popolazione.

8.2 Consistenza e dinamiche demografiche e il sistema sociale

I più recenti dati disponibili (fonte demo.istat.it - residenti dicembre 2022) indicano, per la nuova provincia del Sud Sardegna, una popolazione complessiva di 334.198 unità con una densità demografica di 51,18 abitanti per km². Il territorio provinciale di 6530 Km² rappresenta circa il 25% della superficie regionale. Considerato che la Sardegna registrava 1.578.146 abitanti questo significa che parliamo del 21,18% dell'intera popolazione dell'isola.

Tuttavia vista la grande estensione dell'attuale provincia che include 107 comuni, che vanno dalla costa occidentale a quella orientale, si è preferito restringere il campo della ricerca. Per farlo si è presa come riferimento l'area storica del Sulcis, che in parte coincide oggi con l'unione dei comuni omonima.

Pertanto per studiare un territorio più prossimo e rappresentativo della realtà di Portoscuso, studieremo i 20 comuni del Sulcis facenti parte della Provincia del Sud Sardegna: Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domus

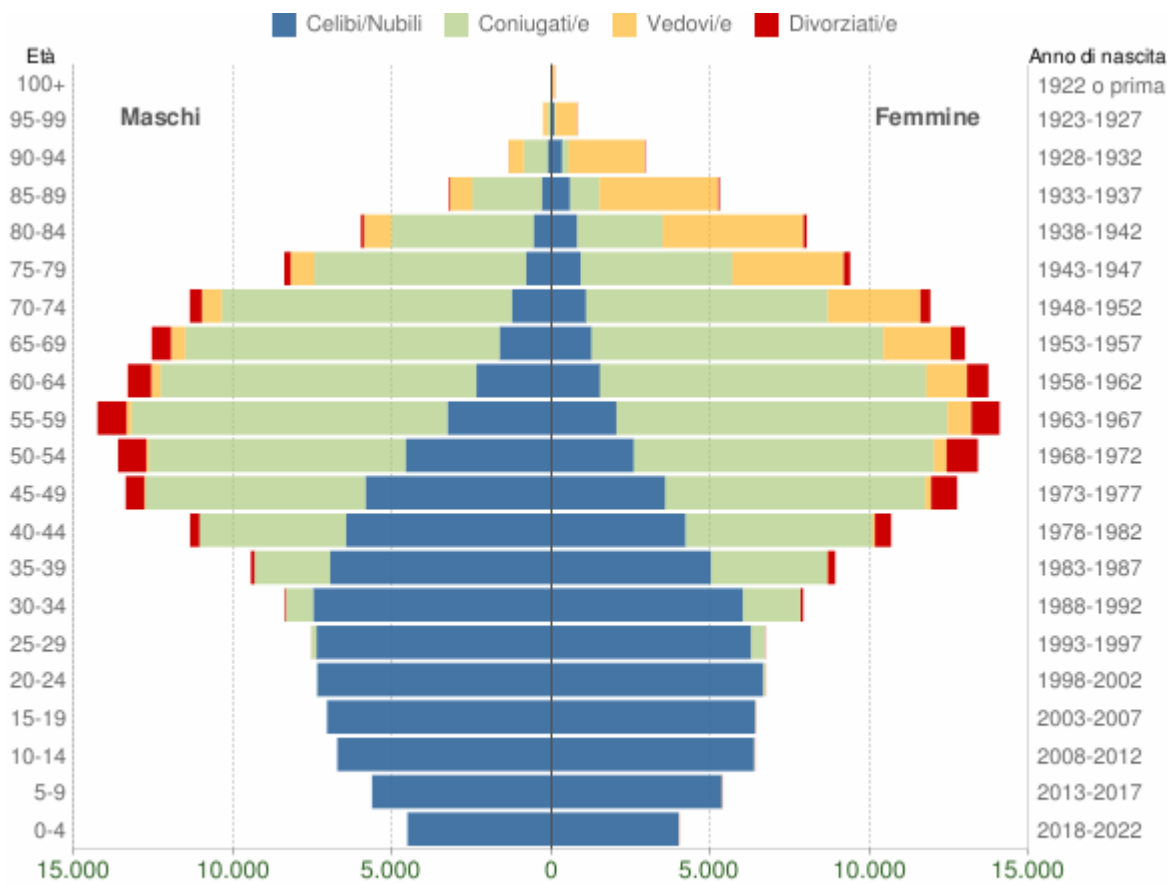
de Maria, Giba, Masainas, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Santadi, Siliqua, Teulada, Tratalias, Villamassargia e Villaperuccio.

Se poi analizziamo i dati della popolazione a livello comunale (Tabella 14) vediamo che il comune più grande è Carbonia, ed il comune di Portoscuso è il 5° dell'area per abitanti. La densità è molto variabile tra i comuni, tra i 181 ab/kmq di Carbonia e i soli 28 di Villaperuccio. Portoscuso si attesta a 127 (un valore decisamente interessante per la Sardegna) a testimonianza del suo ruolo di centro industriale, abbastanza attrattivo per la forza lavoro.

Tab. 14_Prov. Sud Sardegna - Comuni del Sulcis per popolazione residente 2022 . Fonte Istat- Elaborazioni tuttItalia.it

Pos.	Comune	Popolazione	Superficie	Densità	Altitudine
		residenti	km ²	abitanti/km ²	m s.l.m.
1	CARBONIA	26.309	145,54	181	111
2	Sant'Antioco	10.668	87,89	121	7
3	Carloforte	5.937	51,1	116	10
4	San Giovanni Suergiu	5.644	72,37	78	16
5	Portoscuso	4.834	38,09	127	6
6	Siliqua	3.565	189,84	19	66
7	Villamassargia	3.367	91,39	37	121
8	Teulada	3.256	246,18	13	50
9	Santadi	3.170	116,48	27	135
10	Narcao	3.052	85,87	36	125
11	Calasetta	2.779	31,06	89	9
12	Sant'Anna Arresi	2.620	36,68	71	77
13	Giba	1.920	30,44	63	59
14	Domus de Maria	1.641	97,14	17	66
15	Nuxis	1.437	61,59	23	190
16	Perdaxius	1.305	29,5	44	98
17	Masainas	1.228	23,69	52	56
18	Tratalias	1.021	31	33	30
19	Villaperuccio	1.007	36,43	28	68
20	Piscinas	794	16,89	47	66
	SULCIS	85.554	1.519	56	

Se analizziamo nel dettaglio la composizione della popolazione vediamo che, come in larga parte d'Italia, siamo in una fase di calo demografico. Infatti la piramide di età (fig. 19), mostra chiaramente una base in forte restringimento.



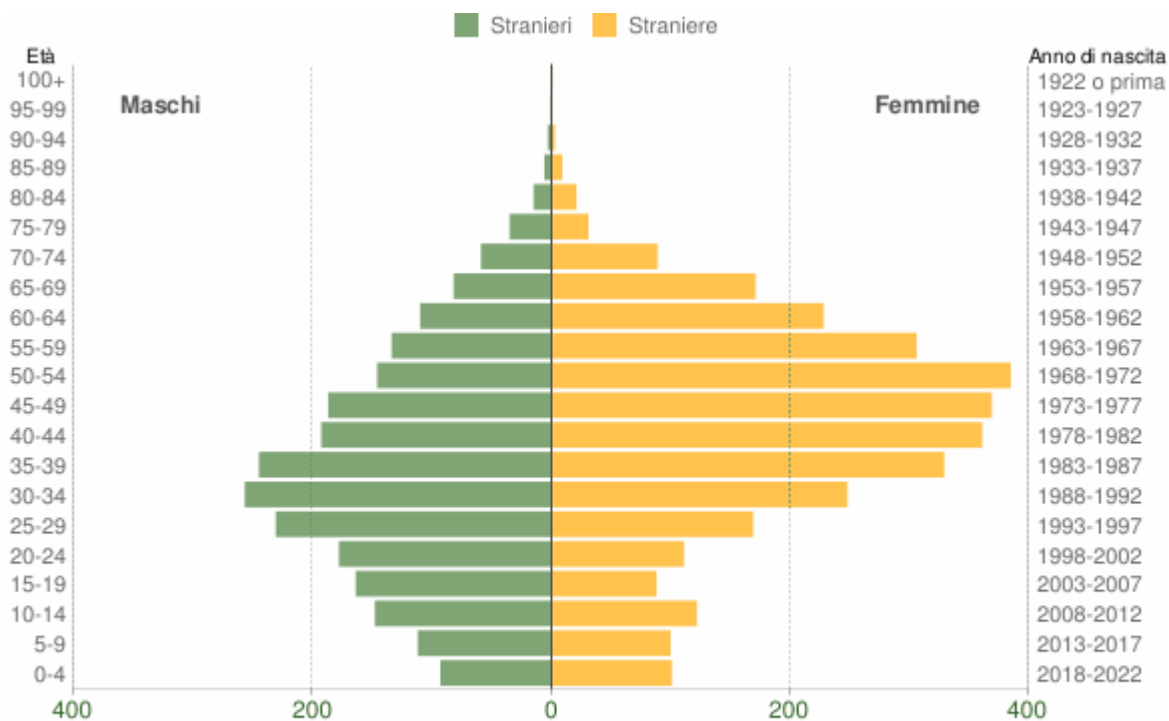
Popolazione per età, sesso e stato civile - 2023

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT 1° gennaio 2023 - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 29_Piramide delle età

Questa piramide già anticipa molte considerazioni che vedremo in relazione alla struttura, all'età ed ai trend demografici della popolazione (anche di quella più specifica dell'area del Sulcis) essendo tipica di popolazioni in forte calo e tendenti ad un invecchiamento generale. Si capisce come oramai nell'area è da circa 50 anni che le nascite sono in calo (la fascia di popolazione più numerosa è 55-59 anni, da lì in giù il fuso si restringe continuamente). Questo significa che, se non avremo eccezionali apporti demografici dovuti ad immigrazioni ad oggi poco probabili, ancora nei prossimi 50 anni la popolazione continuerà a diminuire significativamente.

È interessante il confronto di questa piramide con la successiva, relativa invece ai soli cittadini stranieri residenti nella provincia.



Popolazione per cittadinanza straniera per età e sesso - 2023

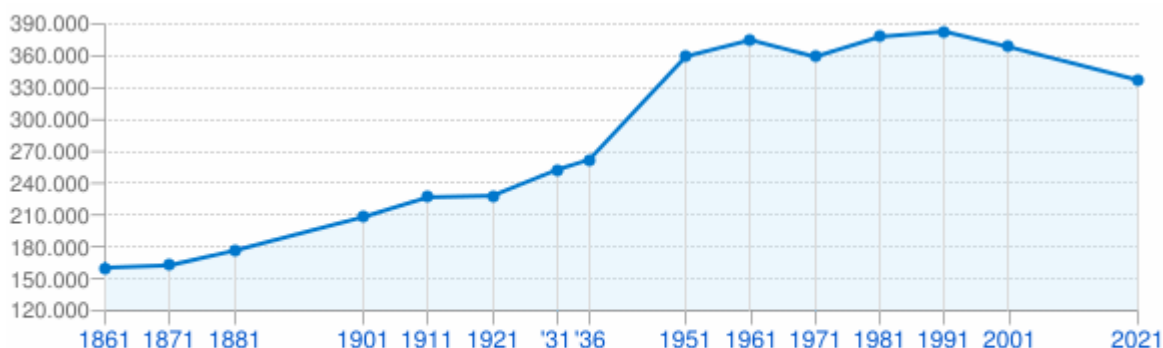
PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT 1° gennaio 2023 - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 30_ Piramide di età cittadinanza straniera

La piramide in questo caso è più schiacciata verso il basso (popolazioni più giovani, specie tra i maschi). Tuttavia il numero di stranieri è in calo negli ultimi anni, per cui attualmente neppure questa componente aiuta a tamponare le perdite di popolazione, sia nel bilancio naturale che in quello relativo al saldo dell'emigrazione.

Abbiamo in tutto 5.642 stranieri residenti, appena l'1,87%. Contro il 3,2% della media della Sardegna e l'8,7% dell'Italia, a testimoniare la scarsa attrattività di questo territorio.

Vediamo ora il trend generale della popolazione per ragionare sulle dinamiche demografiche.



Popolazione residente ai censimenti

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 31_ Popolazione residente Sud Sardegna ai censimenti

Come si vede dalla curva, la tendenza attuale è quella di costante calo, in attesa di una probabile accelerazione dello stesso, considerando che le previsioni demografiche ISTAT 2022-2080 (previsione

centrale) calcolano una popolazione della Sardegna che passa da 1.587.000 a 1.361.296 residenti nel 2041, con una perdita netta di circa 230.000 residenti (il 14% in meno). Le stesse previsioni, fatte per la provincia del Sud Sardegna ci portano a passare dagli attuali 333.548 a 269.387 residenti (19% in meno) a testimoniare come la nostra provincia sia in una situazione decisamente peggiore rispetto al resto dell'isola.

Se poi analizziamo gli ultimi anni abbiamo un quadro più dettagliato del momento che stiamo vivendo.

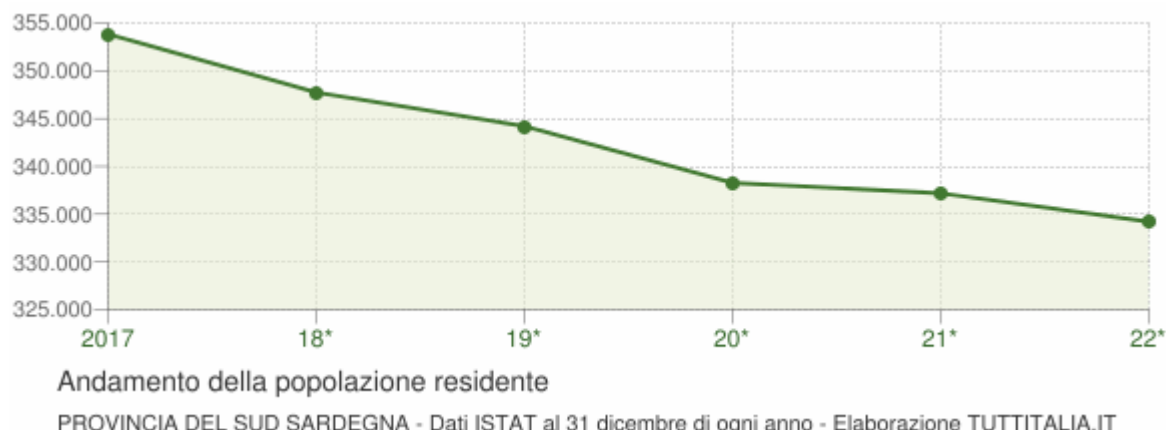


Figura 32_ Andamento della popolazione residente – Dati ISTAT elaborazioni TUTTITALIA.it

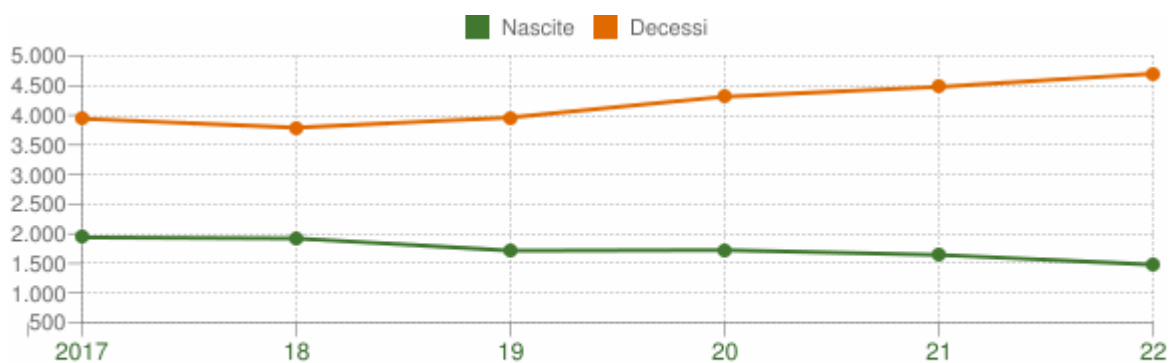
Tab. 15_ Variazione della popolazione 2017-2022 Dati Istat.

Anno	Data rilevamento	Popolazione residente	Variazione assoluta	Variazione percentuale	Numero Famiglie	Media componenti per famiglia
2017	31 dicembre	353.830	-	-	150.865	2,33
2018*	31 dicembre	347.732	-6.098	-1,72%	149.774,25	2,31
2019*	31 dicembre	344.195	-3.537	-1,02%	150.235,51	2,28
2020*	31 dicembre	338.264	-5.931	-1,72%	151.765,00	2,22
2021*	31 dicembre	337.178	-1.086	-0,32%	152.215,00	2,21
2022*	31 dicembre	334.198	-2.980	-0,88%	152.487,00	2,18

Come si vede in soli 5 anni la provincia ha perso circa 20.000 abitanti. Un'enormità se consideriamo le dimensioni demografiche medie dei comuni del Sulcis.

Se ci riferiamo ai dati dei censimenti decennali era dal 1971 che non si registrava un calo demografico della provincia del Sud Sardegna. Come si vede dalla tabella nonostante il calo demografico, siamo in una fase di crescita del numero di famiglie, che riducono sempre il numero di componenti medi per famiglia.

Questo calo è dovuto per lo più all'innalzamento della mortalità ed alla contemporanea contrazione delle nascite. Se analizziamo il grafico sottostante la cosa salta immediatamente all'occhio.



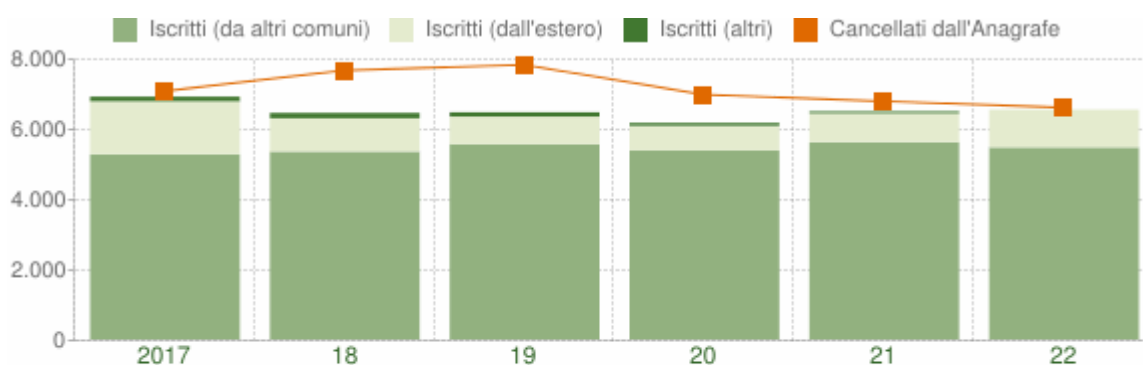
Movimento naturale della popolazione

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT (bilancio demografico 1 gen-31 dic) - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 33_Movimento naturale della popolazione – Dati ISTAT elaborazioni TUTTITALIA.it

Dal 2017 il numero delle nascite in provincia del Sud Sardegna è sempre notevolmente inferiore al numero dei decessi. E come si può vedere la forbice si sta continuamente allargando. Nel 2017 il saldo naturale era pari a -2003 e nel 2022 era di -3.224.

Il calo non è stato neppure tamponato dall'immigrazione, come si evince dal grafico sottostante.



Flusso migratorio della popolazione

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT (bilancio demografico 1 gen-31 dic) - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 34_Flusso migratorio della popolazione– Dati ISTAT elaborazioni TUTTITALIA.it

Come si vede, il saldo migratorio totale è in generale condizionato dalla componente estera, sempre positiva.

Quindi in generale in Provincia del Sud Sardegna siamo in un trend di forte riduzione della popolazione, sia per cause naturali, che per un saldo migratorio negativo.

Se proviamo a dare una valutazione territoriale dei fenomeni finora tabellati, possiamo farlo bene riferendoci alle variazioni di densità demografica. Per capire i trend faremo riferimento alle variazioni intercorse fra il 1991 ed il 2011

Entrando nel merito del bilancio demografico degli ultimi anni dei singoli comuni del Sulcis, facciamo riferimento alla tabella seguente:

Tab. 16_Popolazione comuni del Sulcis– Dati ISTAT – Elaborazioni proprie

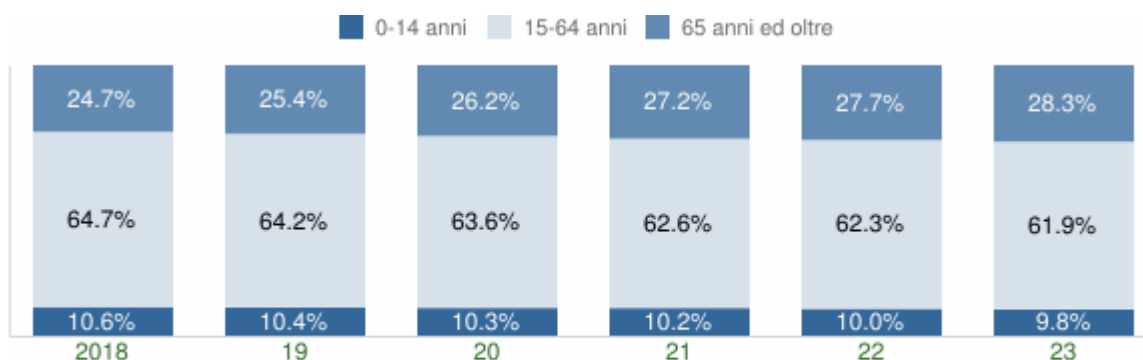
Comune	Censimento		Var %
	09/10/2011	31/12/2021	

Carbonia	28.882	26.565	-8,00%
Sant'Antioco	11.496	10.756	-6,40%
Carloforte	6.301	5.983	-5,00%
San Giovanni Suergiu	6.020	5.689	-5,50%
Portoscuso	5.236	4.869	-7,00%
Siliqua	3.997	3.614	-9,60%
Teulada	3.773	3.300	-12,50%
Villamassargia	3.655	3.440	-5,90%
Santadi	3.570	3.194	-10,50%
Narcao	3.373	3.105	-7,90%
Calasetta	2.822	2.802	-0,70%
Sant'Anna Arresi	2.712	2.663	-1,80%
Giba	2.120	1.919	-9,50%
Domus de Maria	1.675	1.628	-2,80%
Nuxis	1.631	1.455	-10,80%
Masainas	1.350	1.227	-9,10%
Villaperuccio	1.097	1.010	-7,90%
Piscinas	872	816	-6,40%
Totali	90582	84035	-7,23%

Come si vede c'è stata una perdita generalizzata di popolazione in tutti i comuni del Sulcis tra il 2011 e il 2021 indifferentemente dalla dimensione demografica di partenza. Portoscuso in 10 anni ha perso quasi 400 residenti.

La struttura della popolazione sarà brevemente indagata facendo ricorso ad alcuni tra i più significativi indici demografici calcolati dall'ISTAT.

Gli indici demografici con la loro potenzialità di porgere una lettura sintetica delle principali caratteristiche della struttura di una popolazione (età media, percentuale di giovani e così via), permettono di evidenziare il rapporto tra le diverse componenti della popolazione (giovani, anziani, popolazione in età attiva).



Struttura per età della popolazione (valori %)

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA - Dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 35_ Struttura per età della popolazione – Dati ISTAT elaborazioni TUTTITALIA.it

Come si evince dal grafico, coerentemente con quanto detto sul trend demografico dei prossimi anni si nota come la componente giovane della popolazione sia in regressione mentre la componente anziana sia in

netta crescita. Questo mentre in generale si è assottigliata anche la percentuale di popolazione in età lavorativa. Dal 2018 al 2023 l'età media si è sollevata passando da 47,4 a 49,5 anni. Mentre l'età media dei sardi è di 48,4.

Se poi valutiamo i principali indici demografici vediamo che tutti confermano e spiegano i trend in atto.

Tab. 17_Indici provincia Sud Sardegna – Dati ISTAT

Anno	<i>Indice di vecchiaia</i>	<i>Indice di dipendenza strutturale</i>	<i>Indice di ricambio della popolazione attiva</i>	<i>Indice di struttura della popolazione attiva</i>	<i>Indice di natalità (x 1.000 ab.)</i>	<i>Indice di mortalità (x 1.000 ab.)</i>
	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1 gen-31 dic	1 gen-31 dic
2018	232,4	54,5	179,0	149,9	5,5	10,8
2019	243,3	55,8	182,0	154,6	5,0	11,5
2020	255,5	57,3	186,6	158,8	5,1	12,6
2021	265,7	59,7	193,6	165,6	4,9	13,3
2022	276,9	60,4	197,2	168,1	4,4	14,0
2023	290,0	61,5	200,9	170,8	-	

Si vede nettamente che in questi ultimi anni l'indice di vecchiaia è progressivamente aumentato passando da 232 (avevamo un numero di anziani molto 2,3 volte maggiore di quello dei giovani) a 290 (abbiamo 2,9 anziani per ogni giovane). Purtroppo è aumentato anche l'indice di dipendenza strutturale, che rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva su quella attiva. Oggi ogni 100 persone 61,5 non sono in età lavorativa. Anche l'indice di ricambio della popolazione attiva (rappresenta il rapporto percentuale tra la fascia di popolazione che sta per andare in pensione -55-64 anni- e quella che sta per entrare nel mondo del lavoro -15-24 anni) ci indica che siamo in una fase di progressivo invecchiamento con ricambi insufficienti. Anche l'indice di struttura della popolazione attiva che rappresenta il grado di invecchiamento della popolazione in età lavorativa conferma questo trend.

Trend che trova piena conferma negli indicatori dell'indice di natalità che è precipitato a 4,4 e nel fatto che l'invecchiamento generale, ha inevitabilmente portato all'aumento dell'indice di mortalità che è ormai tre volte tanto quello di natalità, arrivando a 14. Tutti valori che, vista la piramide di età, e l'emigrazione, tenderanno ancora a peggiorare significativamente nei prossimi 50 anni.

8.3 Analisi della mobilità

Dal punto di vista della viabilità, il collegamento del Sulcis-Iglesiente con il sistema infrastrutturale regionale e, quindi, con gli altri ambiti territoriali, è garantito dalle Strade Statali n° 126 e 130, assi strutturanti del sistema insediativo, su cui si concentra il traffico veicolare (soprattutto privato) e che si configurano come direttrici di sviluppo territoriale.

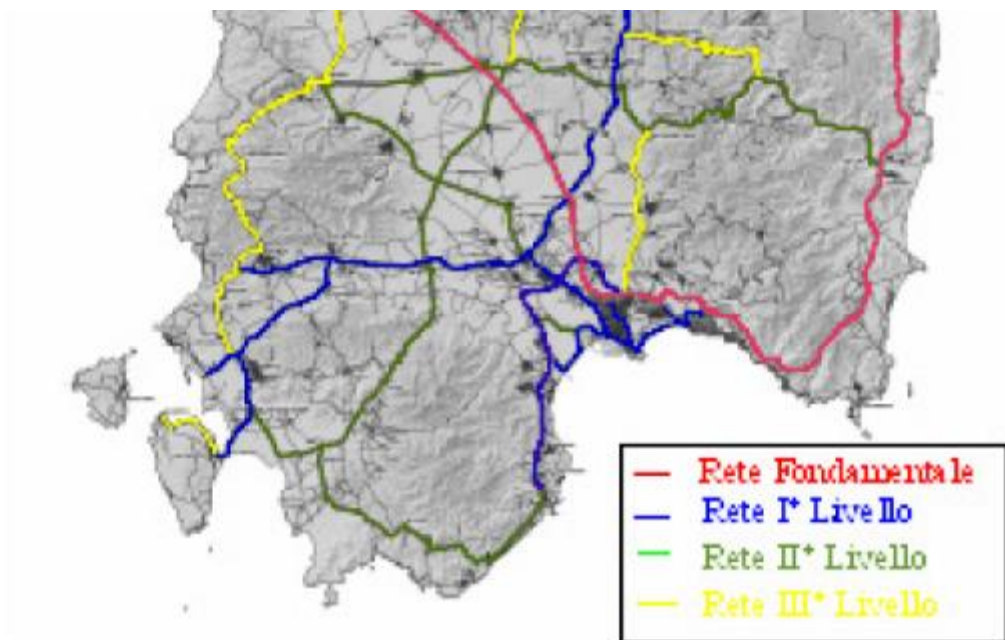


Figura 36_Piano Regionale dei trasporti gerarchizzazione della rete stradale

In particolare fanno parte della rete di I livello:

- S.S.130: che rappresenta il collegamento Cagliari – Decimo – Iglesias attraverso la valle del Cixerri e costituisce la connessione fondamentale del Sulcis Iglesiente con i principali nodi di collegamento verso l'esterno (porti e aeroporti – Cagliari in primo luogo), ma non arriva né a Carbonia né a Portovesme
- S.P. 2, S.P. 86, S.S. 126: tale itinerario permette la connessione più veloce del Sulcis con la S.S. 130 e quindi con la restante rete stradale regionale. L'itinerario parte dalla S.S. 130, in prossimità di Domusnovas, percorre la S.P. 86 sino a Villamassargia e giunge a Carbonia attraverso la S.P. 2. L'itinerario prosegue sino a Sant'Antioco attraverso la S.S. 126 e nel tratto occidentale della S.P. 2, oltre Carbonia, consente il collegamento con la zona industriale di Portovesme;

Della rete di secondo livello fanno invece parte:

- S.S. 293 Giba – Nuxis - Siliqua (innesto S.S. 130) - Vallermosa - Samassi - innesto S.S. 131 (bivio Villasanta): tale itinerario pone direttamente in comunicazione il basso Sulcis con la Sardegna centro-settentrionale (connessione fra S.S. 130 e S.S. 131), fungendo anche da supporto del sistema insediativo presente nell'area. Nella sua parte più meridionale consente di collegare una delle aree a più bassa accessibilità dell'intera regione con il cagliaritano attraverso la S.S. 130;
- S.S. 195 da San Giovanni Suergiu a Pula e bivio Chia in comune di Domus de Maria (37.6 km). La strada collega il versante sud- occidentale con il Cagliaritano, fungendo da supporto alle iniziative turistico - balneari della costa.

Il terzo livello invece comprende:

- S.S. 126 da Terralba a Guspini sino a Carbonia attraverso Arbus, Fluminimaggiore e Iglesias. L'itinerario connette le aree costiere sud-occidentali in un territorio a bassa accessibilità e notevoli valenze ambientali. Consente la mobilità nei confronti dei principali poli di riferimento (Iglesias a sud e Guspini a nord) di Fluminimaggiore e Buggerru. Favorisce l'integrazione tra i territori costieri e i territori montani del fluminese e la loro connessione con la viabilità fondamentale S.S. 131.
- S.S. 126 d. tale elemento rappresenta il complemento dell'itinerario di I livello regionale tra Cagliari, Carbonia, Sant'Antioco verso Calasetta. L'itinerario consente l'integrazione tra la portualità di

Calasetta e quella promiscua passeggeri ed industriale di Portovesme, spesso esposta a venti dominanti.

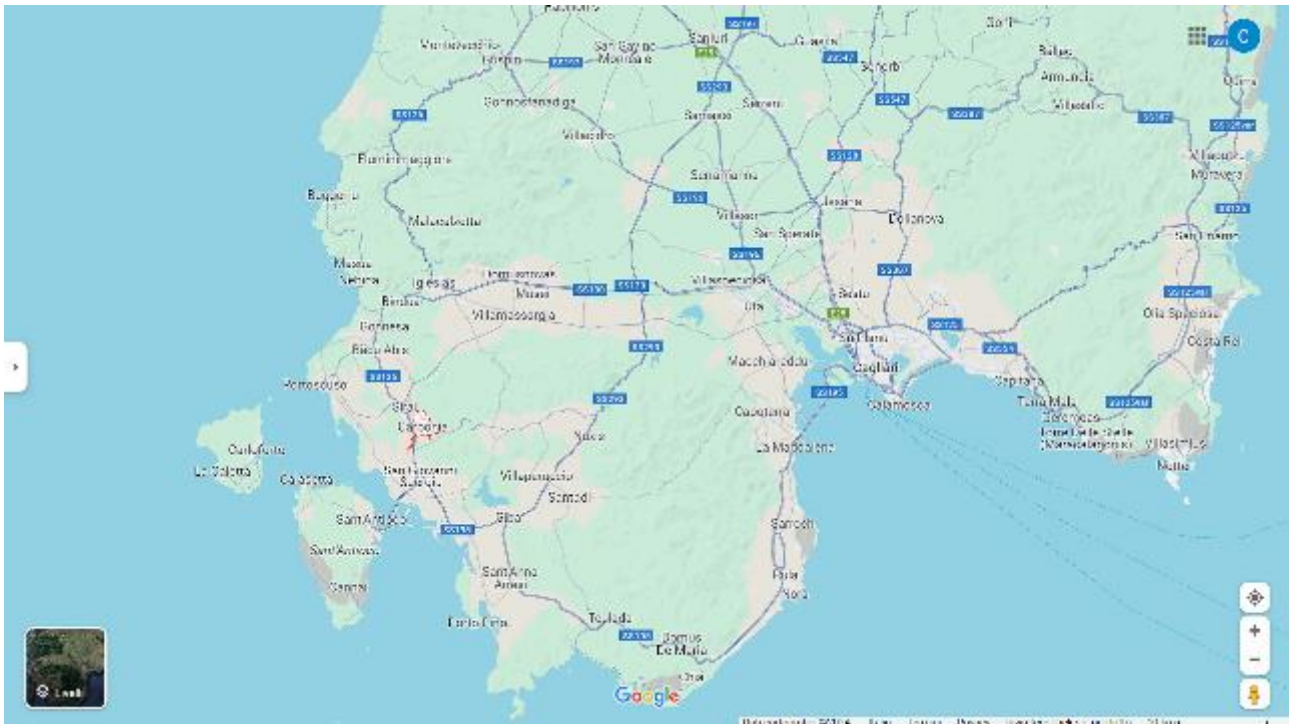


Figura 37_Rete stradale sarda- fonte Google Maps

Anche una banale visualizzazione della rete stradale su Google Maps riassume facilmente quanto riportato dal piano regionale dei trasporti. L'area oggetto di indagine (il Sulcis) ha come grande porta di accesso con il resto della Sardegna e con il capoluogo la SS130 ed è connessa alla dorsale regionale della SS 131 tramite la SS 193 (le cui caratteristiche geometriche sono comunque quelle di un'arteria stradale a due corsie).

Il traffico a livello locale è invece affidato in parte alla SS 195 (la Sulcitana), alla SS126 (la sud occidentale sarda) ed alla SP 2 che parte dalla SS131 e viaggia in parallelo alla SS 130, ma la cui tratta locale più rilevante è quella che da Villamassargia porta a Carbonia e Portoscuso.

8.4 Gli spostamenti

La tabella seguente mostra il totale degli spostamenti (entro il comune e fuori dallo stesso) della popolazione residente.

Tab. 18_Totale spostamenti provincia di Carbonia-Iglesias 2011 – DATI ISTAT – Elaborazioni proprie

Tipo dato		Popolazione residente che si sposta giornalmente (valori assoluti)		
		studio	lavoro	tutte le voci
Motivo dello spostamento				
Territorio				
Carbonia-Iglesias		17150	33273	50423
Buggerru		114	260	374
Calasetta		317	652	969
Carbonia		3703	7695	11398
Carloforte		732	1366	2098
Domusnovas		966	1698	2664
Fluminimaggiore		402	688	1090
Giba		248	552	800
Gonnesa		705	1326	2031
Iglesias		4015	8099	12114
Masainas		130	310	440
Musei		237	409	646
Narcao		464	872	1336
Nuxis		211	379	590
Perdaxius		201	325	526
Piscinas		125	173	298
Portoscuso		682	1410	2092
San Giovanni Suergiu		839	1469	2308
Santadi		446	867	1313
Sant'Anna Arresi		316	608	924
Sant'Antioco		1460	2611	4071
Tratalias		153	291	444
Villamassargia		540	955	1495
Villaperuccio		144	258	402

Quasi la metà degli spostamenti, sono generati dai comuni principali della ex provincia, ovvero Carbonia ed Iglesias. In provincia abbiamo 50.423 spostamenti, di cui circa due terzi per ragioni lavorative, ed il restante terzo per questioni di studio.

Se invece proviamo a valutare un indice di generazione, come rapporto tra gli spostamenti effettuati e i residenti avremo una misura del numero di spostamenti pro-capite del comune e dunque una classifica abbastanza differente.

In questa tabella si nota come Carbonia sia un centro attrattore di flussi, visto che è al 14° posto tra i 23 comuni della ex provincia con 0,37. I valori più piccoli della provincia vengono invece registrati dai centri sulle isole (Carloforte, Calasetta e Sant'Antioco) e in alcuni comuni minori.

Tab. 19_Indice di generazione comuni provincia di Carbonia - Iglesias 2011 – Dati ISTAT – Elaborazioni proprie

Motivo dello spostamento	studio	lavoro	tutte le voci	residenti	Indice di generazione
Iglesias	4015	8099	12114	27550	0,44
Musei	237	409	646	1514	0,43
Villamassargia	540	955	1495	3579	0,42
Domusnovas	966	1698	2664	6417	0,42
Portoscuso	682	1410	2092	5156	0,41
Tratalias	153	291	444	1096	0,41
Gonnesa	705	1326	2031	5044	0,40
Giba	248	552	800	2036	0,39
Narcao	464	872	1336	3405	0,39
Villaperuccio	144	258	402	1061	0,38
Fluminimaggiore	402	688	1090	2882	0,38
San Giovanni Suergiu	839	1469	2308	6112	0,38
Santadi	446	867	1313	3497	0,38
Carbonia	3703	7695	11398	30396	0,37
Perdaxius	201	325	526	1440	0,37
Sant'Anna Arresi	316	608	924	2588	0,36
Piscinas	125	173	298	840	0,35
Sant'Antioco	1460	2611	4071	11535	0,35
Buggerru	114	260	374	1067	0,35
Calasetta	317	652	969	2773	0,35
Carloforte	732	1366	2098	6039	0,35
Masainas	130	310	440	1303	0,34
Nuxis	211	379	590	1808	0,33

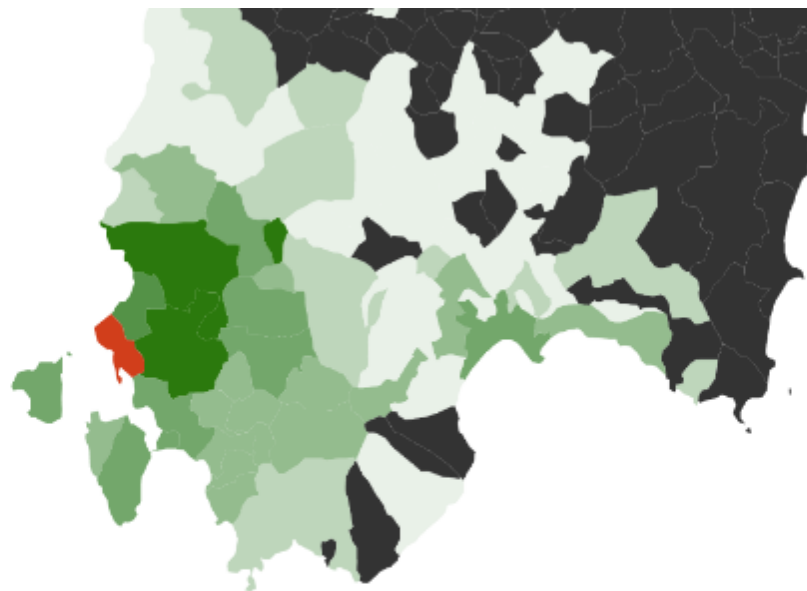
La situazione cambia sensibilmente se l'indice viene calcolato considerando soltanto gli spostamenti intercomunali. In questo caso i valori più elevati individuano i casi in cui i residenti sono costretti a recarsi fuori dal proprio comune per svolgere le attività di studio e di lavoro.

In coda alla classifica dell'indice intercomunale di trovano i comuni che più offrono posti di lavoro e quelli isolani, la cui popolazione è meno propensa a spostarsi altrove. Per ovvie ragioni quello con meno spostamenti è Carloforte, visto che l'isola è raggiungibile solo via mare, mentre Calasetta e Sant'Antioco sono comunque raggiungibili via terra.

Tab. 20_Indice di generazione intercomunale e comunale comuni provincia di CI 2011 – Dati ISTAT – Elaborazioni proprie

Luogo di destinazione	stesso comune di dimora abituale	fuori del comune di dimora abituale	residenti	IG comunale	IG intercomunale
Territorio					
Musei	212	434	1514	0,14	0,29
Tratalias	202	242	1096	0,18	0,22
Villaperuccio	172	230	1061	0,16	0,22
Piscinas	117	181	840	0,14	0,22
San Giovanni Suergiu	1000	1308	6112	0,16	0,21
Domusnovas	1318	1346	6417	0,21	0,21
Gonnesa	975	1056	5044	0,19	0,21
Villamassargia	750	745	3579	0,21	0,21
Perdaxius	229	297	1440	0,16	0,21
Giba	436	364	2036	0,21	0,18
Narcao	736	600	3405	0,22	0,18
Masainas	224	216	1303	0,17	0,17
Nuxis	310	280	1808	0,17	0,15
Sant'Anna Arresi	534	390	2588	0,21	0,15
Santadi	841	472	3497	0,24	0,13
Fluminimaggiore	724	366	2882	0,25	0,13
Iglesias	8888	3226	27550	0,32	0,12
Buggerru	253	121	1067	0,24	0,11
Portoscuso	1513	579	5156	0,29	0,11
Calasetta	662	307	2773	0,24	0,11
Carbonia	8178	3220	30396	0,27	0,11
Sant'Antioco	2997	1074	11535	0,26	0,09
Carloforte	1883	215	6039	0,31	0,04
Carbonia-Iglesias	33154	17269	129138	0,26	0,13

Se proviamo a visualizzare i flussi in entrata nel comune di Portoscuso otteniamo la fig.8. Le aree più scure rappresentano uno spostamento di almeno 500 persone. Portoscuso con 3.080 pendolari giornalieri in ingresso, è terzo in questa classifica dopo Iglesias (3.421) e Carbonia (3.394). Se si considera la dimensione dei centri è facile comprendere come l'area industriale di Portovesme rappresenti ancora uno dei più importanti centri di lavoro dell'area.



Pendolari in entrata o uscita dal comune selezionato



Figura 38_Flussi di pendolari 2011- Pendolari in ingresso a Portoscuso- Dati ISTAT – Elaborazioni www.postmetropoli.it

Il comune che ha il numero di spostamenti maggiori verso Portoscuso è Carbonia, con 1.066, seguito da Iglesias (668), Gonnese (200), San Giovanni Suergiu (181) e Sant'Antioco (177).

8.5 Istruzione, lavoro e stili di vita in provincia del Sud Sardegna

Il mercato del lavoro nel sud Sardegna registra nel 2022, diversamente da quanto avvenuto a livello nazionale, una riduzione sia delle forze lavoro che del numero di occupati, probabilmente anche in collegamento con il decremento della popolazione residente. Per quanto riguarda l'occupazione, il numero di lavoratori impegnati tra il 2021 e il 2022 è calato di circa 2mila unità, passando da 114 a 112 mila occupati.

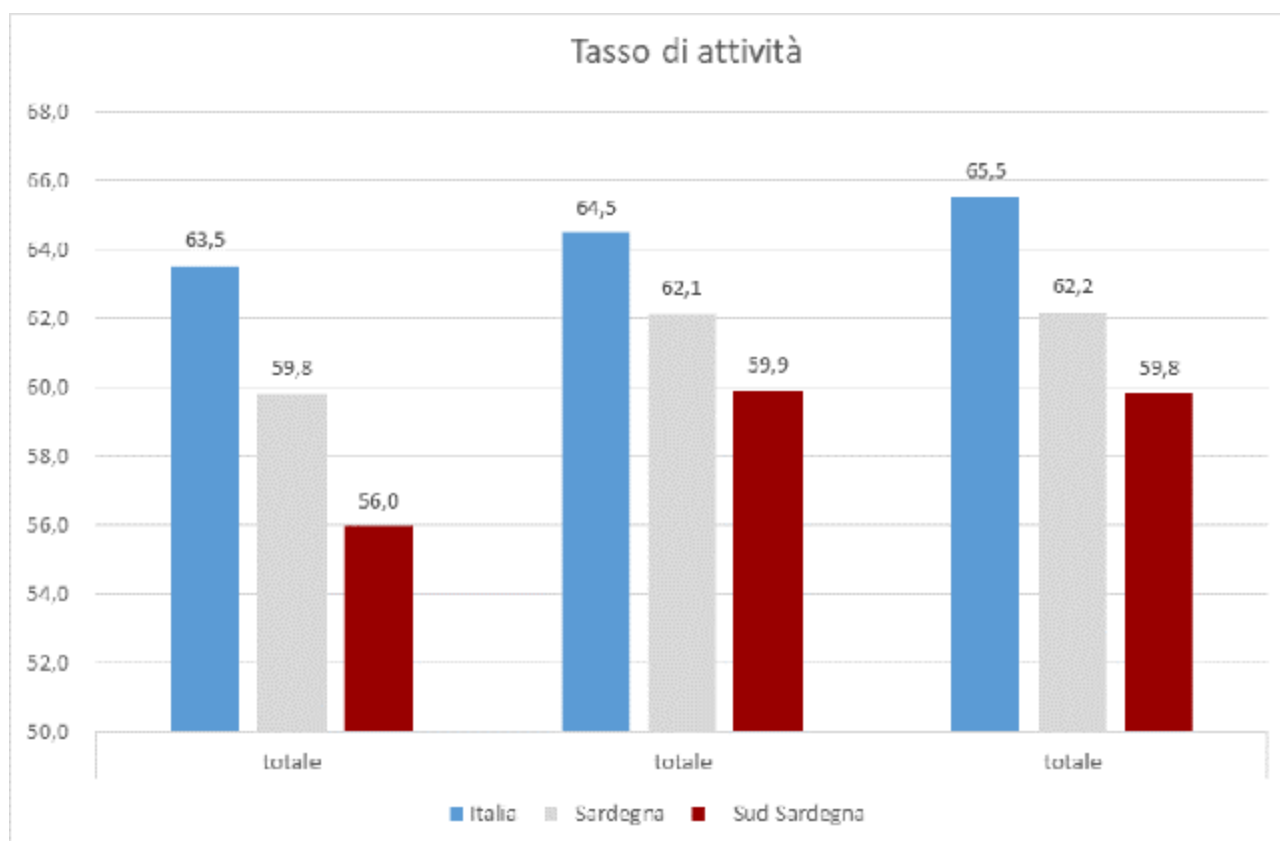


Figura 39_Tasso di occupazione nella Provincia del Sud Sardegna, in Sardegna e in Italia (valori percentuali, anni 2020-2022)

A seguito di tale andamento, anche il tasso di attività registra un piccolo calo passando dal 59,9% al 59,8%, un valore inferiore a quello regionale (62,2%), già resta inferiore a quello nazionale (65,5%). In questo contesto è opportuno precisare che l'aumento del numero di occupati è in parte riconducibile, in particolare per l'industria, al crescente ricorso alla Cassa Integrazione Guadagni che registra in provincia di Sud Sardegna un sensibile aumento (si ricorda a tal proposito che i lavoratori in CIG vengono conteggiati nelle statistiche ufficiali tra gli occupati).

Al di là dell'andamento registrato dalla Cassa Integrazione Guadagni, la situazione generale è che la provincia occupa l'81° posto per occupazione tra quelle italiane, ed è terza (sotto Cagliari e Sassari, ma prima di Nuoro e Oristano) tra quelle sarde. Dal punto di vista delle differenze di genere si rileva una situazione complessivamente positiva, nonostante la permanenza di un ritardo della componente femminile rispetto a quella maschile. Infatti negli ultimi anni il tasso di occupazione femminile è in crescita (50%), e sta riducendo il gap con quello maschile (69,3%). Il gap (19,3%) risulta di molto inferiore a quello del Mezzogiorno (26,4%) ma è ancora al di sotto alla media nazionale (18,2%), evidenziando una minore discriminazione verso la componente femminile, un fenomeno in parte legato agli alti livelli di scolarizzazione del mercato del lavoro e in parte all'elevato livello di terziarizzazione dell'economia provinciale.

I servizi, infatti, impiegano il 72% dei lavoratori, a fronte dell'12,9% impegnato nell'industria, del 7,9% nelle costruzioni e del 7,2% nell'agricoltura e pesca, valori alquanto distanti dalla media nazionale: 69,3% nei servizi, 20,2% nell'industria, 6,7% nelle costruzioni e 3,8% in agricoltura e pesca.

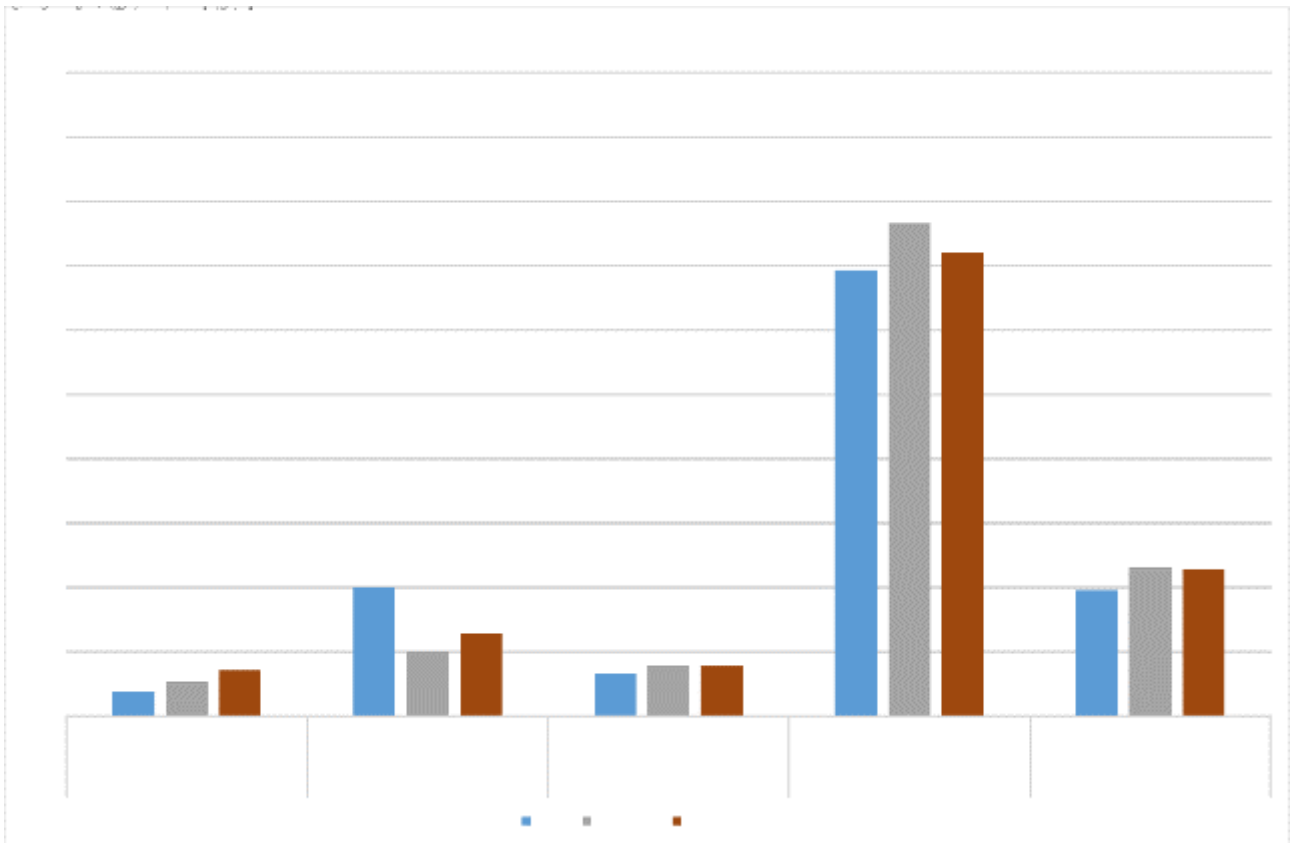


Figura 40_ Occupati per settore nella provincia del Sud Sardegna, in Sardegna e in Italia (valori percentuali)

Si registra un incremento della disoccupazione. In valori assoluti il numero dei disoccupati è sceso tra il 2021 e il 2022 di circa 1.800 unità, passando da 17.093 mila a 15.248. A seguito di tale andamento il relativo tasso sale al 12,0%, raggiungendo il valore più alto dell'ultimo triennio. Il valore che risulta però sbilanciato tra i generi, infatti la disoccupazione femminile è molto alta, al 15,7% contro una media regionale del 13,3% ed una nazionale del 9,3%, mentre quella maschile pari al 9,4% è inferiore a quella regionale (10,2%), ma superiore al dato nazionale (7,1%).

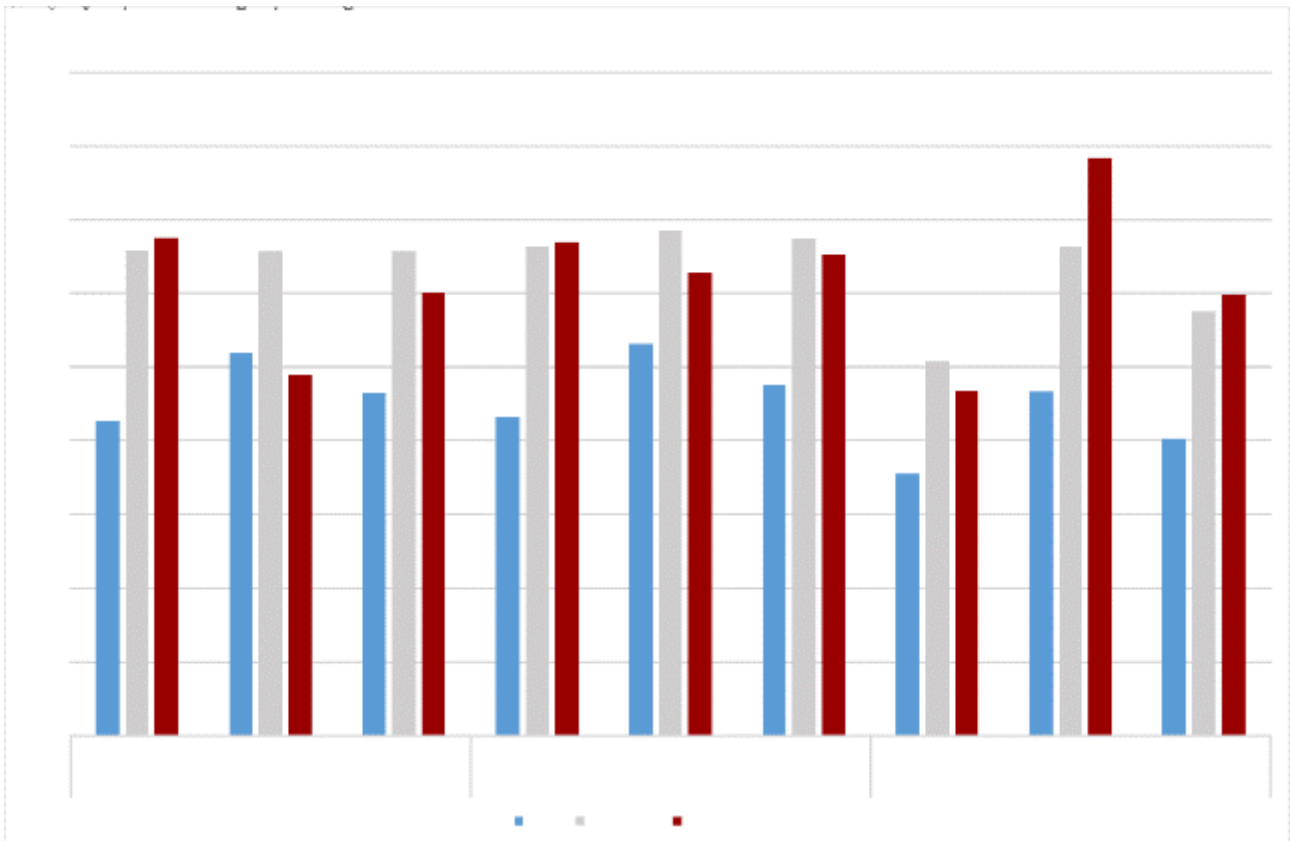


Figura 41_ Tasso di disoccupazione provincia del Sud Sardegna, Sardegna e Italia (valori percentuali, anni 2020-2022)

Oltre ai principali indicatori del mercato del lavoro, è possibile osservare specifici dati che consentono una lettura più approfondita sulla situazione occupazionale e lavorativa della provincia del Sud Sardegna. In particolare è possibile osservare la composizione degli occupati per cittadinanza dei lavoratori, consentendo di rilevare il peso della componente straniera nel mercato del lavoro provinciale.

Nel complesso appare evidente come la provincia del Sud Sardegna non sia particolarmente attrattiva per l'immigrazione, ed anzi continui ad essere un luogo di forte emigrazione. Essa ha una composizione dei lavoratori stranieri che è circa la metà di quella media sarda, meno di un terzo della media del Mezzogiorno e meno di un quinto rispetto alla media nazionale. Questo mette in luce una situazione complessivamente più sfavorevole, rispetto al resto del Sud Italia. In valori assoluti gli stranieri occupati in provincia sono appena 1947, pari all'1,7% dell'occupazione complessiva, il valore più basso della Sardegna, dove il massimo è raggiunto dalla Città metropolitana di Cagliari, seguita dalla provincia di Sassari, dove gli occupati stranieri rappresentano rispettivamente il 4,2% ed il 4,1% della forza lavoro. Ai livelli territoriali superiori la componente straniera risulta pari ad appena al 4,4% nel Mezzogiorno e al 9,3% in Italia.

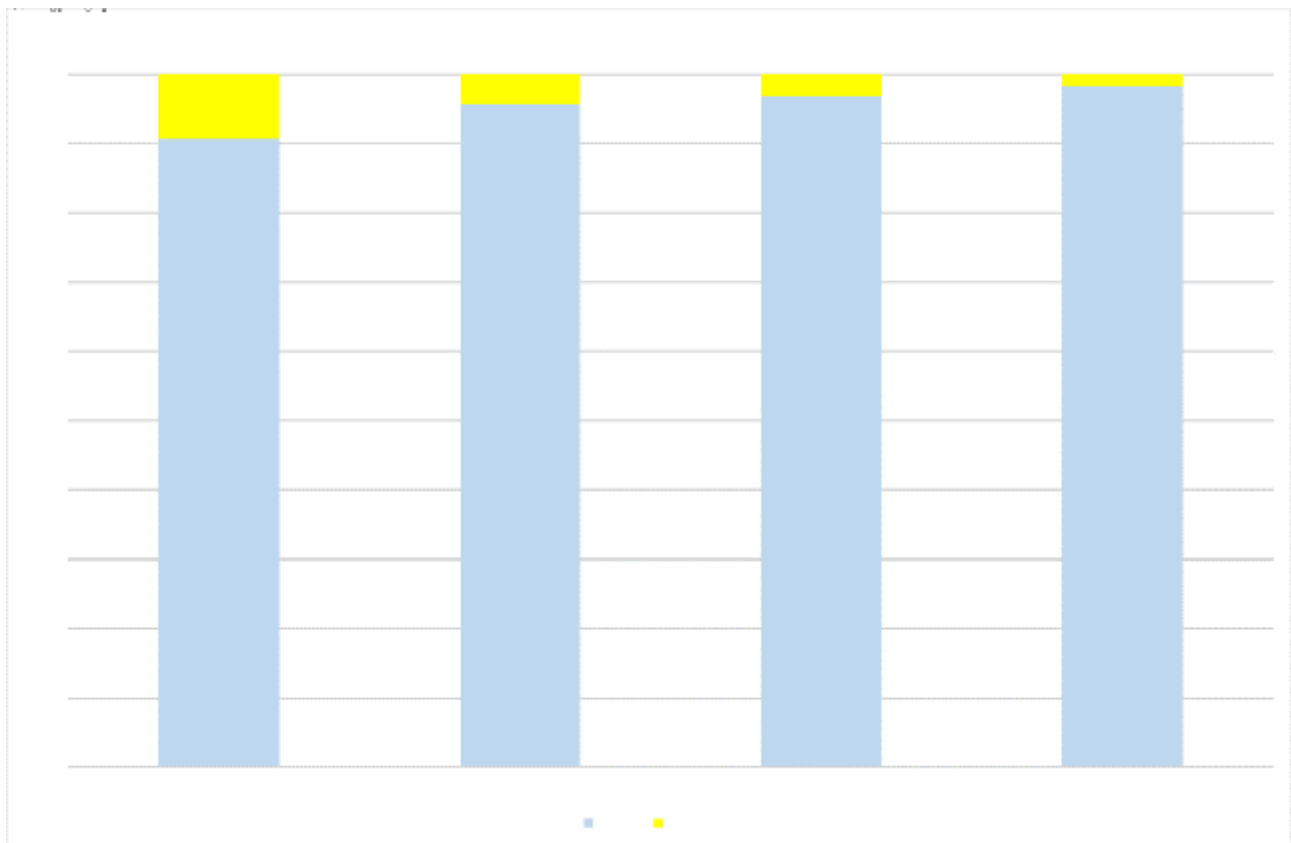


Figura 42_Occupati per cittadinanza nella Provincia del Sud Sardegna, in Sardegna, nel Mezzogiorno e in Italia (composizione percentuale, anno 2021)

La Provincia del Sud Sardegna si presenta arretrata anche rispetto al grado di istruzione. Ancora tra la popolazione ben il 5,8% risulta privo di qualunque licenza scolastica. Quella con un titolo universitario rappresenta, anch'essa, il 5,8% a fronte di un valore medio della Sardegna al 10% e pari all'11,4% in Italia. Negativo è inoltre il fatto che la quota della popolazione, con la sola licenza elementare, sia pari ad al 17,1%, a fronte del 14,9% in Italia e di valori tutti migliori nelle altre province della regione. Il 62,1 % della popolazione al massimo ha una licenza media.

Tab. 21_Popolazione di 15 anni e oltre per titolo di studio conseguito nelle province sarde, in Sardegna ed in Italia (composizione percentuale; anno 2021)

Grado di istruzione	nessun titolo di studio	licenza di scuola elementare	licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale	diploma di istruzione secondaria di II grado o di qualifica professionale (corso di 3-4 anni) compresi IFTS	diploma di tecnico superiore ITS o titolo di studio terziario di primo livello	titolo di studio terziario di secondo livello e dottorato di ricerca
Italia	4,2%	14,9%	29,1%	36,3%	4,1%	11,4%
Sardegna	4,6%	15,5%	35,5%	31,0%	3,4%	10,0%
Sassari	4,2%	15,7%	34,8%	31,8%	3,4%	10,1%
Nuoro	4,8%	16,9%	37,8%	28,5%	3,6%	8,4%
Cagliari	4,1%	12,5%	31,3%	33,2%	3,9%	14,9%
Oristano	4,4%	17,7%	37,7%	29,1%	3,3%	7,9%

Sud Sardegna	5,8%	17,1%	39,2%	29,3%	2,8%	5,8%
--------------	------	-------	-------	-------	------	------

All'interno del mercato del lavoro un indicatore che si sta diffondendo è il tasso NEET, costituito dalla percentuale di individui che non è impegnato in attività di istruzione, formazione, lavoro o in altre attività a queste assimilabili, come nel caso dei tirocini o stages, e che non stanno cercando un'occupazione. Tale indicatore, particolarmente elevato tra i giovani, è l'acronimo inglese di "Not in Education, Employment or Training", ed esprime un elemento di criticità del mercato del lavoro. Nella provincia del Sud Sardegna il tasso Neet per la componente giovanile (15-24 anni) risulta il più alto della Sardegna (11,7%), mettendo ancora in luce la difficoltà del sistema economico provinciale di facilitare il passaggio dai percorsi di istruzione all'inserimento nel mercato del lavoro. La presenza di un valore elevato è tuttavia un fenomeno diffuso sull'intero territorio nazionale (10,1%) con tassi di incidenza che per il Mezzogiorno sono ancora elevatissimi (14,8%).

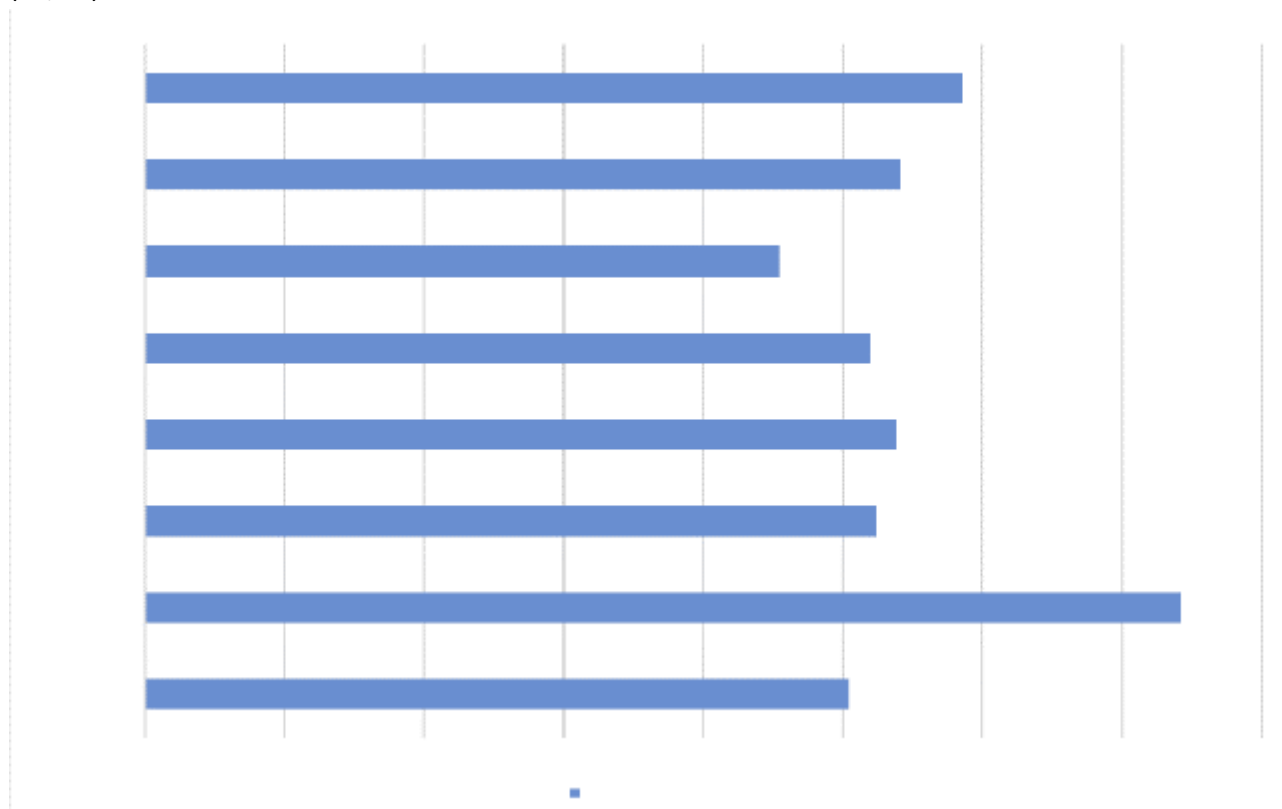


Figura 43_ Tasso di giovani NEET (15-24 anni) sul totale della popolazione di riferimento nelle province sarde, in Sardegna, nel Mezzogiorno e in Italia – (composizione percentuale; anno 2021)

Dopo aver osservato le principali dinamiche e caratteristiche del mercato del lavoro del Sud Sardegna è possibile analizzare la situazione economica delle famiglie attraverso alcuni indicatori relativi al reddito. Si tratta di indicatori i cui valori si fermano al 2022, un fattore che, consente di cogliere gli effetti più recenti, quali gli effetti post pandemia e rincari dei servizi di fornitura elettrica e del gas, sul benessere delle famiglie.

Il primo indicatore analizzato è il reddito in considerazione della sua importanza e degli effetti che ha sulla capacità di consumo, di risparmio e di accumulo del capitale; come è possibile rilevare appare evidente la presenza di una situazione di ripresa negli ultimi anni. Tra il 2019 e il 2022 nella provincia del Sud Sardegna il reddito disponibile pro-capite sale in valori correnti di quasi 2.200 euro, passando da 14,0 mila a 16,2 mila, mettendo in luce, in considerazione della dinamica dei prezzi al consumo, anche un aumento della capacità di acquisto nel medio periodo.

Tale andamento ha seguito una dinamica che ha caratterizzato l'intero territorio nazionale, un fenomeno che appare evidente osservando il valore indice costruito tenendo la media italiana pari a 100; come è possibile rilevare il valore dell'indice resta nel periodo osservato abbastanza stabile. In particolare i residenti della provincia del Sud Sardegna dispongono di un reddito medio pari a circa il 77% rispetto a quello nazionale, un valore contenuto ma comune alla maggior parte delle province sarde e più in generale meridionali. Limitando l'osservazione alle province della regione è possibile rilevare un valore più alto nella sola Città metropolitana (1,03).

Tab. 22_ Reddito pro-capite disponibile delle famiglie nelle province sarde, in Sardegna ed in Italia (valori assoluti e numeri indice con Italia=100; anni 2019-2022)

Territorio	Valori pro-capite (euro)			
	2019	2020	2021	2022
Sassari	15.397,34	15.264,30	16.477,13	17.290,63
Nuoro	13.480,54	13.403,07	14.436,31	15.326,71
Cagliari	19.719,07	20.004,18	20.853,64	21.829,68
Oristano	14.096,84	14.577,58	15.315,02	16.196,83
Sud Sardegna	14.058,11	14.554,63	15.336,31	16.232,34
SARDEGNA	15.872,95	16.060,64	17.026,64	17.921,72
SUD	14.359,99	14.305,30	15.179,46	16.001,91
ISOLE	14.583,35	14.663,34	15.434,14	16.138,33
ITALIA	19.263,88	18.943,72	19.949,75	21.114,84
Territorio	Numeri indice (Italia =100)			
	2019	2020	2021	2022
Sassari	0,80	0,81	0,83	0,82
Nuoro	0,70	0,71	0,72	0,73
Cagliari	1,02	1,06	1,05	1,03
Oristano	0,73	0,77	0,77	0,77
Sud Sardegna	0,73	0,77	0,77	0,77
SARDEGNA	0,82	0,85	0,85	0,85
SUD	0,75	0,76	0,76	0,76
ISOLE	0,76	0,77	0,77	0,76
ITALIA	1,00	1,00	1,00	1,00

8.6 Le dinamiche demografiche di impresa

Prima di osservare i cambiamenti del sistema produttivo del Sud Sardegna, che nel 2021 ha registrato una crescita del numero di imprese del 2,5%, è opportuno rilevare la sua composizione in termini di settori di attività che consente meglio di analizzare le vocazioni dell'economia provinciale. In termini numerici il settore più ampio è quello del commercio che raccoglie quasi 5.336 imprese attive, pari al 30,8% del sistema imprenditoriale del Sud Sardegna. Seguono il settore delle costruzioni (2.303, pari al 13,3%), quello delle attività professionali scientifiche e tecniche (2.256, 13,0%), i servizi di alloggio e ristorazione (1.858, 1°,7%) il manifatturiero (1.291, pari al 7,4%) e la sanità e l'assistenza sociale (1216, pari al 7,0%). Al di là dei singoli comparti, l'intero settore terziario, al netto del commercio, è composto da 10.625 imprese attive, pari al 61,3% del sistema imprenditoriale provinciale.

Per meglio rilevare le specificità del sistema imprenditoriale è opportuno effettuare un confronto rispetto alla media regionale e nazionale, dalla quale appare evidente come la provincia del Sud Sardegna abbia una sua dimensione peculiare. In particolare rispetto alla media regionale e nazionale si rileva un'elevata concentrazione delle imprese commerciali (30,8% rispetto al 25,7% regionale e 23,0 nazionale), di imprese di costruzioni (13,3% contro il 12,6% regionale e 11,5% nazionale) e di imprese legate ad alloggio e ristorazione (10,7% contro 10,1 in Sardegna e 7,2% in Italia).

Tab. 23 Imprese attive per settori di attività economica in Italia, in Sardegna e Sud Sardegna (valori assoluti, anno 2021, classificazione ATECO 2007)

Selezione periodo	2021					
	Italia		Sardegna		Sud Sardegna	
	%	VA	%	VA	%	VA
0010: TOTALE	100%	4.540.634	100%	36.172	100%	17.345
B: estrazione di minerali da cave e miniere	0,04%	1.831	0,09%	0,13%	0,06%	10
C: attività manifatturiere	8,1%	365.790	6,3%	6,22%	7,4%	1.291
D: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	0,3%	12.843	0,1%	0,10%	0,1%	18
E: fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	0,2%	10.043	0,3%	0,25%	0,4%	65
F: costruzioni	11,5%	520.212	12,6%	14,07%	13,3%	2.303
G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	23,0%	1.045.501	25,7%	22,88%	30,8%	5.336
H: trasporto e magazzinaggio	2,6%	117.402	2,7%	3,06%	2,9%	508
I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	7,2%	328.669	10,1%	11,54%	10,7%	1.858
J: servizi di informazione e comunicazione	2,6%	116.621	2,0%	1,93%	1,5%	256
K: attività finanziarie e assicurative	2,4%	106.899	1,7%	1,63%	1,6%	280
L: attività immobiliari	5,4%	243.499	3,1%	4,16%	1,3%	223
M: attività professionali, scientifiche e tecniche	18,5%	840.396	16,9%	15,74%	13,0%	2.256
N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	3,6%	162.218	3,7%	4,59%	2,7%	475
P: istruzione	0,8%	38.067	0,7%	0,61%	0,6%	103
Q: sanità e assistenza sociale	7,6%	343.500	7,9%	6,80%	7,0%	1.216
R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	1,6%	74.596	1,4%	1,55%	1,1%	193
S: altre attività di servizi	4,7%	212.547	4,8%	4,74%	5,5%	954

Come precedentemente indicato, il sistema imprenditoriale, al pari di quello nazionale, sta attraversando da anni un processo di cambiamento e ristrutturazione a seguito della crisi pandemica. Nel corso dell'ultimo anno alcuni settori hanno subito un ridimensionamento. Si riducono, infatti, le imprese per la fornitura di energia elettrica, gas e aria condizionata (-21,1%), trasporto ed immagazzinaggio (-2,5%), quelle manifatturiere (-0,7%) e del settore del commercio (-0,5%). La riduzione di tutte le attività legate alla produzione di beni sembra essere fortemente riconducibile agli effetti della crisi con i sistemi economici più orientati ad acquisire materie prime, semilavorati e prodotti finiti da mercati più distanti, che possono garantire condizioni economiche più vantaggiose.

Tra tutti gli altri settori, specialmente i servizi, invece si rileva una tendenza complessivamente positiva, confermando le buone dinamiche rilevate nell'analisi del PIL e del valore aggiunto. La crescita maggiore la registrano le quali le attività collegate all'istruzione (+14,0%), le attività professionali, quelle scientifiche e tecniche (+9,6%), i servizi di informazione e comunicazione (+8,9%), le attività di fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento (+8,3%) e le attività sanitarie (+7,0%).

Un caso a parte sono le imprese impegnate nell'estrazione di minerali da cave e miniere (+11,0%), il cui forte incremento è legato dal basso numero di imprese impegnate. Le variazioni indicate sono abbastanza peculiari del Sud Sardegna, un fattore che evidenzia come i cambiamenti del sistema siano frutto di processo di assestamento del sistema locale specifico.

Tabella 10 - Dinamica delle imprese attive per settori di attività in Provincia del Sud Sardegna, in Sardegna e in Italia (variazioni percentuali, anni 2020-2021, classificazione ATECO 2007)

Territorio	2021					
	Italia		Sardegna		Sud Sardegna	
Codice ATECO 2007	V.a.	var 20/21	V.a.	var 20/21	V.a.	var 20/21
0010: TOTALE	4.540.634	2,6%	109.402	3,0%	17.345	2,5%
B: estrazione di minerali da cave e miniere	1.831	-3,8%	101	-4,7%	10	11,1%
C: attività manifatturiere	365.790	-0,4%	6.921	0,7%	1.291	-0,7%
D: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	12.843	2,7%	141	6,0%	18	-21,7%
E: fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	10.043	-0,2%	299	2,7%	65	8,3%
F: costruzioni	520.212	4,5%	13.739	5,5%	2.303	3,8%
G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	1.045.501	-0,8%	28.166	-1,1%	5.336	-0,5%
H: trasporto e magazzinaggio	117.402	0,0%	2.988	0,2%	508	-2,5%
I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	328.669	0,7%	11.013	2,7%	1.858	2,3%

J: servizi di informazione e comunicazione		116.621	4,6%	2.202	4,5%	256	8,9%
K: attività finanziarie e assicurative		106.899	2,0%	1.838	2,0%	280	2,9%
L: attività immobiliari		243.499	2,2%	3.360	3,9%	223	0,0%
M: attività professionali, scientifiche e tecniche		840.396	6,9%	18.446	7,0%	2.256	9,6%
N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese		162.218	2,4%	4.037	4,0%	475	0,2%
P: istruzione		38.067	5,4%	737	7,4%	103	14,4%
Q: sanità e assistenza sociale		343.500	6,5%	8.646	7,7%	1.216	7,0%
R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento		74.596	4,7%	1.510	4,6%	193	1,1%
S: altre attività di servizi		212.547	0,7%	5.258	1,7%	954	5,5%

La struttura produttiva e lavorativa appare più chiara osservando il numero di dipendenti nelle di imprese distinte per forma giuridica. Il tessuto produttivo è lavorativo, rispetto al resto della Sardegna e dell'Italia infatti è marcato decisamente dalle ditte individuali, dalle società cooperative e dalle società di persone, che impiegano rispettivamente il 22,4%, il 20,7%, ed il 15,6% dei dipendenti totali.

Decisamente più contenuta rispetto al resto del paese è la quota delle società di capitali (40,9%), mentre un peso marginale assumono le altre forme (0,5%). Anche dal punto di vista societario il sistema imprenditoriale del Sud Sardegna si colloca molto indietro rispetto a quanto avviene nel resto della Sardegna e in Italia. Il tessuto produttivo risulta, infatti, meno strutturato rispetto alla media regionale, registrando una distanza molto significativa nel confronto con il sistema Paese, dove incide il peso del Centro-Nord, area in cui il processo di strutturazione è iniziato in anticipo rispetto al Sud Italia.

Tab. 24_Distribuzione dei dipendenti delle imprese attive per forma giuridica in Provincia del Sud Sardegna, Sardegna e in Italia (anno 2017)

Tipo dato		2017 - numero dipendenti delle imprese attive (valori medi annui)										
Forma giuridica	Territorio	imprenditore individuale, libero professionista e lavoratore autonomo		Società di persone		Società di capitali		Società cooperative		altra forma d'impresa		totale
	Italia	1153717	9,5%	1064565,36	8,7%	8660573,43	71,0%	1147280,41	9,4%	167242,88	1,4%	12193379,1
	Sardegna	32690,66	18,1%	22196,88	12,3%	100787,91	55,7%	23866,68	13,2%	1298,15	0,7%	180840,28
	Sud Sardegna	5936,63	22,4%	4121,65	15,6%	10845,61	40,9%	5472,56	20,7%	123,17	0,5%	26499,62

8.7 Il Turismo

Il sistema turistico provinciale, contraddistinto da consolidate identità turistiche, concentra circa il 16,6% delle strutture ricettive classificate della Regione ed il 15,6% della rispettiva capacità.

Tab. 25_Capacità degli esercizi ricettivi a per tipologia ricettiva, categoria di esercizio e provincia

Tipologia ricettiva	2022	
	Numero di esercizi	Posti letto
Esercizi Alberghieri	188	18.820
Alberghi di 5 stelle e 5 stelle lusso	7	1.595
Alberghi di 4 stelle	46	11.302
Alberghi di 3 stelle	94	3.739
Alberghi di 2 stelle	17	479
Alberghi di 1 stella	8	141
Residenze turistico alberghiere	16	1.564
Esercizi Extra-alberghieri	727	16.131
Campeggi e villaggi turistici	16	8.676
Alloggi in affitto gestiti in forma imprenditoriale	218	3.928
Alloggi agro-turistici	89	1.262
Ostelli per la gioventù	3	127
Case per ferie	7	84
Rifugi di montagna	-	-
Altri esercizi ricettivi n.a.c.	12	218
Bed and Breakfast	382	1.836
Totale Esercizi ricettivi	915	34.951

La capacità ricettiva complessiva è di prevalentemente associata al comparto alberghiero (53,8%) e nei campeggi (24,8%) e quasi esclusivamente concentrata lungo i comuni costieri e parzialmente costieri della Provincia. I principali dati del settore turistico provinciale indicano una rilevante ripresa dopo il 2021, un anno ancora condizionato dalla pandemia.

Tab. 26_Arrivi e presenze in Sardegna per provincia (anni 2021-2022)

Codice Istat	Territorio	2021		2022		Variazione	
		Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze
090	Sassari	1.148.818	5.278.952	1.652.959	7.679.953	43,9%	45,5%
091	Nuoro	435.456	2.101.733	552.945	2.643.560	27,0%	25,8%
095	Oristano	199.543	547.624	263.635	722.601	32,1%	32,0%
111	Sud Sardegna	363.364	1.776.046	474.273	2.291.665	30,5%	29,0%
292	Città metropolitana di Cagliari	318.910	927.866	468.080	1.363.132	46,8%	46,9%
20	Sardegna	2.466.091	10.632.221	3.411.892	14.700.911	38,4%	38,3%

Gli ultimi dati disponibili a livello regionale e provinciale confermano il momento di ripresa generale, con un aumento degli arrivi e delle presenze, i cui numeri si rivelano migliori anche di quelli del 2019 (anno pre pandemia). La crescita risulta tuttavia significativamente inferiore a quella regionale.

Tab. 27_Arrivi e presenze in Sardegna per provincia e per cittadinanza (anni 2021-2022)

ITALIANI

Codice Istat	Territorio	2021		2022		Variazione	
		Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze
090	Sassari	665.672	3.222.948	778.029	3.839.016	16,9%	19,1%
091	Nuoro	267.039	1.309.973	292.198	1.445.748	9,4%	10,4%
095	Oristano	142.741	402.648	164.651	451.814	15,3%	12,2%
111	Sud Sardegna	261.588	1.305.136	304.169	1.513.381	16,3%	16,0%
292	Città metropolitana di Cagliari	225.052	628.818	279.801	744.476	24,3%	18,4%
20	Sardegna	1.562.092	6.869.523	1.818.848	7.994.435	16,4%	16,4%

STRANIERI

Codice Istat	Territorio	2021		2022		Variazione	
		Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze
090	Sassari	483.146	2.056.004	874.930	3.840.937	81,1%	86,8%
091	Nuoro	168.417	791.760	260.747	1.197.812	54,8%	51,3%
095	Oristano	56.802	144.976	98.984	270.787	74,3%	86,8%
111	Sud Sardegna	101.776	470.910	170.104	778.284	67,1%	65,3%
292	Città metropolitana di Cagliari	93.858	299.048	188.279	618.656	100,6%	106,9%
20	Sardegna	903.999	3.762.698	1.593.044	6.706.476	76,2%	78,2%

Osservando le diverse componenti della domanda turistica appare evidente la differente situazione tra il turismo nazionale e quello straniero. Circa due terzi delle presenze sono garantite dal turismo italiano. Peraltro questo è stato il turismo più presente anche nel 2020 e 2021, mentre la componente straniera era molto diminuita. Adesso invece si registra un fortissimo ritorno del turismo straniero (+65,3% in termini di presenze, contro un aumento del 16% degli italiani).

A tal proposito particolarmente interessante è l'indice d'internazionalizzazione turistica, costituito dalla percentuale della componente straniera su quella complessiva che risulta nel Sud Sardegna pari al 35,9%, un valore inferiore alla media sarda (46,7%), ed ancora non riallineatosi ai livelli pre pandemici. Questo mette in luce la presenza di un sistema territoriale complesso da raggiungere, e meno aperto alle opportunità legate ai mercati esteri o meno in grado di intercettare la domanda straniera.

Tab. 28_Indice di internazionalizzazione in Sardegna per provincia (anni 2017-2022)

INDICE INTERNAZIONALIZZAZIONE		ARRIVI					
Codice Istat	Territorio	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		090	Sassari	55,1%	57,5%	57,4%	30,5%
091	Nuoro	49,4%	51,6%	51,2%	24,3%	38,7%	47,2%
095	Oristano	40,5%	43,0%	42,4%	17,9%	28,5%	37,5%
111	Sud Sardegna	37,7%	38,1%	37,0%	19,9%	28,0%	35,9%
292	Città metropolitana di Cagliari	38,1%	39,7%	43,7%	22,7%	29,4%	40,2%
20	Sardegna	48,2%	50,3%	50,5%	25,5%	36,7%	46,7%

Dal punto di vista dei comportamenti di consumo, in termini di permanenza media essa è più lunga per gli italiani (5,0 contro 4,6). Questi valori rappresentano una permanenza media più elevata rispetto al resto dell'isola, riconducibile in larga parte alla concentrazione della domanda turistica per le vacanze balneari, e sicuramente sempre in connessione con le difficoltà di accesso a questi territori (chi arriva con fatica, si trattiene di più).

Tab. 29_Permanenza media in Sardegna per provincia e per cittadinanza (anni 2017-2022)

PERMANENZA MEDIA			
Codice Istat	Territorio	2021	2022
		Italiani	Stranieri
090	Sassari	4,9	4,4
091	Nuoro	4,9	4,6
095	Oristano	2,7	2,7
111	Sud Sardegna	5,0	4,6
292	Città metropolitana di Cagliari	2,7	3,3
20	Sardegna	4,4	4,2

La concentrazione temporale dei flussi mostra un elevatissimo grado di stagionalità in concomitanza dei mesi estivi, con gli italiani che fanno il 91% delle presenze complessive nel quadrimestre giugno-settembre mentre invece gli stranieri dimostrano una propensione meno stagionalizzata (per quanto ancora assolutamente balneare) facendo registrare nello stesso quadrimestre il 77,4% delle presenze. Infatti gli italiani nei cosiddetti mesi spalla (maggio e ottobre) fanno registrare solo il 5,0 % delle presenze mentre gli stranieri negli stessi mesi raggiungono un significativo 19,4%. Sicuramente gli stili di vacanza sono ancora molto differenti, ed una maggiore apertura verso il mercato turistico straniero (migliorando chiaramente i collegamenti infrastrutturali con l'aeroporto di Elmas e il porto di Cagliari) può garantire un miglioramento della bilancia turistica dell'area.

Tab. 30_Distribuzione temporale presenze ed arrivi per cittadinanza provincia del Sud Sardegna (anno 2022)

Mese	ITALIANI				STRANIERI			
	Arrivi	Presenze	% Arrivi	% Presenze	Arrivi	Presenze	% Arrivi	% Presenze
gennaio	2.755	7.227	0,9%	0,5%	154	328	0,1%	0,0%
febbraio	3.939	7.701	1,3%	0,5%	224	516	0,1%	0,1%
marzo	3.826	8.159	1,3%	0,5%	524	1.054	0,3%	0,1%
aprile	10.362	18.443	3,4%	1,2%	6.599	18.724	3,9%	2,4%
maggio	17.235	38.530	5,7%	2,5%	20.942	69.405	12,3%	8,9%
giugno	55.111	251.171	18,1%	16,6%	29.515	131.381	17,4%	16,9%
luglio	66.049	394.128	21,7%	26,0%	32.891	180.214	19,3%	23,2%
agosto	76.449	508.339	25,1%	33,6%	24.525	129.336	14,4%	16,6%
settembre	44.794	223.448	14,7%	14,8%	36.212	161.286	21,3%	20,7%
ottobre	14.631	37.324	4,8%	2,5%	17.506	81.286	10,3%	10,4%
novembre	4.780	10.480	1,6%	0,7%	707	3.722	0,4%	0,5%
dicembre	4.238	8.431	1,4%	0,6%	305	1.032	0,2%	0,1%
TOTALE	304.169	1.513.381	100,0%	100,0%	170.104	778.284	100,0%	100,0%

8.8 Prevedibili effetti (positivi e negativi) dell'opera sulla componente

Gli effetti del progetto in esame sulla componente socio-economica possono in linea generale dirsi positivi.

Sia per gli immediati effetti locali che potrebbe avere sull'occupazione, che per la generale valenza globale, ampiamente riconosciuta, dei benefici diretti ed indiretti, per il ricorso a sistemi di produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili.

La realizzazione di un impianto solare fotovoltaico del tipo proposto, richiede la presenza di personale fisso nell'impianto per il controllo e la pulizia dei pannelli, e genera un ritorno apprezzabile dal punto di vista occupazionale legato alla realizzazione dell'impianto stesso.

La realizzazione dell'impianto permetterà l'occupazione di circa 150 unità lavorative per la durata di realizzazione dell'impianto, stimata in 24 mesi; inoltre non è trascurabile nemmeno l'indotto generato in fase di dismissione che permetterà l'impiego di circa 50 unità per un tempo di circa 24 mesi.

Questo nella fase di esercizio si trasformerà in occupazione stabile per 12 unità lavorative, generando un impatto sicuramente positivo, con un orizzonte temporale di almeno 30 anni, legato alla vita dell'impianto.

Nella fase di costruzione sono inoltre previsti dei riflessi economici sulle attività legate alla fornitura di beni e servizi quali fornitura materiali, ristorazione, ecc.

Non andrà trascurato anche l'impatto sulle casse comunali che nell'immediato vedranno un incremento nella riscossione di imposte e tributi relativi alle opere in oggetto.

Queste considerazioni riportate nel contesto del Comune di Portoscuso e dell'area più vasta in generale, assumono una certa rilevanza data la cronica scarsità di opportunità occupazionali, stante il generale stato di crisi delle realtà industriali dell'area.

Un'altra ricaduta immediata sul tessuto imprenditoriale produttivo locale è invece data dalla possibilità di avere una fornitura diretta di energia verso l'area industriale di Portovesme, coerentemente con la pianificazione energetica regionale che, sulla base delle linee di indirizzo del piano energetico regionale (approvate con delibera della Giunta RAS del 2/10/2015), intende "sostenere l'autoproduzione di energia elettrica, stimolando prioritariamente l'autoconsumo" in quanto "il principio ... è quello del conseguimento prioritario di una quota di energia dedicata all'autoconsumo pari almeno al 50% nell'ambito del distretto

energetico". Tale concetto è ripreso nell'ambito del piano energetico approvato in via definitiva nel corso del 2016, in quanto tra gli obiettivi prioritari è stato indicato quello di "promuovere la generazione distribuita dedicata all'autoconsumo istantaneo, indicando nella percentuale del 50% il limite inferiore di autoconsumo istantaneo nel distretto per la pianificazione di nuove infrastrutture di generazione di energia elettrica".

Il principale effetto/impatto positivo sull'ambiente che conseguirà alla realizzazione dell'impianto è la riduzione delle emissioni di inquinanti e gas serra.

Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,5 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,474 kg di anidride carbonica, tra i principali responsabili dell'effetto serra (dati ISPRA, 2017).

Seppure non in maniera locale, ma a livello generale è già stato valutato che il progetto potrà consentire di evitare l'emissione in atmosfera di circa 85.700 t di CO₂ all'anno, 67 t di SO₂ e 77 t di NO_x. Cioè, in 25 anni di vita utile dell'impianto, con una centrale tradizionale avremmo in atmosfera 1,713 milioni di t di CO₂, 1.685 t di SO₂ e 1.929 t di NO_x. Tutte sostanze che incidono negativamente sia sulla salute dell'uomo che dell'ambiente in generale. Questo tipo di impianti devono pertanto essere considerati sempre come sostitutivi di impianti atti a generare queste emissioni. Ogni nuovo impianto da fonti alternative è la premessa necessaria per la dismissione di impianti da combustibili fossili. Purtroppo dato che la sostituzione non avviene nello stesso luogo e nello stesso momento spesso questo fattore viene, se non trascurato, quantomeno messo in secondo piano, mentre dovrebbe sempre essere prioritario, considerato che tutti noi utilizziamo l'energia elettrica prodotta da questi impianti.

Dal punto di vista degli impatti negativi sul sistema sociale c'è, in transitorio, un cambiamento locale del paesaggio, ed una sottrazione di una quota di superficie alla macchia mediterranea. Va anche detto che tale superficie attualmente non è utilizzata a scopi agricoli, data la sua orografia e stante gli esiti della caratterizzazione dell'area SIN che ne sconsigliano comunque l'utilizzo a tali scopi.

9 Salute pubblica

9.1 Rumore

Il riferimento legislativo per la valutazione della componente clima acustico è, ad oggi, costituito dalla L. 447/95 che definisce l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi. Nel caso in cui non siano rispettati i livelli sonori ammissibili definiti dalle norme di legge si può parlare di inquinamento acustico.

Per l'impianto oggetto di progetto è stata prodotta una relazione di impatto previsionale acustico, il cui obiettivo è stato il prevedere il valore del livello sonoro ambientale (assoluto e, quando applicabile, differenziale) facendo riferimento al contesto nel rispetto dei limiti acustici in vigore sul territorio interessato dal progetto e nelle aree limitrofe, individuate come ricettori e potenzialmente esposti alle emissioni acustiche riconducibili al progetto.

Sia il Comune di Portoscuso, in cui ricade l'impianto previsto, sia il Comune di Gonnese, nel cui territorio sono individuabili la sottostazione e la rete di connessione RTN, risultano essere dotati di Piano di Classificazione acustica, ai sensi degli adempimenti previsti all'art.6, comma 1, lettera a) della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Dal punto di vista della classificazione acustica la realizzazione dell'impianto fotovoltaico a Terra e della connessione alla RTN risultano essere perlopiù ricadenti su zone acusticamente riferite in Classe II (Zona Agricola) per i terreni ricadenti nel territorio di Gonnese, mentre risulta essere in Classe III -IV-V-VI (pur essendo zona Agricola) per il territorio che interessa il comune di Portoscuso (Entrambi i comuni risultano essere dotati di Piano di Classificazione Acustica), così come rappresentato nella cartografia allegata alla relazione precedentemente citata.

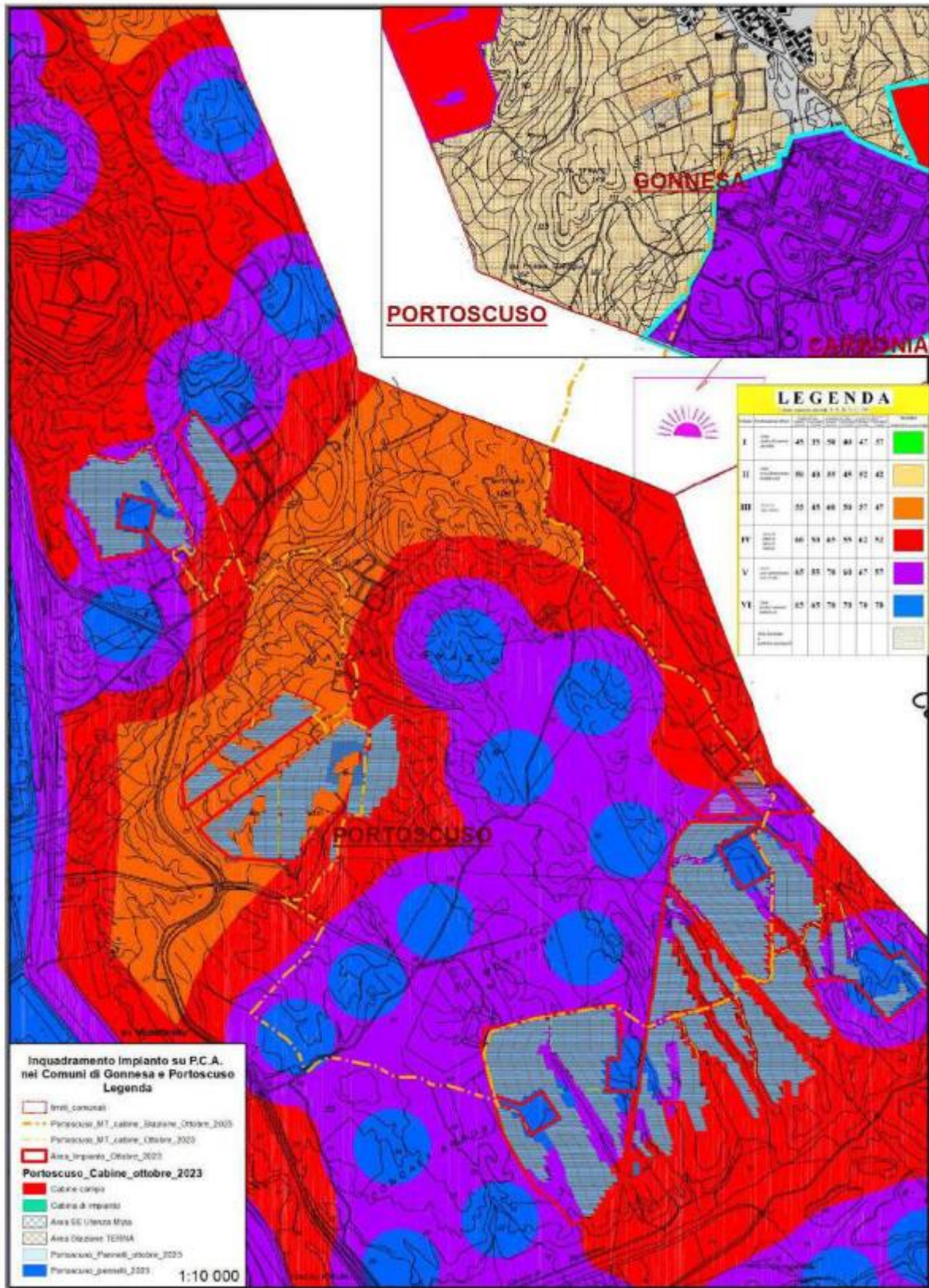


Figura 44 _Stralcio cartografico della Classificazione acustica delle zone di intervento

Si riportano di seguito i valori previsti di immissione ed emissione ai sensi della DPCM 14/11/1997 per le classi III e V che l'impianto fotovoltaico a Terra e della connessione alla RTN dovrà rispettare per quanto riguarda l'impatto acustico:

Tab. 31_valori limite di emissione (art. 2, DPCM 14/11/97 – Tabella B)

Valori limite di emissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00+22.00)	Notturmo (22.00+06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tab. 32_Valori limite assoluti di immissione (art. 3, DPCM 14/11/97 – Tabella C)

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00+22.00)	Notturmo (22.00+06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tab. 33_Valori di qualità (art. 7, DPCM 14/11/97 – Tabella D)

Valori limite di attenzione – Leq in dB(A)				
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento			
	Diurno 1 ora (06.00+22.00)	Notturmo 1 ora (22.00+06.00)	Diurno T _L (22.00+06.00)	Notturmo T _L (22.00+06.00)
I aree particolarmente protette	60	45	50	40
II aree prevalentemente residenziali	65	50	55	45
III aree di tipo misto	70	55	60	50
IV aree di intensa attività umana	75	60	65	55
V aree prevalentemente industriali	80	65	70	60
VI aree esclusivamente industriali	---	---	70	70

E i valori limite differenziali di immissione

Tab. 34_ Valori limite differenziali (art. 4, DPCM 14/11/97)

Valori limite differenziali di immissione		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
II aree prevalentemente residenziali	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
III aree di tipo misto	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
IV aree di intensa attività umana	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
V aree prevalentemente industriali	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
VI aree esclusivamente industriali	Non si applica in nessun caso	

Al fine di analizzare il contesto acustico dell'area in oggetto, è stato condotto un insieme di rilievi fonometrici mirati a una completa comprensione del clima acustico nella zona in cui sono stati registrati i valori relativi al progetto in esame.

Il termine "clima acustico ante operam" si riferisce alla valutazione dello stato dei livelli di rumore presenti nel territorio prima della realizzazione dell'opera, con l'obiettivo di verificare la conformità di tali livelli alle normative stabilite dal D.P.C.M. del 14 novembre 1997, in relazione alla classificazione d'uso del territorio.

Il principale indicatore del clima acustico è rappresentato dall'andamento temporale del livello sonoro equivalente ponderato A nelle sole ore diurne, in correlazione con gli orari di attività del sistema. Nel caso in cui la variabilità o le caratteristiche del rumore richiedano ulteriori dettagli, si devono estendere le misure fonometriche ad altri descrittori, come i livelli percentili LN, la loro distribuzione statistica e l'analisi in frequenza.

L'analisi del clima acustico consente la valutazione dell'esposizione dei recettori presenti. Partendo dalla situazione acustica attuale e dalla variabilità temporale delle fonti sonore, si può valutare la compatibilità del progetto con il clima acustico esistente, indicando le caratteristiche tecniche degli elementi di mitigazione, se necessari.

Inoltre, è necessario descrivere eventuali variazioni acustiche significative nelle aree residenziali o protette vicine al progetto, identificando accuratamente le diverse tipologie di recettori interessati dagli eventi sonori prodotti dall'impianto. Il Decreto Ministeriale del 29 novembre 2000 fornisce definizioni specifiche di recettori, comprendendo edifici adibiti ad ambiente abitativo, aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree destinate ad attività ricreative.

Al fine di valutare le condizioni di rumore "ante operam" e condurre verifiche "post operam" con impianti in funzione, saranno effettuate misure del rumore ambientale al di fuori dei recettori (ambienti abitativi) nelle vicinanze delle sorgenti di rumore individuate. Tali misure seguiranno i criteri e le modalità stabilite dai riferimenti legislativi e tecnici nazionali ed internazionali, inclusi quelli necessari per valutare i livelli di immissione rispetto ai limiti definiti dalla Legge Quadro 447/95.

La zonizzazione acustica è un importante strumento di pianificazione del territorio, mirato a migliorare la qualità acustica delle aree urbane e del territorio nel suo complesso, coordinandosi con altri strumenti urbanistici vigenti come i PUC. Le norme attuali costituiscono il quadro tecnico che definisce le prescrizioni, gli adempimenti e i requisiti necessari per raggiungere gli obiettivi stabiliti con la classificazione acustica.

9.2 Criteri di individuazione dei potenziali recettori

Solitamente, si preferisce adottare un criterio di precauzione più elevato nella individuazione dei potenziali recettori, facendo una distinzione tra i fabbricati abitativi destinati a uso residenziale, sulla base delle loro caratteristiche strutturali, e quelli destinati ad altri usi, principalmente Edifici rurali di carattere agroforestale o zootecnico.

Al fine di identificare e classificare la sensibilità di ciascun fabbricato censito, è stata applicata la seguente classificazione in base alla tipologia di destinazione, con le prime due categorie corrispondenti alle definizioni fornite dal punto 4.3.3 della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e dall'art.82 delle NTA del PPR:

1. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale.
- 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno.
- 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno.
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale.
4. Ricovero attrezzi/mezzi.
5. Fabbricati da uso produttivo.
6. Fabbricato in abbandono.

In base a questa classificazione, solo i fabbricati delle classi 1 e 2 costituiscono un "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009. Per tutti i casi di fabbricati rientranti nella classe n.3 e seguenti, si tratta principalmente di locali utilizzati come deposito attrezzi, locali per la mungitura e per il ricovero del bestiame. Questa distinzione permette di concentrare l'attenzione sui fabbricati destinati ad uso residenziale e ad attività agricole diurne e notturne, che sono considerati particolarmente sensibili alle previsioni della normativa di riferimento.

In queste circostanze, la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e/o foraggiamento, operazioni che coinvolgono il personale solo per una breve parte della giornata. Nell'area considerata, in relazione alle tipologie di sorgenti previste, non sono stati identificati recettori legati al loro utilizzo, sia per la loro posizione (come le cabine di trasformazione) che per il fatto che sono principalmente utilizzati durante il giorno, indipendentemente dal funzionamento dell'impianto.

Per questo motivo, è stata individuata una rete di punti di misura distribuita durante l'esecuzione delle misure e durante i sopralluoghi effettuati. La presenza di pochi fabbricati, come vani di appoggio e altri piccoli edifici, dovuta alla presenza di un campo di produzione eolica, indica chiaramente un utilizzo saltuario diurno di tali edifici.

Solo alcuni edifici adibiti ad abitazione nella periferia di Gonnese risultano essere presenti nelle vicinanze della Stazione RTN di Terna e delle Utenze. Tuttavia, si evidenzia, mediante uno stralcio fotografico, l'assenza di diverse tipologie di recettori sensibili nella fascia dei 150 metri dalle sorgenti individuate e previste.

9.2.1 Considerazioni sulla Situazione Ante Operam e Descrizione del Territorio:

In tutti i punti di rilievo fonometrico per la definizione della situazione ante operam, emerge chiaramente una prevalente destinazione agricola, con totale assenza di presenza umana continuativa. L'impianto fotovoltaico è inserito in un'area classificata come zona agricola (Zona E dal punto di vista urbanistico). Tuttavia, è importante sottolineare che l'area è influenzata principalmente dalla presenza di un impianto eolico in esercizio, che contribuisce in gran parte al livello acustico, come evidenziato anche dalle classificazioni acustiche della zona che si estendono dalla Classe III alla Classe VI, a causa della presenza dei pannelli fotovoltaici e degli edifici adibiti alla trasformazione dell'energia prodotta (trasformatori ed inverter) nel comune di Portoscuso.

La presenza di zone agricole è confermata anche nel territorio di Gonnese, nei pressi della frazione di Nuraxi Figus. Nonostante ciò, si mantiene un livello acustico di base caratterizzato da un utilizzo agro-zootecnico marginale, con coltivazioni erbacee ed arboree più estese, tipiche di questa area.

La copertura boschiva presente nella zona dove verrà realizzato il parco fotovoltaico, già occupata da un parco eolico, è costituita principalmente da vegetazione a macchia mediterranea, influenzata dalle limitate potenzialità del suolo che non garantisce condizioni favorevoli per la crescita di vegetazione arborea, anche a causa dell'assenza di suolo.

L'elenco dei punti di misura è disponibile nei risultati delle misurazioni e sarà rappresentato in dettaglio nella successiva mappa.

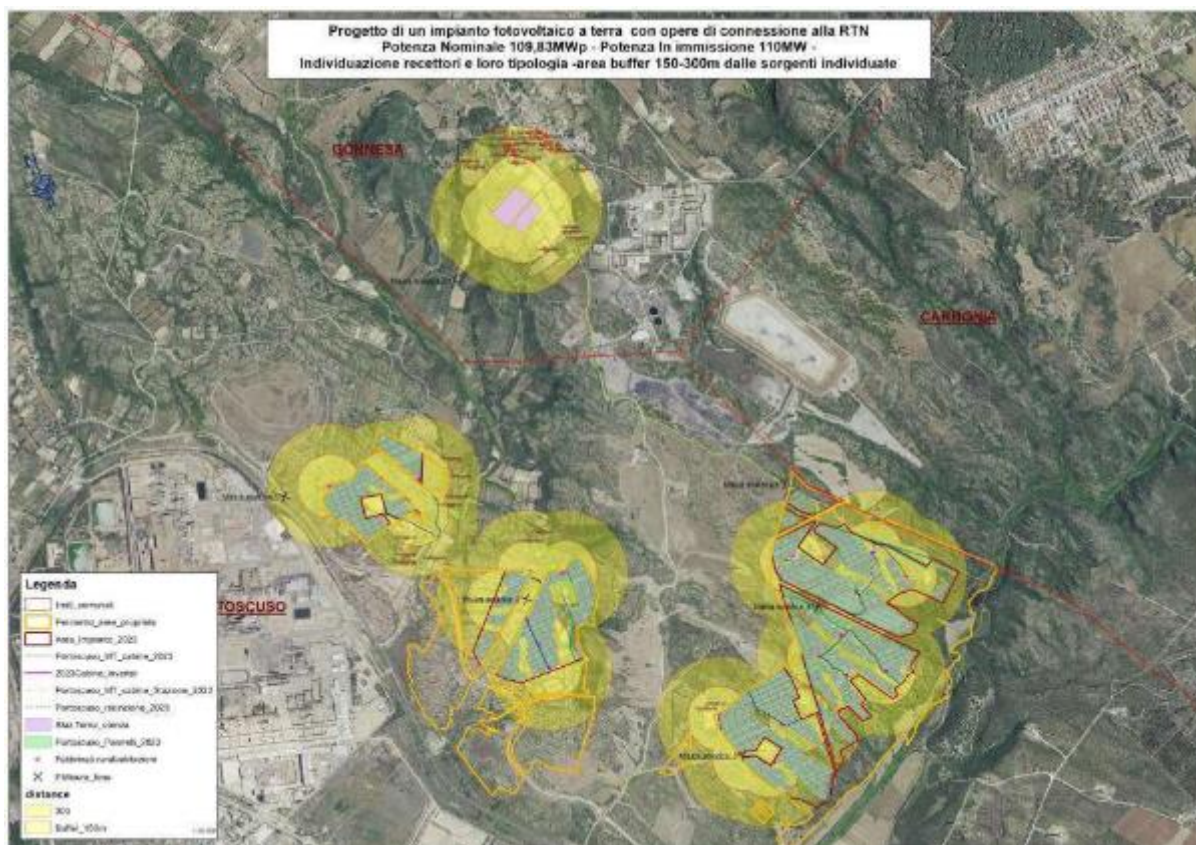


Figura 45_ Stralcio cartografico con inquadramento area (Recetton presenti) in un Buffer di 1 50 -300m

9.2.2 Rilievi Fonometrici

La campagna di misurazioni fonometriche nei pressi degli inverter e trasformatori, unica sorgente di rumore per la tipologia degli impianti fotovoltaici, è stata eseguita con un tempo di misura (TM) di 10 minuti, limitato al periodo diurno in considerazione del funzionamento di tali dispositivi. L'obiettivo era caratterizzare acusticamente il territorio circostante, focalizzandosi sul Comune di Portoscuso per l'impianto fotovoltaico e sul Comune di Gonnese per la sottostazione e i trasformatori impiegati per la conversione e il successivo trasporto alla RTN.

Il tempo di osservazione per la campagna di misure nel periodo diurno è stato compreso tra le ore 07:00 e le ore 20:00, coincidendo con il funzionamento dell'impianto e delle relative sorgenti di rumore. Prima e dopo ciascuna misura, è stata effettuata una verifica della calibrazione, con scarti mai superiori a 0,3 dB(A).

Il periodo di misurazione per la fonometria, effettuata nel mese di aprile 2023, e le modalità di esecuzione delle misurazioni dell'inquinamento acustico sono conformi a quanto stabilito dall'Allegato B del Decreto Ministeriale del 16 marzo 1998.

Si può pertanto confermare che durante l'intera sessione di misure non si sono verificati eventi in grado di compromettere l'integrità della catena strumentale, garantendo così la validità delle misurazioni effettuate.

9.2.3 Risultati delle Misure nei Diversi Punti (Clima Ante Operam)

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati delle misurazioni effettuate durante la campagna, includendo i dati di Laeq misurato e il parametro statistico Las, che rappresenta il livello sonoro istantaneo durante le fasi di silenzio, fungendo da indicatore del rumore di fondo. Questo valore riflette il livello del rumore ambientale residuo durante le pause tra i rumori misurati. L'utilizzo di questo parametro statistico è particolarmente utile per identificare i valori di rumore di fondo anche in presenza di vento, soprattutto in territori caratterizzati dalla presenza di impianti eolici e da una ricca vegetazione agroforestale.

Tab. 35_Riassunto dei valori riscontrati nei punti di misura (Clima ante Operam)

Punto Misurato	PUNTI DI MISURA	Periodo	L ₉₅ dB(A)	Laeq dB(A)
			dB(A)	dB(A)
Portoscuso Mis. 01	P1	Diurno	47,6	41,4
Portoscuso Mis. 02	P2	Diurno	39,4	35,1
Portoscuso Mis. 03	P3	Diurno	43,5	32,7
Portoscuso Mis. 04	P4	Diurno	44,3	37,1
Portoscuso Mis. 05	P5	Diurno	45,8	41,4
Nuraxi Figus (Gonnesa) Mis. 06	P6	Diurno	40,4	32,3

Questi risultati forniscono una panoramica dei livelli di rumore ambientale prima dell'attuazione del progetto, consentendo una valutazione approfondita del clima acustico nella zona di interesse, considerando anche le condizioni meteorologiche e la presenza di impianti eolici.

9.2.4 Sintesi delle Conclusioni sulla Situazione Ante Operam e Valutazione Previsionale Post Operam:

Dopo il monitoraggio ambientale, è possibile evidenziare i seguenti punti chiave:

9.2.4.1 Clima Acustico Ante Operam:

- Nelle zone monitorate del Comune di Portoscuso, il clima acustico presenta livelli di livello continuo equivalente compresi tra 32,3 dB(A) e 41,4 dB(A) durante il periodo diurno. Nel Comune di Gonnesa, i livelli sono al di sotto dei 40,4 dB(A) durante il periodo diurno, rispettando così i valori indicati dai rispettivi Piani di Classificazione Acustica.

- Il Comune di Portoscuso, sede dell'impianto fotovoltaico in questione, è prevalentemente ricaduto in zone acusticamente classificate come Classe III-IV-V-VI, aree principalmente industriali per i terreni del piano di intervento, probabilmente a causa dell'esistenza dell'impianto eolico.

- La rete di connessione alla RTN e la sottostazione di trasferimento sono collocate nel territorio del Comune di Gonnese, classificato come Classe II (aree di tipo misto/zone E agricole).

9.2.4.2 Valutazione Previsionale Acustica Post Operam:

- La valutazione d'impatto acustico previsionale mostra che i livelli di immissione previsti per i possibili ricettori sono inferiori ai limiti di immissione stabiliti per la Classe Acustica III. La classificazione dei diversi tipi di ricettori è riportata nella tabella seguente.

- I livelli di Clima Acustico Ante Operam, in prossimità dei ricettori, variano tra 55,5 dB(A) e 36,5 dB(A) nel periodo diurno, che rappresenta il periodo di funzionamento degli impianti.

- I livelli incrementali dovuti all'inserimento degli inverter e trasformatori sono stati inseriti nel modello di calcolo con CADNAA+, generando i valori riportati nelle tavole allegate. Questi parametri sono stati inclusi nel modello di calcolo previsionale con il software CADNAA.

- I valori dei potenziali ricettori esposti ai livelli di rumore ambientale sono riportati nelle tabelle seguenti, derivanti dalla modellazione eseguita con CADNAA.

Tab. 36_Valori riscontrati nei punti di misura (Clima post operam) ed in corrispondenza dei ricettori individuati

RECETTORE	CLASSE ACUSTICA	DISTANZA DA SORGENTE	SORGENTE ACUSTICA	TIPOLOGIA	VALORI CALCOLATI DIURNO	RISPETTO LIMITI DI IMMISSIONE ED EMISSIONE
Portoscuso P. 01	Classe III Aree di tipo Misto	Fascia 150m= 129m	Trasformatori ed inverter	3 FABBRICATI RURALI (DEPOSITO ATTREZZI)	>25 dB(A)	SI
Portoscuso P. 02	Classe III Aree di tipo Misto	Fascia 150m= 144m	Trasformatori ed inverter	3 FABBRICATI RURALI (DEPOSITO ATTREZZI)	>25 dB(A)	SI
Portoscuso P. 03	Classe V Aree prevalentemente industriali	Fascia 100m= 66m	Trasformatori ed inverter	3 FABBRICATI RURALI (DEPOSITO ATTREZZI)	>40 dB(A)	SI
Portoscuso P. 04	Classe IV aree di intensa attività umana	Fascia 200m= 175m	Trasformatori ed inverter	APERTA CAMPAGNA	>25 dB(A)	SI
Portoscuso P. 05	Classe III Aree di tipo Misto	Fascia oltre 250m = 350m	Trasformatori Sottostazione	APERTA CAMPAGNA	>35 dB(A)	SI
Gonnese P. 06	Classe II Aree prevalentemente residenziali	Fascia 150 m 113 m	Trasformatori Sottostazione	PERIFERIA NURAXI FIGUS	>25 dB(A)	SI

L'analisi complessiva fornisce una visione approfondita sia della situazione attuale che delle previsioni post operam, consentendo una valutazione completa dell'impatto acustico dell'impianto fotovoltaico nella zona di studio.

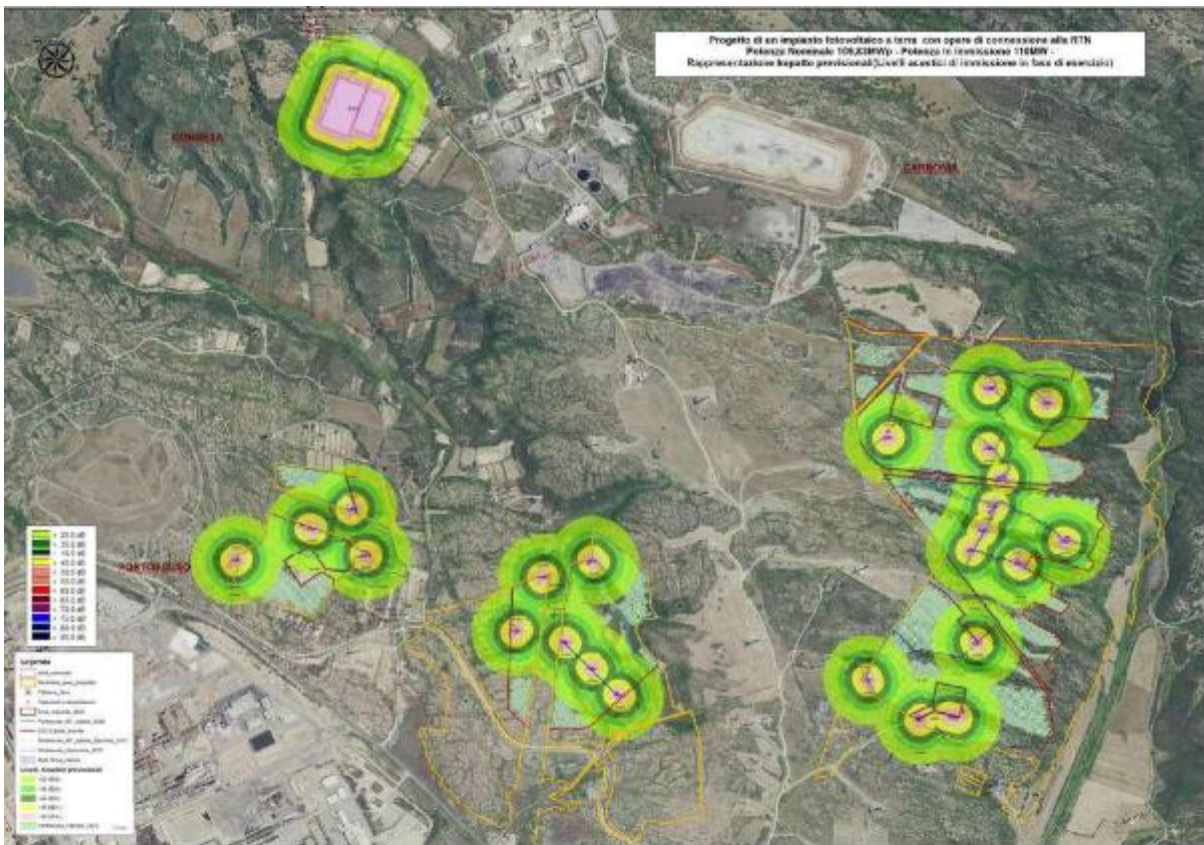


Figura 46_Mappa modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno

9.2.5 Fase di cantiere

Nonostante l'assenza attuale di un piano di cantiere dettagliato, è possibile formulare alcune considerazioni in merito alla rumorosità potenziale durante la costruzione dell'impianto fotovoltaico, seguendo le normative vigenti.

Inizialmente, è opportuno notare che i macchinari impiegati in fase di cantiere rientrano tra le attrezzature soggette a limiti di emissione acustica, come stabilito dal Decreto Legislativo 262/02, attuazione della Direttiva 2000/14/CE sulla riduzione dell'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature all'aperto. Questo decreto stabilisce limiti massimi di potenza sonora basati sulla potenza elettrica o sulla massa della macchina.

Tuttavia, senza dettagli precisi sulle fasi di cantiere e sui macchinari impiegati, non è al momento possibile effettuare una stima approfondita della rumorosità attesa.

Le attività di cantiere sono da considerarsi attività rumorose temporanee, soggette a specifica autorizzazione del Sindaco, secondo quanto previsto dal Piano di classificazione acustica comunale. Le macchine utilizzate devono rispettare gli standard di silenziamento stabiliti dalla normativa tecnica vigente, recepita dal Decreto Ministeriale 28/11/1987 n. 588 e dalle Direttive 27/1/1992 n. 135 e 137.

I titolari di attività temporanee possono richiedere al Sindaco un'autorizzazione in deroga ai limiti fissati dal Piano, previa consultazione con l'Azienda Sanitaria Locale (ASL) competente, come indicato dall'art. 1, comma 4 del D.P.C.M. 01/03/1991.

In generale, si suggerisce l'adozione di accorgimenti come l'utilizzo di macchinari conformi alle normative, l'installazione di barriere fonoassorbenti e la programmazione di lavori rumorosi in fasce orarie meno sensibili, allo scopo di minimizzare l'impatto acustico conformemente alle disposizioni legali.

L'impatto generato nella fase di realizzazione dell'opera dovrà essere valutato a cura dell'impresa che realizzerà gli interventi. Si può tuttavia ipotizzare che il rumore generato sarà il classico rumore dei cantieri edili, dovuto alla presenza di escavatori, gru, rulli e varie attrezzature manuali.

Si può pertanto ipotizzare che, utilizzando macchinari certificati, durante i normali orari di cantiere ovvero, 7:00 — 13:00 14:00 19:00, il livello di pressione sonora generato possa localmente e temporaneamente superare i limiti della normativa vigente e della classificazione acustica vigente. Trattandosi di cantieri temporanei e mobili, l'autorizzazione unica con la quale verrà autorizzata l'opera costituirà una deroga per il potenziale superamento dei limiti acustici previsti nell'area oggetto dell'intervento.

Dal punto di vista dell'impatto acustico l'attività di cantiere, relativa alla realizzazione dell'impianto oggetto di studio, può essere così sintetizzata:

- fase 1: scavo per fondazioni pali di sostegno;
- fase 2: getto fondazioni;
- fase 3: montaggio pannelli fotovoltaici e sistemi di controllo e monitoraggio;
- fase 4: realizzazione linea di connessione;
- fase 5: sistemazione piazzali.

La valutazione dell'impatto acustico prodotta dall'attività di cantiere oggetto di studio sarà condotta adottando i dati forniti dallo studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11".

Tale studio si basa su una serie di rilievi fonometrici che hanno consentito di classificare dal punto di vista acustico n°358 macchinari rappresentativi delle attrezzature utilizzate per la realizzazione delle principali attività cantieristiche.

Nell'elenco seguente, per ogni fase di cantiere sono indicati i macchinari utilizzati e le rispettive potenze sonore. Per le fasi, caratterizzate da utilizzo di più sorgenti di rumore, non contemporanee, è stato considerato esclusivamente il livello di potenza della sorgente (macchinario) più rumorosa.

Noti i livelli di potenza acustica, associabili ad ogni fase di lavorazione, attraverso l'utilizzo della formula di propagazione sonora in campo aperto relativo alle sorgenti puntiformi, e in via cautelativa considerando solo il decadimento per divergenza geometrica, si può calcolare l'impatto sui recettori. Pertanto, considerando che i cantieri sono localizzati nel lotto e lungo la viabilità e che l'orario di lavoro si inserisce in tempo di riferimento diurno, i risultati in termini di impatto sono paragonabili a quelli derivati dal modello analizzato per l'impianto complessivo, e quindi i livelli attesi di rumore sono comunque entro i limiti stabiliti dal Piano di Classificazione Acustica.

- Scavo di Fondazione (pala escavatrice) 103,5 dB
- Getto di fondazione (autobetoniera) 98,3 dB
- Montaggio Pannelli e sistemi di controllo e monitoraggio (Inverter trasformatori, etc. (autogru) 98,8 dB
- Realizzazione linea di connessione (taglio e scavo meccanico) 110,0 dB
- Sistemazione piazzali (pala escavatrice) 103,5 dB

9.2.5.1 Accorgimenti per il contenimento dell'impatto acustico

1. Selezione delle Macchine e Attrezzature:

- Scelta di macchine e attrezzature conformi alle direttive della Comunità Europea e ai recepimenti nazionali.
- Preferenza per macchine movimento terra ed operatrici gommate anziché cingolate.

- Installazione di silenziatori sugli scarichi, specialmente sulle macchine più potenti.
 - Uso di impianti fissi schermanti.
 - Adozione di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.
2. Manutenzione delle Emissioni e Attrezzature:
- Eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione.
 - Sostituzione dei pezzi usurati soggetti a giochi meccanici.
 - Controllo e serraggio delle giunzioni.
 - Bilanciatura delle parti rotanti per evitare vibrazioni eccessive.
 - Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori.
 - Manutenzione delle sedi stradali interne al cantiere e delle piste esterne per mantenere la superficie livellata e prevenire buche.
3. Modalità Operative e Preparazione del Cantiere:
- Orientamento degli impianti con emissione direzionale in posizione di minima interferenza.
 - Utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al suolo.
 - Impostazione di direttive per gli operatori al fine di evitare comportamenti rumorosi.
 - Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, preferendo avvisatori luminosi quando possibile.

9.2.6 Fase di esercizio

Nella fase di esercizio, sarà effettuato un monitoraggio fonometrico per rilevare i livelli di rumore effettivi. In base ai risultati di queste misurazioni, saranno dimensionate eventuali misure di mitigazione, se necessario.

Le possibili misure di mitigazione possono includere interventi passivi, come la piantumazione di filari di alberi ad alto fusto. Questi filari possono essere posizionati sia lungo i confini del recettore che in prossimità dell'edificio interessato, intercettando la principale direzione di propagazione del rumore prodotto.

È importante sottolineare che, poiché non sono presenti ricettori sensibili a una distanza inferiore ai 150 metri dalla sede dell'impianto fotovoltaico, si ritiene poco probabile che, in futuro, dopo le misurazioni post-operam, si rendano necessarie misure mitigative significative. Tuttavia, il monitoraggio continuo rimarrà una pratica standard per garantire il rispetto degli standard acustici e per adottare interventi correttivi tempestivi, se necessario.

9.3 Campi elettromagnetici

Gli impatti potenziali sono unicamente riconducibili alla fase di esercizio, momento in cui si generano campi elettromagnetici conseguenti alla produzione di energia e suo passaggio lungo i cavidotti, nelle cabine e nelle stazioni di trasformazione e consegna.

L'apporto del campo solare termodinamico in esercizio si considera marginale rispetto ai valori di base attualmente registrati. Le apparecchiature che potrebbero rappresentare una fonte di campi elettromagnetici diversi da zero sono quelle che vanno dalle cabine di campo fino alla consegna in sottostazione.

Il valore di tali emissioni non è noto, in assenza di misure dirette, ma comunque risulterebbe significativamente inferiore all'attuale valore di fondo.

Inoltre, considerando che nell'area non sono presenti abitazioni o altri edifici occupati per una parte significativa della giornata, si può affermare che l'impatto dovuto ai CEM è di modesta entità.

Questo grazie alla particolare tipologia di installazione, che presenta modeste elevazioni fuori terra, alla natura pianeggiante del sito (che quindi esclude punti di osservazione sopraelevati), alla sistemazione a verde perimetrale.

9.4 Impatti cumulativi

Si premette che tra le aree interessate alle immissioni, vi sono aree inserite all'interno della Classe Acustica III-IV V e VI del vigente Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso e aree inserite nella Classe II del vigente piano di classificazione acustica di Gonnese (area dove si realizzerà la Sottostazione di collegamento alla RTN).

Allo scopo di individuare i punti sensibili da considerare ai fini della verifica dei limiti acustici di legge, sono stati censiti tutti i fabbricati presenti nell'area interessata dal progetto e si sono definite le diverse tipologie di fabbricati, a seconda delle caratteristiche e della destinazione d'uso degli stessi.

Si deve però tenere conto dell'assenza di recettori sensibili, ossia rientranti nella classe n.1 o 2, tra i fabbricati censiti. All'interno di un buffer di 300m infatti, si rinvenivano solo locali prevalentemente utilizzati per la mungitura e per il ricovero notturno del bestiame o utilizzati per scopo produttivo.

Per quanto concerne i trasformatori della Sottostazione per la connessione alla RTN, sono stati individuati recettori (abitazione nella periferia di Nuraxi Figus) nella Classe Acustica III, le immissioni di rumore prevedibili saranno _ in conformità ai limiti assoluti di immissione di cui alla Tabella C, art. 2 D.P.C.M_14/11/1997, nel periodo diurno, che rappresenta il periodo di attività dell'impianto fotovoltaico.

In tutti i fabbricati rurali censiti, se utilizzati, la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e foraggiamento, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

La presenza di fabbricati quali vani appoggio e/o altri piccoli edifici indicano chiaramente un uso saltuario degli stessi edifici.

A seguito del censimento svolto sono stati individuati diversi fabbricati, anche abitativi, in un buffer di 300m dalle sorgenti acustiche della Stazione Terna presso l'abitato, ma nessuno di loro viene influenzato dai livelli acustici di emissione delle cabine di trasformazione e dell'inverter della Frazione di Nuraxi Figus, pure per quelli che sono stati individuati in una Classe II dal Vigente Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Gonnese.

Nel territorio del comune di Portoscuso dove insiste l'impianto, nessuno di quelli individuati nel territorio del comune di Portoscuso, presenta caratteristiche tali da rientrare nella definizione di "punto sensibile" ai sensi della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 né ai sensi delle normative di portata nazionale sopra menzionate, oltre ad essere inseriti in una classe acustica che va dalla Classe III alla Classe VI nel Vigente Piano di Classificazione acustica. Del Comune di Portoscuso.

Per Tutti fabbricati si è comunque proceduto per completezza all'analisi di impatto acustico.

Da valori delle tabelle e dalla cartografia allegate, si può quindi evincere il rispetto dei limiti di immissione, in relazione alla realizzazione ed esercizio dell'impianto Fotovoltaico, con l'assoluto rispetto dei limiti di immissione delle Classi Acustiche individuate, anche per tutti i fabbricati individuati nel buffer di 300 m dalle sorgenti acustiche dell'impianto, sia per quelli che in quanto edifici funzionali o abitativi connessi al sito di Nuraxi Figus o fabbricati ad utilizzazione agropastorale con presenza saltuaria di personale, connessa alla tipologia di conduzione dell'attività agroforestale tipica della zona che prevede la presenza degli operatori limitatamente alle operazioni di conduzione, ricovero, nutrizione ed eventuale mungitura del bestiame, che

per quelli pur essendo questi dei potenziali recettori sensibili, risultano essere esposti a livelli acustici ben al di sotto dei limiti previsti dalla zonizzazione acustica vigente.

Si può inoltre affermare che nelle condizioni di operatività dell'impianto Fotovoltaico e della connessione alla RTN, il disturbo del rumore ambientale generato dalla vegetazione esistente nell'intorno agricolo ed industriale (barriere frangivento e presenza di vegetazione arborea di delimitazione o lo stesso impianto eolico in esercizio) verrà prodotta un'emissione acustica al limite uguale, se non superiore di quella generata dalle sorgenti dell'impianto oggetto di valutazione.

Infatti nelle condizioni effettuate anche per la definizione del clima acustico, in una tipologia di territorio come quello in cui ricade l'impianto progetto, il contributo del rumore di questi ultimi è difficilmente distinguibile dal rumore ambientale dell'area, caratterizzata da bestiame, alberature e altra vegetazione e dal funzionamento dell'impianto eolico presente, oltre che dagli apporti del volume di traffico della viabilità presente, che facilmente generano rumori di fondo superiori di gran lunga alle emissioni acustiche dell'impianto stesso.

Pertanto, anche l'eventuale uso del calcolo del differenziale generato dagli impianti in oggetto in funzione sarà sensibilmente ridotto, rispetto a qualunque valutazione previsionale che si volesse fare all'interno di tali fabbricati.

Infatti il criterio differenziale non si applica se sono rispettate entrambe le seguenti condizioni:

1. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte è inferiore a Leq 50 dB(A) nel periodo diurno ed a Leq 40 dB(A) nel periodo notturno;
2. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a Leq 35 dB(A) nel periodo diurno ed a Leq 25 dB(A) nel periodo notturno.

Si ricorda in ogni caso che le misure fonometriche e le valutazioni puntuali dell'impatto previsionale acustico riguardano fabbricati che non costituiscono punti sensibili, quindi il criterio differenziale non è applicabile a rigore per nessuno dei fabbricati indagati.

Il controllo effettivo della situazione sarà comunque da effettuarsi nella situazione post-operam, come sarà da prevedersi nell'eventuale piano di monitoraggio acustico dell'impianto Fotovoltaico in oggetto.

10 Atmosfera

10.1 Caratteri climatologici generali della regione

Per avere un quadro più preciso ed approfondito delle caratteristiche di un territorio non si può prescindere dall'analisi delle sue caratteristiche climatiche, infatti l'evoluzione del paesaggio è strettamente legata, oltre che alle attività antropiche, che determinano direttamente o indirettamente trasformazioni ambientali talvolta permanenti, ai caratteri climatici che caratterizzano quella porzione di superficie terrestre. Inoltre il clima esercita un ruolo fondamentale nell'ambito della pedogenesi in quanto sono soprattutto gli apporti di acque meteoriche ad avviare e successivamente regolare quali-quantitativamente alcuni processi quali quello di eluviazione - lisciviazione, responsabili della genesi di diversi suoli osservabili su di un territorio. Sotto questo aspetto le precipitazioni, intese come intensità e quantità di pioggia, e le temperature sono i fattori che influiscono maggiormente sui fenomeni di ruscellamento superficiale e sull'infiltrazione delle acque nel sottosuolo e pertanto verranno di seguito analizzate. Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come marittimo Mediterraneo Interno, temperato, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il settore del Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra la zona tropicale a sud, dove le

stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e la zona temperata, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si presentano con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une e le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche. La principale causa delle notevoli differenze climatiche fra le stagioni è la migrazione del limite settentrionale delle celle di alta pressione che caratterizzano le fasce subtropicali del Pianeta. D'estate, infatti, tali celle arrivano ad interessare tutto il bacino del Mediterraneo, dando vita ad una zona di forte stabilità atmosferica (che nei mesi di giugno, luglio e agosto può dare origine ad un regime tipicamente subtropicale arido), favorendo situazioni di cielo sereno con temperature massime elevate, anche se accompagnate da escursioni termiche di discreta entità. D'inverno invece le medesime celle restano confinate al Nord-Africa e lasciano il Mediterraneo esposto a flussi di aria umida di provenienza atlantica o di aria fredda di provenienza polare. L'Arrigoni definisce il clima della Sardegna temperato-caldo e tipicamente bistagionale, cioè con un periodo caldo arido ed un periodo freddo umido che si alternano nel corso dell'anno intervallati da due stagioni a carattere intermedio. Il freddo e l'umidità aumentano procedendo dal mare verso l'interno e dal Sud al Nord dell'isola.

Non potendo fare uno studio climatologico approfondito si è ricorsi ad alcuni dati bibliografici che ben descrivono gli aspetti salienti dell'area ("Il Clima della Sardegna" di Mario Pinna, 1954 e "Fitoclimatologia della Sardegna" Arrigoni, 1968 - 2006). Il Pinna (1954) riferendosi all'area in esame (sulla base dell'analisi dei valori di temperatura, piovosità e dell'indice di aridità) gli assegna un clima di tipo "subtropicale semiarido" caratterizzato da piovosità media compresa tra 500 e 700 mm, da temperature medie annue attorno ai 17°C, mese più freddo con temperature medie non inferiori a 10°C, e quattro mesi con temperatura media pari o superiore ai 20 °C, e indice di aridità compreso tra 15 e 20.

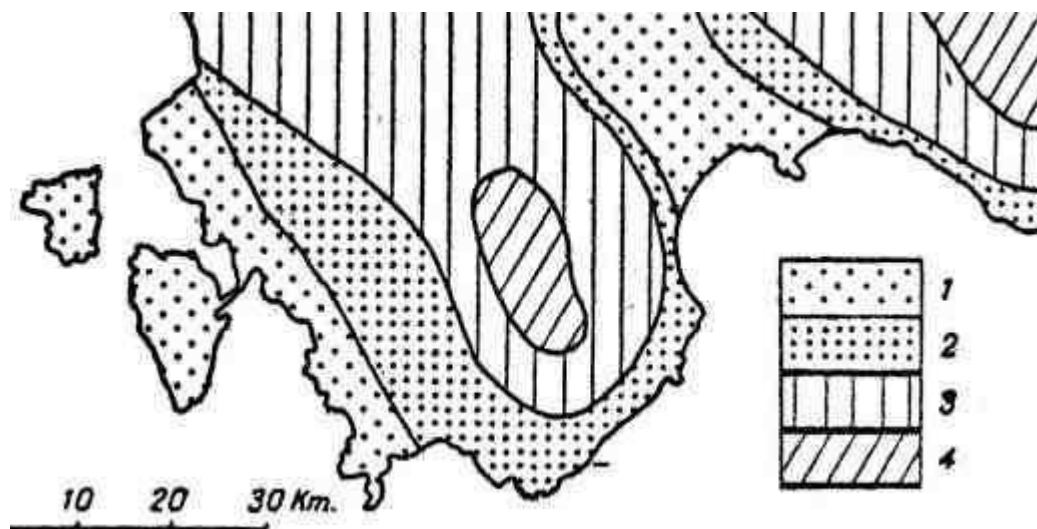


Figura 47_Carta dei tipi di Clima (M. Pinna, 1954) – 1 subtropicale semiarido; 2 subtropicale; 3 temperato caldo; 4 sub-umido.

Secondo l'Arrigoni (1968) il settore sud-ovest della Sardegna è caratterizzato da un clima riconducibile a quelli di tipo mediterraneo: bistagionale con le precipitazioni distribuite prevalentemente nei mesi autunnali ed invernali, i valori minimi si registrano nei mesi estivi in concomitanza con i massimi termici annuali. Sia le alte temperature estive, isoterme delle medie delle temperature del mese di luglio comprese tra 23 - 25°C, che quelle minime invernali, isoterma delle medie delle temperature di gennaio comprese tra 6 e 10°C, sono fortemente mitigate dalla vicinanza del mare.

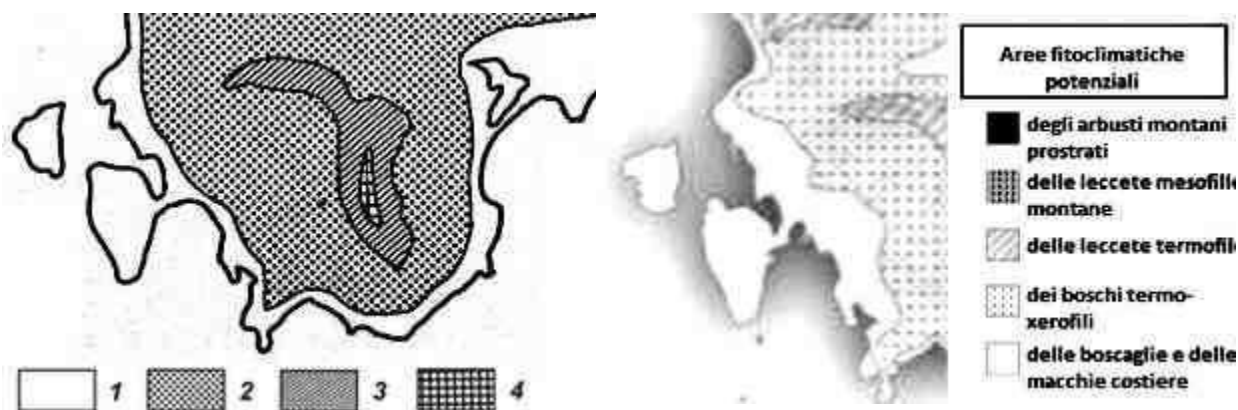


Figura 49_Carta fitoclimatica potenziale (Arrigoni, 2006).

Figura 48_Carta fitoclimatica della Sardegna (Arrigoni, 1968) – 1 orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee; 2 orizzonte delle foreste miste sempreverdi termo xerofili; 3 orizzonte mesofilo della foresta di leccio, 4 orizzonte freddo umido della foresta

Dal punto di vista fitoclimatico il territorio oggetto di studio ricadrebbe, secondo la classificazione del Pavari, ripresa e rielaborata a più riprese dall'Arrigoni (1968 – 2006), all'interno dell'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

Per la definizione delle caratteristiche climatiche di dettaglio dell'area di studio si è concentrata l'attenzione sulle due principali grandezze meteorologiche (precipitazione e temperatura), caratterizzandole dal punto di vista della media mensile, stagionale ed annuale; per fare ciò si è fatto riferimento ai dati pluviometrici registrati dal Servizio Idrografico di Cagliari nelle vicine stazioni di Bacu Abis, Flumentepido e Carloforte relativi al trentennio 1991-2020. A tale proposito è doveroso precisare come i dati storici disponibili, purtroppo non siano continui nel tempo, infatti per quel che riguarda le precipitazioni la serie storica relativa la trentennio 1991-2020 è pressoché completa per le stazioni di Bacu Abis, e Flumentepido, di soli 22 anni per la stazione di Carloforte, mentre per quel che riguarda le temperature solamente la stazione di Flumentepido ha una serie storica completa per l'intero trentennio mentre le misurazioni sulle stazioni di Bacu Abis e Carloforte sono riferite ad una serie di soli 20 anni.

Tab. 37_Dati stazioni

Codice Stazione	Nome Stazione	E	N	Altezza m s.l.m.
470	Bacu Abis	1454000	4343800	60
480	Flumentepido	1455280	4337780	60
460	Carloforte	1440600	4332260	18

Partendo dai dati relativi alle precipitazioni e alle temperature per le stazioni di Bacu Abis, Flumentepido e Carloforte è stato possibile calcolare i valori relativi all'evapotraspirazione e al bilancio idrologico finale.

10.1.1 Caratteri pluviometrici

I caratteri idrogeologici dell'area in esame, la circolazione idrica superficiale e quella sotterranea, sono direttamente correlati con il regime delle precipitazioni, queste in genere scarse, sono distribuite molto irregolarmente attraverso i vari mesi e variano da un anno all'altro, ma presentano generalmente una forte

concentrazione nel periodo autunnale. Di seguito vengono riportate le elaborazioni dei dati relativi alle sopraccitate stazioni.

Tab. 38_Pluviometrie medie - mm di pioggia

Stazione													Bacu Abis	
Precipitazioni Medie Mensili in mm - periodo 1991 - 2020														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
53,79	51,49	40,92	50,93	37,75	15,73	1,58	10,72	37,79	59,29	99,69	84,58	544,27		
Precipitazioni Medie Stagionali in mm														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
146,21			104,41			50,08			243,57					

Stazione													C.ra Flumentepido	
Precipitazioni Medie Mensili in mm - periodo 1991 - 2020														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
57,35	59,90	50,18	49,56	31,59	14,35	1,02	12,92	41,16	54,90	91,83	76,51	541,27		
Precipitazioni Medie Stagionali in mm														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
167,42			95,50			55,11			223,24					

Stazione													Carloforte	
Precipitazioni Medie Mensili in mm - periodo 1991 - 2020														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
52,96	45,67	39,64	55,60	30,14	13,72	1,57	13,33	51,29	66,30	87,41	83,10	540,73		
Precipitazioni Medie Stagionali in mm														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
138,27			99,45			66,19			236,81					

Entrando nel dettaglio si ha per quest'area un valore di precipitazione media annuale di 542 mm/anno e valori medi annui per le tre stazioni abbastanza simili. La distribuzione delle precipitazioni non risulta essere costante negli anni infatti, da un'analisi dei dati relativi al periodo 1991 - 2020 si rileva come per tutte e tre le stazioni prese in considerazione le precipitazioni annue mostrano un campo di variazione compreso fra un valore minimo di 211 mm/anno (stazione di Carloforte - anno 2001) ed un massimo di 944 mm/anno (stazione di Bacu Abis - anno 2010). Non mancano precipitazioni intense e concentrate nell'arco di alcuni giorni, con picchi d'intensità che possono raggiungere valori anche molto elevati. L'analisi del dato mensile mostra come a partire dal mese di maggio le piogge tendono a diminuire, i mesi più piovosi in assoluto risultano essere quelli di novembre, ottobre e dicembre seguiti da gennaio, febbraio, marzo e aprile, mentre quelli più secchi sono luglio e agosto, seguiti da giugno. Passando all'analisi delle precipitazioni stagionali, la stagione più piovosa per tutte e due le stazioni è quella autunnale con valori medi di 234 mm e punte più elevate per la stazione di Bacu Abis che supera i 243 mm, seguono l'inverno e la primavera, mentre la stagione più secca è quella estiva, anche in questo caso il settore di Bacu Abis è caratterizzato da valori di precipitazioni più bassi. Le piogge primaverili sono meno violente e più regolari di quelle autunno-invernali e rappresentano l'ultimo importante contributo prima del periodo siccitoso estivo, anche se non sempre assicurano il necessario rifornimento idrico, mentre nel periodo estivo (luglio - agosto) l'apporto pluviometrico è alquanto modesto e risulta quantificabile in una decina di mm.

10.1.2 Caratteri termometrici

La temperatura è un parametro molto importante in quanto condiziona i quantitativi d'acqua che sono sottratti all'infiltrazione efficace per effetto del processo dell'evapotraspirazione. La temperatura è influenzata da diversi fattori quali le correnti dell'aria orizzontali e verticali, l'idrogeologia, i passaggi di stato dell'acqua, la natura fisica del suolo e la presenza di corsi d'acqua e di vegetazione. Le temperature medie sono inoltre importanti per studiare il clima e per identificare i parametri relativi all'evaporazione potenziale. In tabella si riportano i dati di temperatura media mensile, annua e stagionale per le stazioni considerate.

Tab. 39_Temperature medie

Stazione													Bacu Abis	
Temperature Medie Mensili in °C - periodo 1989 - 2011														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
10,29	10,58	13,15	14,06	18,07	21,62	24,56	25,42	22,65	19,08	15,72	11,30	17,21		
Temperature Medie Stagionali in °C														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
11,34			17,92			24,21			15,36					

Stazione													C.ra Flumentepido	
Temperature Medie Mensili in °C - periodo 1991 - 2020														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
10,50	10,53	12,52	14,38	18,39	22,57	25,60	26,21	23,00	19,08	14,72	11,64	17,43		
Temperature Medie Stagionali in °C														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
11,18			18,45			24,94			15,15					

Stazione													Carloforte	
Temperature Medie Mensili in °C - periodo 1981 - 2001														
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annua		
11,70	11,71	12,77	14,82	18,06	21,75	24,87	25,05	23,19	19,90	15,83	12,73	17,48		
Temperature Medie Stagionali in °C														
Inverno			Primavera			Estate			Autunno					
12,06			18,21			24,37			16,15					

La temperatura media annua risulta essere più o meno uguale in tutte e tre le stazioni considerate e si attesta attorno ai 17 °C; la distribuzione media mensile mette in evidenza come i mesi più freddi siano dicembre, gennaio, febbraio e marzo con temperature da 10 a 12°C, mentre quelli più caldi sono luglio ed agosto con temperature medie tra i 24 e i 26°C. Passando all'analisi delle temperature medie stagionali, la stagione più calda per tutte e tre le stazioni è quella estiva con valori medi di 24°C, seguono la primavera e l'autunno, mentre la stagione più fredda è quella invernale.

10.1.3 Caratteri anemometrici

Le caratteristiche generali di ventosità dell'area in esame sono tratti dalla Nota tecnica "Il Clima della Sardegna" pubblicata dal Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna con riferimento alla stazione in loc. "Spalmatoreddu" (Carloforte), ubicata ad ovest rispetto all'impianto in progetto. Ai fini dell'esposizione dei dati, le direzioni dei venti sono state suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica e le velocità in quattro Classi. Inoltre, per semplicità, sono stati assimilati alla

calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1,5 m/s (la cosiddetta bava di vento), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità. Per ogni combinazione di velocità e direzione, si riporta la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951/1993). Vista la mole di dati a disposizione, tali valori corrispondono, a tutti gli effetti, alla probabilità empirica di registrare quel particolare vento nella stazione di riferimento. Per quel che riguarda la Classe zero (calma di vento o vento variabile) non si fanno distinzioni per direzioni di provenienza.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di distribuzione del vento nelle varie direzioni, indipendentemente dalla velocità. Si è tenuto conto anche della direzione variabile e della calma di vento, che, come si può constatare nella stazione in oggetto, risultano pressoché assenti.

Direzione di provenienza del vento massimo Stazione di Spalmatoreddu (Carloforte) percentuali sul totale dei dati disponibili								
nord	nord-est	est	sud-est	sud	Sud-ovest	ovest	Nord-ovest	direzione variabile o calma di vento
15.02	3.83	6.42	10.62	8.98	6.68	10.31	38.14	0.00

(Dati da "Il clima della Sardegna" - SAR Anni 1951/1993)

Nelle due successive tabelle sono invece riportate, rispettivamente, le distribuzioni annuali assolute (ossia riferite alla totalità di dati disponibili) di frequenza della direzione e velocità del vento divise per fasce di velocità e quelle relative (cioè riferite alla particolare classe di velocità considerata).

Distribuzione delle frequenze assolute annuali della direzione e velocità del vento massimo rilevate presso la Stazione di Spalmatoreddu (Carloforte) percentuali sul totale dei dati disponibili									
Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	Sud-ovest	ovest	Nord-ovest	Totale
Classe I - 1,5-8 m/s	4.04	1.59	1.7 7	2.18	4.24	2.37	1.77	4.81	22.77
Classe II - 8-13,5 m/s	7.10	1.62	2.4 8	4.92	4.00	2.18	3.38	13.68	39.35
Classe III - >13,5 m/s	3.30	0.57	1.9 2	3.26	0.63	2.00	4.81	18.55	35.03

(Dati da "Il clima della Sardegna" - SAR - Anni 1951/1993)

Distribuzione delle frequenze annuali della direzione e velocità del vento massimo (per classe di velocità) rilevate presso la Stazione di Spalmatoreddu (Carloforte) percentuali sul totale dei dati di ogni fascia									
Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	Sud-ovest	ovest	Nord-ovest	
Classe I - 1,5-8 m/s	17.76	6.99	7.77	9.56	18.62	10.41	7.77	21.11	
Classe II - 8-13,5 m/s	18.04	4.13	6.31	12.51	10.15	5.53	8.58	34.75	
Classe III - >13,5 m/s	9.41	1.62	5.47	9.32	1.81	5.70	13.72	52.94	

(Dati da "Il clima della Sardegna" - SAR - Anni 1951/1993)

Per la stazione di Spalmatoreddu il regime anemometrico è caratterizzato dalla prevalenza dei venti occidentali in tutte le stagioni (il più intenso è infatti il maestrale), infatti analizzando la stazione i venti di sud-ovest (6,68%), ovest (10,31 %) e nord-ovest (38,14 %) occupano più del 55% del totale delle osservazioni con il maestrale che occupa (da solo oltre il 38% del totale, mentre i venti di sud (8,98%), sud-est (10.62 %), est (6,42%), nord-est (3,83%) e nord (15,02%) occupano il restante 45%. Inoltre, i venti spirano

prevalentemente negli intervalli di velocità compresi tra 8 e >13,5 m/s, formando circa il 74% del totale. Considerando invece le frequenze annuali per classe di velocità (Tabella 11), si ha che i venti più frequenti sono quelli dai quadranti occidentali per tutte le fasce di velocità, dove in percentuale praticamente si equivalgono; mentre, a velocità comprese tra 1,5 e 13 m/s, assumono un'incidenza rilevante anche i venti dei quadranti settentrionali e meridionali, pur restando il Maestrale il vento più frequente per ogni velocità.

10.1.4 *Caratteristiche climatiche di dettaglio*

Il quadro climatico che ne scaturisce è quindi riconducibile a quelli di tipo mediterraneo bi-stagionale con le precipitazioni distribuite prevalentemente nei mesi autunnali ed invernali mentre nei mesi estivi in concomitanza con i massimi termici annuali si registrano i minimi pluviometrici. Il periodo arido comporta un massimo del valore della evapotraspirazione dell'acqua dal terreno mentre in autunno-inverno l'umidità del terreno può superare la capacità di ritenzione idrica solo in coincidenza di regimi pluviometrici elevati, questo porta ad un conseguente ma moderato surplus idrico durante la stagione invernale e ad un accentuato deficit idrico nella stagione estiva. Le caratteristiche climatiche dell'area non evidenziano problematiche legate all'erosione dei suoli.

10.2 **Qualità dell'aria: stato iniziale della componente**

Per la definizione della conoscenza della situazione circa la qualità dell'atmosfera si è fatto riferimento alla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020" pubblicato dall'Assessorato Della Difesa Dell'ambiente della Regione Autonoma Della Sardegna che descrive il monitoraggio della qualità dell'aria nella Regione Sardegna, effettuato attraverso la Rete di misura per l'anno 2020, ai sensi del D.Lgs n.155 del 13 agosto 2010 e ss.mm.ii.. Analizzando questo documento si evince come l'intero territorio comunale di Portoscuso sia inserito, con delibera della Giunta Regionale n. 52/19 del 10/12/2013 all'interno delle Zone Industriali (Codice zona IT2009) per quel che riguarda la qualità dell'aria. Nella zona Industriale (IT2009) ricadono i comuni in cui sono presenti aree industriali, il cui carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali.

L'area di Portoscuso ospita una serie d'insediamenti industriali di diversa natura localizzate nell'area industriale di Portovesme, tra le principali attività si ricordano la centrale termoelettrica di Portovesme per la produzione di energia elettrica, la filiera dell'alluminio, la filiera dei metalli non ferrosi ecc.. Nel settore di Portoscuso sono presenti quattro stazioni di misura della qualità dell'aria denominate rispettivamente **CENPS4, CENPS6, CENPS7 e CENPS2**; quest'ultima è stata dismessa nel 2018 in seguito alla delibera del 7 novembre 2017, n. 50/18 che individuava le stazioni che non risultavano più conformi ai criteri localizzativi di cui al D.Lgs. 155/2010. Di seguito si riporta la mappa con la localizzazione delle stazioni di controllo, come si evince dalla mappa le stazioni sono localizzate due (CENPS4 e CENPS7) nel settore settentrionale in prossimità del centro abitato di Portoscuso e una in quello sud in prossimità del centro abitato di Paringianu.



Figura 50_Posizione delle stazioni di misura nell'area di Portoscuso (da Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020)

Le tre stazioni operative sul territorio comunale hanno portato avanti un monitoraggio relativo ai seguenti inquinanti: materiale particolato (PM10 e PM2,5), biossido di azoto (NO₂), biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), benzene, e ozono (O₃). Di seguito si riportano le percentuali di funzionamento delle tre stazioni di rilevamento dell'area di Portoscuso che mostra una percentuale media di dati validi per l'anno 2020 pari al 95%.

Tab. 40_Percentuali di funzionamento della strumentazione - Area di Portoscuso (da Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020).

Comune	Stazione	C ₆ H ₆	CO	NO ₂	O ₃	PM10	SO ₂	PM2,5	Totale
Portoscuso	CENPS4	-	94,9	95,2	-	97,3	94,0	-	95,3
	CENPS6	-	-	95,0	-	85,5	93,5	96,6	93,1
	CENPS7	99,6	94,4	94,3	93,8	99,7	95,5	98,2	96,2

Per quel che riguarda invece il superamento dei valori limite la relazione e la relativa tabella evidenziano come questi si siano verificati una volta per l'O₃ nella stazione CENPS7; mentre per quel che riguarda il PM10 sono stati registrati 3 superamenti nella CENPS4 e 11 nella CENPS7, quindi in tutti i casi sempre senza superare il numero massimo consentito per legge. Di seguito si riporta la tabella con il riepilogo dei superamenti rilevati nell'area di Portoscuso, il trattino nelle tabelle indica l'assenza di monitoraggio per quell'inquinante.

Tab. 41_Riepilogo dei superamenti rilevati - Area di Portoscuso (da Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020).

Comune	Stazione	C ₆ H ₆		CO		NO ₂			O ₃			PM10		SO ₂			PM _{2,5}
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	M	
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	P	
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	3	
Portoscuso	CENPS4	-					-	-	-	-	3						
	CENPS6	-	-				-	-	-	-							
	CENPS7								1		11						

La Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020 riporta i valori medi annui misurati nelle tre stazioni per il benzene (C₆H₆), il monossido di carbonio (CO), l'ozono (O₃), il PM10, il PM2,5 e il biossido di zolfo (SO₂) per il periodo a partire dal 2011 al 2020. Di seguito si riportano le tabelle allegate alla Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020.

Tab. 42_Medie annuali di benzene (µg/m³)

C ₆ H ₆ Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portoscuso	CENPS7	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	0,5

Tab. 43_Medie annuali di biossido di azoto (µg/m³)

NO ₂ Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portoscuso	CENPS4	4,7	5,0	3,7	4,4	8,5	5,3	4,6	4,1	3,8	3,5
	CENPS6	6,2	5,7	4,4	4,5	4,3	4,6	5,1	4,4	2,8	3,6
	CENPS7	26,2	21,7	10,1	8,4	9,7	12,0	7,9	7,0	3,5	1,6

Tab. 44_Medie annuali di PM10 (µg/m³)

PM10 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portoscuso	CENPS4	24,9	24,4	22,1	23,7	23,7	23,4	22,9	24,4	24,7	15,2
	CENPS6	24,6	16,4	15,3	17,3	16,4	16,8	17,3	18,5	17,9	17,8
	CENPS7	26,6	23,1	23,6	25,9	23,9	24,9	23,5	27,3	27,6	24,3

Tab. 45_Superamenti di PM10

PM10 Superamenti	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portoscuso	CENPS4	10	6	4	10	2	10	7	9	13	3
	CENPS6	10	2	0	4	0	0	3	3	2	0
	CENPS7	8	1	3	7	7	8	6	14	12	11

Tab. 46_Medie annuali di PM2,5 (µg/m3)

PM2,5 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portoscuso	CENPS6	17,5	13,5	9,9	8,9	9,7	11,2	10,8	11,8	9,8	7,9
	CENPS7	13,3	13,7	13,7	14,7	17,7	15,0	13,8	12,4	8,8	6,6

Entrando nel dettaglio dei vari inquinanti abbiamo che:

- il benzene (misurato dalla sola stazione CENPS7), mostra valori medi annui di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel rispetto del limite di legge di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inoltre l'evoluzione temporale mostra una progressiva diminuzione della sua concentrazione nell'aria a partire dal 2011;
- il monossido di carbonio (misurato dalle stazioni CENPS7 e CENPS4) di cui non viene riportata la tabella, registra una massima media mobile di otto ore che varia da $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (CENPS7) a $1,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ (CENPS4) entro il limite di legge ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile di otto ore);
- il biossido di azoto (misurato da tutte e tre le stazioni) presenta medie annue che variano tra $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS7) e $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6), entro i limiti di legge per la media annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori massimi orari sono compresi tra $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS7) e $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6), entro i limiti di legge di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'andamento dei dati evidenzia una riduzione dei livelli della stazione CENPS7; anche in questo caso l'evoluzione temporale mostra una progressiva diminuzione della sua concentrazione nell'aria a partire dal 2011;
- l'ozono (misurato dalla sola stazione CENPS7), mostra la media mobile di otto ore di $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre il valore massimo orario è di $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore al di sotto della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- il PM10 (misurato da tutte e tre le stazioni) mostra medie annue che variano da $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS4) a $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS7), nel rispetto del limite di legge di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre le massime medie giornaliere da $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6) a $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS7) superano il valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che comunque non deve essere superato per più di 35 volte per anno civile. Nel complesso anche per questo parametro l'evoluzione temporale mostra una progressiva diminuzione della sua concentrazione nell'aria a partire dal 2011;
- il PM2,5 (misurato dalle stazioni CENPS7 e CENPS6) ha medie annue variabili tra $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS7) e $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6), entro il limite di legge di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche in questo caso l'evoluzione temporale mostra una progressiva diminuzione della sua concentrazione nell'aria a partire dal 2011;
- il biossido di zolfo (misurato dalle stazioni CENPS7 e CENPS6) mostra le massime medie giornaliere che variano tra $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6) e $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS4), mentre i valori massimi orari da $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS6) a $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENPS4), valori entro i limiti di legge.

Dall'analisi dei dati scaturisce come nell'area di Portoscuso, nonostante il contesto industriale in essa presente, mostra una situazione registrata moderata per un contesto industriale ed entro la norma per tutti

gli inquinanti monitorati, stabile del lungo periodo e con diversi parametri in ulteriore riduzione nel 2020 (da Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020).

10.3 Impatti sulla componente "Atmosfera"

I principali impatti potenziali che potrebbero manifestarsi sono riconducibili alla fase di cantiere e dismissione.

Infatti, sia nella fase di cantiere che in quella di dismissione verranno utilizzate delle macchine atte a permettere la movimentazione di terra e la realizzazione/dismissione delle strutture. L'utilizzo di queste macchine sarà direttamente collegato alla produzione di gas di scarico, polveri e rumore.

Data la tipologia delle emissioni potremo classificare l'impatto come:

- negativo;
- reversibile a breve termine, in quanto cesserà con il concludersi dei lavori di costruzione e dismissione dell'impianto e la circolazione delle masse d'aria locali permetterà il ripristino delle condizioni iniziali;
- locale, perché non avrà ripercussioni su area vasta.

Altri potenziali effetti potrebbero manifestarsi nelle due fasi di costruzione e dismissione dell'impianto. Appare prevedibile una diminuzione della crescita delle specie vegetali dovuta alla deposizione di polveri sugli apparati fogliari che ne potrebbero rallentare il processo di fotosintesi, ma in questo caso gli impatti sono da considerarsi trascurabili.

Considerando che la relazione di producibilità (doc D progetto) stima una produzione annua di 180.775 MWh, derivante da 163.920 moduli. Questo significa che solo in termini di CO₂ il quantitativo evitato in 30 anni di funzionamento dell'impianto è di circa 2.570.620 tonnellate di CO₂.

L'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Tab. 47_Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [Kg]	85.687.350	67.429	77.190	2.530
Emissioni evitate in 30 anni [Kg]	2.570.620.500	1.685.726	1.929.773	63.271

È di estrema importanza specificare che la riduzione delle emissioni riguarderà anche ingentissime quantità di anidride solforosa e ossidi di azoto, biossido di carbonio.

Lo studio ISPRA (Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico, 2017) ci fornisce la tabella che ci mostra cosa potrebbe essere evitato da ogni kWh prodotto con impianti fotovoltaici.

Tab. 48_Fattori di emissione dei contaminanti atmosferici emessi dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore

Contaminanti atmosferici	2005	2010	2015	2016
		mg/kWh*		
Ossidi di azoto - NO _x	368,2	288,1	253,1	237,6
Ossidi di zolfo - SO _x	524,7	222,5	95,4	71,6
Composti organici volatili non metanici - COVNM	51,6	71,0	78,3	82,7
Monossido di carbonio - CO	106,2	98,1	94,0	95,7
Ammoniaca - NH ₃	0,6	0,5	0,6	0,5
Materiale particolato - PM ₁₀	16,9	9,6	6,0	5,7

* energia elettrica totale al netto dai pompaggi + calore in kWh

È importante considerare che quanto affermato è valido per le emissioni generate durante il funzionamento dell'impianto. Durante la fase operativa degli impianti fotovoltaici, si produce energia elettrica "pulita", senza alcuna emissione di gas serra o altri agenti inquinanti. Tuttavia, è necessario notare che questa situazione cambia nella fase precedente, ovvero durante la realizzazione delle celle, dei moduli e di tutti gli altri componenti del sistema.

Attualmente, nella pratica di costruzione e assemblaggio degli impianti fotovoltaici, si impiega energia proveniente dalle centrali energetiche tradizionali, che, per la maggior parte, producono energia utilizzando combustibili fossili. In questa fase iniziale, potrebbero verificarsi emissioni e impatti ambientali derivanti dai processi di estrazione, produzione e trasporto dei materiali necessari per la realizzazione degli impianti fotovoltaici. Pertanto, sebbene l'energia prodotta durante l'operatività dell'impianto sia ecocompatibile, è importante considerare l'impatto ambientale complessivo del ciclo di vita, inclusa la fase di produzione iniziale.

In altri termini, si può pensare che i kWh fotovoltaici, nonostante siano generati senza inquinamento, contengano comunque una parte delle emissioni della fase precedente, come se si trattasse di un loro "peccato originale" e che tali emissioni siano rilasciate virtualmente all'atto della generazione (Coiante, Il peccato originale del fotovoltaico, Aspoitalia)

La tabella ripresa dallo studio di Alsema e de Wild-Scholten (2005, The real environmental impacts of crystalline Silicon PV modules: an analysis based on uptodate manufacturers data, Atti della 20th European PV Solar Energy Conference, Barcellona, June 2005.) mostra come in Europa per produrre 1KWp di pannelli in monocristallino si emettano 1584 Kg di CO₂.

Tab. 49_Energia impiegata per le tecnologie dei moduli al Silicio ed emissioni associate in Europa e in Cina

Tecnologia moduli PV	Efficienz a moduli (%)	Energia impiegata E _s ⁽¹⁾ (kWh/kWp)	Emissioni CO ₂ Europa ⁽²⁾ (kg/kWp)	Emissioni CO ₂ Cina ⁽³⁾ (kg/kWp)
Silicio a nastro	11,5	1981	951	2060
Silicio multicristallino	13,2	2531	1215	2632
Silicio monocristallino	13,7	3301	1584	3433

(1) Comprende il contributo di 74,96 kWh delle strutture di sostegno e dei cavi e 166,38 kWh dovuti all'inverter

Questo ci porta a valutare che il nostro impianto di 110 MWp, (ipotizzandolo prodotto in Europa), al momento della sua installazione avrà prodotto 174.240.000,00 Kg di CO₂. Questo significa che in circa 2 anni avremo perciò ammortizzato il costo iniziale di CO₂. Nello stesso periodo avremo anche riprodotto l'energia

che è stato necessario utilizzare per la realizzazione dei pannelli, per cui il progetto ha un senso ambientale sia dal punto di vista energetico che dal punto di vista dell'inquinamento dovuto ai gas serra.

In particolare l'impianto consentirà di evitare/importare combustibili fossili per fini di generazione termoelettrica; per quantificare tale risparmio energetico si ipotizza che la produzione termoelettrica nazionale sia caratterizzata dal parametro $0,22 \times 10^{-3} \text{Tep/kWh}$ (Tep = Tonnellate equivalenti di petrolio) (fonte Autorità dell'Energia Elettrica ed il Gas), quindi $1 \text{ Tep} = 4545,45 \text{ kWh}$ per i consumi elettrici. Stante la produzione attesa pari a circa 180.775 MWh/anno l'impianto determinerà un risparmio di energia fossile di 39.770 TEP/anno.

10.4 Azioni di mitigazione sulla componente atmosfera

Per limitare tali impatti verranno presi in considerazione opportuni accorgimenti per minimizzare la produzione di polveri, quali macchine operatrici in grado di aspirare le polveri al momento della loro emissione, sistemi di bagnatura delle superfici in terra e inoltre si procederà con una verifica costante dell'efficienza dei mezzi d'opera. In questo modo si conterrà al minimo la produzione di polveri.

Con riferimento all'eventuale deposizione di polveri sugli apparati fogliari, l'impatto appare improbabile vista la scarsa presenza di vegetazione spontanea nei pressi dell'area in esame, comunque l'impatto sarà marginale e potrà avere termine con le prime precipitazioni piovose.

11 Atmosfera_ Effetti microclimatici

Uno dei possibili impatti indagati riguarda gli eventuali effetti microclimatici che potrebbe avere la realizzazione del campo solare.

In seguito all'installazione dell'impianto fotovoltaico alcuni dei parametri che caratterizzano il Flusso solare incidente e meccanismi di trasporto-diffusione in atmosfera risulteranno alterati rispetto alla situazione attuale in cui l'uso del suolo è essenzialmente di tipo spontaneo (gariga) o agricolo (seminativo). Questi saranno in particolare l'albedo e la rugosità del suolo, che modificheranno a loro volta i flussi di energia sensibile e latente.

Durante la realizzazione delle opere inizieranno ad introdursi variazioni alla copertura del terreno, ma finché l'impianto non entrerà in esercizio tutta l'energia incidente sarà restituita in ambiente, per cui l'effetto locale sarà approssimabile a quello di un pascolo arborato.

Alcuni studi hanno dimostrato che l'installazione di un impianto fotovoltaico comporta effetti di differenziazione del microclima all'interno dell'area dell'impianto. Armstrong A., Ostle N.K. e Whitaker J. (2016)² hanno misurato una variazione del microclima tra le aree al di sotto dei moduli fotovoltaici e le aree tra le stringhe dei moduli fotovoltaici. Lo studio, condotto su un impianto fotovoltaico (Westmill Solar Park) del Regno Unito, dibatte le differenze introdotte nell'ambiente dalla presenza dell'impianto. L'area, come una parte della nostra, era inizialmente coltivata a seminativo. Lo studio, portato avanti per un intero anno, ha mostrato come durante i mesi caldi, nel ciclo diurno, il terreno sotto i moduli fotovoltaici, ombreggiato, risulti più fresco, con una differenza media giornaliera di $-5,2$ ° C. L'effetto di schermatura dal sole però si inverte durante il ciclo notturno, quando i pannelli, riscaldati durante il giorno, rilasciano calore. Pertanto sono state registrate temperature minime più alte (fino a $+2,4$ °C) e massime più fredde (fino a -6 °C). Queste tendenze opposte, tuttavia, non portano a significative differenze nella temperatura media giornaliera dell'aria. Durante i mesi più freddi è stata rilevata una temperatura del terreno $1,7$ °C (media diurna) più fredda al di sotto dei moduli fotovoltaici, così come la temperatura dell'aria (fino a $2,5$ °C in meno) durante il giorno ma non durante la notte. In definitiva mostra chiaramente una variazione climatica stagionale tra le aree sotto i pannelli e le aree tra i pannelli.

Tuttavia lo stesso studio mostra come le differenze di temperatura siano estremamente locali (differenze tra le parti al di sotto dei pannelli e quelle non coperte dai pannelli) e confinate all'interno dell'area dell'impianto senza avere alcuna influenza sul clima dell'area vasta.

Infatti basta anche un minimo vento di 0.5 m/s ($1,8$ Km/h) per ricambiare l'aria completamente nella regione utilizzata per l'installazione del campo fotovoltaico nel giro di poco più di 30 minuti. Prendendo come riferimento due stazioni meteo abbastanza vicine, e correggendo i dati tenendo conto della differenza di altitudine fra quella stazione e Portoscuso secondo lo standard International Standard Atmosphere, e il cambiamento relativo presente nella MERRA-2 satellite-era reanalysis fra i due luoghi, si possono stimare i dati per Portoscuso.

Il valore stimato a Portoscuso viene calcolato come la media ponderata del contributo individuale di ciascuna stazione, con pesi proporzionali all'inverso della distanza fra Portoscuso e una data stazione.

Le stazioni che contribuiscono a questa ricostruzione sono:

- Decimomannu Military Airfield (LIED, 55%, 53 km, est, -1 m cambiamento di altitudine)
- Capo Frasca (LIEF, 45%, 61 km, nord, 61 m cambiamento di altitudine)

La ventosità durante l'anno è pertanto così descritta:

² Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling, Environmental Research Letter, Volume 11, Numero 7, 2016

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
Velocità del vento (km/h)	20.9	21.0	20.0	19.2	16.9	15.7	15.6	<u>15.1</u>	16.3	17.9	20.4	<u>21.2</u>

Figura 51_ Media delle velocità del vento

L'area di impianto presenta caratteristiche di ventosità apprezzabili durante tutto l'anno, sia nei mesi freddi sia nei mesi caldi. Il vento produce effetti di "miscelazione" di aria più calda ed aria più fredda soprattutto se queste afferiscono ad aree contigue, mitigando di fatto le differenze di temperatura tra le due e tutto l'ambiente in generale.

La maggiore radianza dei pannelli rispetto a quella del terreno ad uso agricolo implica temperature più basse nelle notti stellate, quindi maggior condensa sugli specchi che poi ricade sul terreno. Questo comporta che una quota maggiore del bilancio radiativo si trasformi in calore latente a scapito del calore sensibile. In definitiva ciò, insieme alle acque di lavaggio dei pannelli, va ad aumentare la disponibilità idrica della vegetazione sottostante.

In definitiva possiamo concludere che gli effetti delle variazioni di temperatura dell'aria tra aree al di sotto dei moduli e quelle al di sopra o tra i moduli, è un effetto che ha conseguenze che restano comunque confinate nell'area di impianto, non ha effetti territoriali più estesi, non ha effetti sulle attività e sulla salute dell'uomo. In generale avremo un effetto sulla vegetazione sottostante i pannelli, che prenderà meno sole, starà in un ambiente più fresco e con una presenza di umidità maggiore. Questo comporta un leggero cambiamento rispetto allo stato del suolo non coperto dall'impianto.

L'impatto è pertanto ridotto ed assolutamente reversibile a fine vita utile dell'impianto.

11.1 Conclusioni

Possiamo perciò concludere che la ventosità del luogo risulta assolutamente sufficiente a garantire un rimescolamento tale da rendere omogenei i valori di umidità e temperatura nell'area oggetto di studio abbattendo efficacemente il dipolo termico. Alla luce di ciò sembra dunque assolutamente improbabile un cambiamento del microclima su scala locale.