



## SCREENING

Tipologia di intervento classificato al p.to n°2 lett.b dell'allegato B1 della  
Direttiva Regionale in materia di V.I.A.

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO  
AGRIFOTOVOLTAICO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE  
INDISPENSABILI DENOMINATO 18310 SILIQUA DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI  
SILIQUA IN LOCALITA' CUCCURU SERRA SAN NICOLO' (SU)**

## PROGETTO DEFINITIVO

### Il Proponente:



Loc. San Giovanni "La Cartiera"  
09015 - Domusnovas (SU)  
P.IVA 04022940920  
alfataugreenone@gmail.com  
alfataugreenone@pec.it

### I Progettisti:

I Progettisti

Capogruppo Ing. Fiorenzo CASTI

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Elaborato A1

Tipo Documento: Relazione

Data: 20 luglio 2023

Scala \_\_\_\_\_

Titolo documento:

**Studio Preliminare Ambientale**

## SOMMARIO

1.	Normativa di riferimento	5
1.1.	Principale normativa europea	5
1.2.	Principale normativa nazionale	5
1.3.	Normativa regionale	5
2.	Organizzazione dello studio preliminare ambientale	6
3.	Premessa	7
3.1.	Soggetto proponente	7
3.2.	Ubicazione	7
3.2.1.	Ubicazione del sito	8
3.2.2.	Inquadramento geografico	8
3.2.3.	Inquadramento topografico	8
3.2.4.	Inquadramento catastale	10
4.	Il progetto	11
4.1.	Descrizione introduttiva del progetto	12
4.2.	Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico	13
4.2.1.	Layout del nuovo impianto	13
4.2.2.	Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici	13
4.2.3.	Caratteristiche del sistema di sostegno	14
4.2.4.	Caratteristiche degli inverter	16
4.2.5.	Caratteristiche delle cabine	17
4.2.6.	Impianto di terra	18
4.2.7.	Cavidotti	18
4.3.	Impianto di connessione	19
4.3.1.	Descrizione delle tratte in cavo sotterraneo	20
4.3.2.	Descrizione delle tratte in cavo aereo	21
4.3.3.	Cabina elettrica "secondaria" di consegna MT	22
4.4.	Descrizione dell'area di intervento	22
4.5.	Pianificazione delle diverse fasi	31
4.6.	Fase di preparazione, di esercizio e di dismissione	31
4.6.1.	Strade di accesso	31
4.6.2.	Viabilità interna	32
4.6.3.	Predisposizione piazzali per le lavorazioni	32
4.6.4.	Predisposizione logistica di cantiere e trasporti	32
4.6.5.	Asporto sterile e terreno vegetale	33
4.6.6.	Allaccio alle reti tecnologiche	33
4.7.	Fase di dismissione	33
4.7.1.	Impianto fotovoltaico	34
4.7.2.	Ripristino dello stato dei luoghi	35
4.8.	Analisi costi/benefici	36
5.	Quadro programmatico	38
5.1.	Riferimenti di programmazione a livello comunitario	38
5.2.	Riferimenti di programmazione a livello nazionale	39
5.3.	Riferimenti di programmazione a livello regionale	42
5.4.	L'agrivoltaico	44
5.4.1.	Conformità del progetto alle linee guida ministeriali	45
5.5.	Conformità del progetto al quadro politico-normativo	49
6.	Atti pianificatori sul territorio	51
6.1.	Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)	51
6.2.	Parco Geominerario della Sardegna	51
6.3.	Legge 21.11.2000 n° 353	52
6.4.	Legge quadro sulle aree protette (L. n° 394 /91)	53
6.5.	Legge n. 3267/23 - Vincolo idrogeologico	54
6.6.	Legge Regionale n° 31-89	55
6.6.1.	Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu	55
6.6.2.	Monumenti naturali	55
6.6.3.	Riserve naturali, aree protette e aree di interesse	55
6.7.	Siti di interesse comunitario (SIC), zona speciale di conservazione (ZSC) e zone di protezione speciale (ZPS)	56
6.8.	Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	57

6.9.	Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna	61
6.9.1.	Sub bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri	62
6.9.2.	Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio	62
6.9.3.	Analisi delle perimetrazioni della zona	64
6.9.4.	Aree di pericolosità idraulica	65
6.10.	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)	67
6.11.	Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)	67
6.12.	Piano di tutela delle acque (PTA)	68
6.13.	Inventario Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)	70
6.14.	Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	71
6.15.	Tutela fauna selvatica L.R. N° 23 del 1998	73
6.16.	Zone gravate da usi civici	74
6.17.	Important Bird Area (IBA)	75
6.18.	Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS)	76
7.	Quadro di riferimento ambientale	77
7.1.	Premessa	77
7.2.	Analisi dei flussi	77
7.2.1.	Analisi dei flussi dell'attività di realizzazione dell'impianto	78
7.2.2.	Analisi dei flussi dell'attività di esercizio dell'impianto	79
7.2.3.	Analisi dei flussi dell'attività di dismissione dell'impianto	80
7.3.	Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività	81
7.3.1.	Definizione e identificazione delle componenti ambientali	81
7.3.2.	Lista dei fattori di impatto ambientale	82
7.3.3.	Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale	82
8.	Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione	85
8.1.	Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera	85
8.2.	Analisi delle componenti ambientali	85
8.2.1.	Atmosfera	85
8.2.2.	Rumore	93
8.2.3.	Flora e fauna	100
8.2.4.	Suolo	106
8.2.5.	Acque superficiali e sotterranee	107
8.2.6.	Sottosuolo	111
8.2.7.	Paesaggio	121
8.2.8.	Assetto socio economico	132
8.2.9.	Salute pubblica	141
8.2.10.	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	143
9.	Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni	147
9.1.	Premessa	147
9.2.	Destinazione d'uso	147
9.2.1.	Sottrazione di aree	147
9.2.2.	Conflitti d'uso	147
9.2.3.	Coerenza con la pianificazione	149
9.3.	Effetti geomorfologici e pedologici	150
9.3.1.	Consumo di suolo	150
9.3.2.	Modificazioni geomorfologiche e pedologiche	153
9.4.	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	154
9.4.1.	Diffusione di polveri	154
9.4.2.	Emissioni dei gas di scarico dai mezzi	155
9.5.	Occupazione di maestranze locali	157
9.6.	Emissioni sonore	158
9.7.	Effetti sulla fauna	158
9.7.1.	Allontanamento fauna	158
9.7.2.	Perdita e frammentazione dell'habitat	161
9.7.3.	Aumento della mortalità animale	162
9.8.	Effetti sulla vegetazione	163
9.8.1.	Premessa	163
9.9.	Interferenza con il sistema idrico superficiale	165
9.9.1.	Deflusso delle acque superficiali	165
9.9.2.	Scarichi al suolo ed effluenti liquidi	166
9.10.	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	167
9.10.1.	Premessa	167
9.11.	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	168

9.11.1. Premessa	168
9.12. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	171
9.12.1. Premessa	171
9.13. Impatto visivo	173
9.13.1. Premessa	173
9.14. Aumento del traffico veicolare	176
9.14.1. Premessa	176
9.15. Microclima	178
9.15.1. Premessa	178
9.15.2. Variazioni delle temperature	179
9.15.3. Variazioni della radiazione fotosinteticamente attiva PAR	181
9.15.4. Variazioni sulle precipitazioni e sul ciclo idrologico	181
9.15.5. Opere di mitigazione	182
9.15.6. Opere di controllo	182
9.16. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	182
9.17. Quantificazione dei valori di magnitudo	182
9.17.1. Analisi della sensibilità territoriale	184
9.17.2. Calcolo degli impatti elementari	188
9.17.3. Conclusioni	190
10. Bibliografia	191



## **1. Normativa di riferimento**

---

### **1.1. Principale normativa europea**

- ❖ Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011  
concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (codificazione)
- ❖ Direttiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 Aprile 2014  
modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati

### **1.2. Principale normativa nazionale**

- ❖ D. Lgs. 152 del 2006  
Norme in materia ambientale
- ❖ DM del 30 marzo 2015  
Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome
- ❖ D. Lgs. n. 104 del 2017  
Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114

### **1.3. Normativa regionale**

- ❖ DGR 11/75 del 24.03.2021  
Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)

## **2. Organizzazione dello studio preliminare ambientale**

---

Con riferimento ai disposti del

- ❖ D. Lgs. 152 del 2006 che detta Norme in materia ambientale,
- ❖ DGR 11/75 del 24.03.2021 recante "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)"

si redige il presente lavoro ai fini della procedura di verifica di valutazione di impatto ambientale.

Il documento viene redatto in conformità alle disposizioni di cui:

- ❖ all'allegato B3 alla DGR 11/75 del 24.03.2021 (Contenuti dello Studio preliminare ambientale);
- ❖ all'allegato B4 alla DGR 11/75 del 24.03.2021 (Criteri per la Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto ambientale (V.I.A.));
- ❖ alle linee guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio di cui alla D.G.R. 30/2 del 23.05.2008;
- ❖ alla modifica ed aggiornamento delle linee guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio di cui alla D.G.R. 59/12 del 29.10.2008.

Pertanto, lo Studio Preliminare Ambientale contiene e analizza tutte le informazioni necessarie volte a rilevare la coerenza tra la proposta progettuale e il quadro programmatico ambientale in cui si inserisce.

Inoltre, analizza e propone le misure e gli accorgimenti progettuali e/o gestionali mirati a mitigare i principali elementi di potenziale conflitto rispetto al quadro ambientale di riferimento.

### 3. Premessa

Con la presente, si intende sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA, la creazione di un impianto agrifotovoltaico del tipo a terra in agro del comune di Siliqua località Cuccuru Serra (San Nicolò) della potenza di 7,676 MW lato corrente alternata.

Il seguente Studio Preliminare Ambientale è stato redatto al fine di sottoporre il progetto alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA di cui all'art. 20 del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale" e delle Direttive regionali in materia di valutazione di impatto ambientale (VIA), approvate con Delibera G.R. 11/75 del 24/03/2021.

L'impianto agrivoltaico in oggetto pertanto rientra tra le categorie di opere riportate

- ❖ nell'allegato B1,
- ❖ punto 2,
- ❖ lettera b della Delibera G.R. 11/75 del 24/03/2021: "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza superiore a 1MW".

#### 3.1. Soggetto proponente

La società proponente è la società Alfatau Green One s.r.l., con sede in Domusnovas (SU) "la cartiera" nella località Grotte San Giovanni snc, è la società che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

#### 3.2. Ubicazione

Il progetto sarà realizzato nel comune di Siliqua (SU), nella parte sud occidentale della Sardegna, su un'area di superficie pari a circa 84.400 mq, localizzata ad ovest della Strada Provinciale n. 88 che conduce da Siliqua a Vallermosa.

Le distanze riferite al centro degli agglomerati urbani, misurate tra il sito in progetto e i principali centri abitati, sono le seguenti:

- ❖ Siliqua circa 5.6 km in direzione sud ovest,
- ❖ Vallermosa circa 7.2 km in direzione nord est,
- ❖ Domusnovas circa 7.9 km in direzione sud est,
- ❖ Villamassargia circa 9.6 km in direzione sud ovest e
- ❖ Iglesias circa 17.6 km in direzione ovest.

Il comune di Siliqua è un comune di 3 571 abitanti (al 31-12-2022) della provincia del Sud Sardegna, sorge nella valle del Cixerri, in un territorio compreso tra i monti di Capoterra a sud e il complesso montuoso del Marganai a nord.

Il territorio è prevalentemente pianeggiante o sub pianeggiante con zone collinari.

Siliqua è un paese prettamente agricolo che ha sviluppato attività artigianali come quella della cestineria e industriale come quella della produzione di acque oligominerali.

Il settore primario, si caratterizza per la coltivazione di cereali, ortaggi, frumento, foraggi, olive, vite, agrumi e frutta e per l'allevamento di suini, ovini, caprini, avicoli e equini.

Il settore secondario ha visto lo sviluppo di attività operanti principalmente nel settore alimentare.

### 3.2.1. Ubicazione del sito

Il sito dell'intervento, è raggiungibile percorrendo la strada provinciale n°88 che da Siliqua conduce a Vallermosa in direzione Vallermosa e svoltando sul lato sinistro, come mostrato nell'immagine seguente dove si imboccano una strada di penetrazione che conduce dapprima all'azienda agricola e poi al sito dell'impianto.



### 3.2.2. Inquadramento geografico

L'iniziativa proposta si inserisce in un'area della Sardegna sud occidentale nel territorio comunale di Siliqua nella provincia del Sud Sardegna, in località Cuccuru Serra San Nicolò.



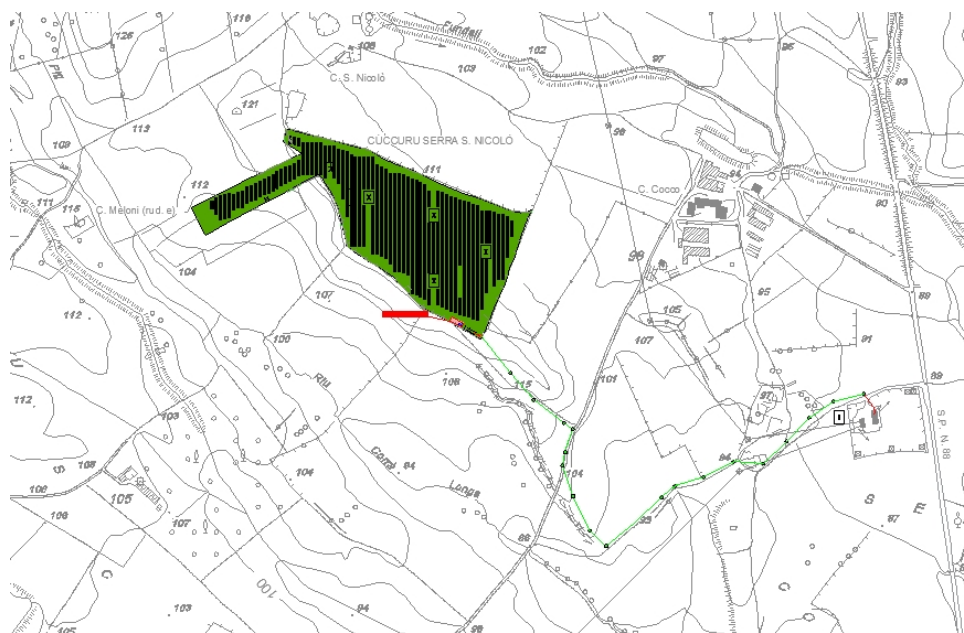
### 3.2.3. Inquadramento topografico

L'area è ubicata sulla carta IGM 1:25000 e sulla Carta Tecnica Regionale 1:10000, come indicato nella tabella seguente.

Cartografia	Identificativo	Denominazione	
-------------	----------------	---------------	--







Stralcio dal foglio 556 sezione 050 denominazione Musei

### 3.2.4. Inquadramento catastale

L'intervento dal punto di vista catastale ricade nel foglio 114 mappali 9 e 105 del catasto terreni del comune di Siliqua, per una superficie catastale pari a circa 10 ha 08 are e 00 ca mq come riporta l'immagine seguente:



#### 4. Il progetto

Il progetto agrivoltaico, denominato 18310 Siliqua, sarà realizzato con pannelli fotovoltaici installati su tracker ad inseguimento al fine di produrre energia elettrica da fonte rinnovabile solare tramite un sistema di conversione fotovoltaica ed è finalizzato alla riqualificazione agricola di porzioni di terreno oggi non pienamente utilizzati e che saranno utilizzati periodicamente per la produzione di foraggio e per il pascolo, consentendo sinergicamente la produzione energetica da fonte rinnovabile.

<b>Proponente</b>	Alfatau Green One srl
<b>Progetto</b>	Agrivoltaico: progetto di ampliamento dell'azienda agricola tramite la realizzazione di strutture fotovoltaiche ad inseguimento solare elevate, per una potenza installata di pari a 7,676 MW
<b>Coordinate geografiche</b>	Latitudine: 39° 19' 0.32" nord Longitudine: 08° 43' 55.42" est
<b>Comune</b>	Siliqua (SU)
<b>Località</b>	Cuccuru Serra San Nicolò
<b>Riferimento Catastale</b>	Foglio 114, Particelle 9 e 105
<b>Area catastale complessiva</b>	Circa 10 ettari 08 area
<b>Area dell'impianto</b>	Circa 84.400 mq

L'azienda agricola esistente si trova nel comune di Siliqua (SU) nei pressi della strada provinciale 88, si occupa di attività agricole e zootecniche su un'area di 120 ettari.

L'attività tipica è l'allevamento bovino e ovino, con semina di avena, orzo, cereali in genere e foraggiere.

I terreni vengono ovviamente utilizzati per il pascolo e la raccolta del foraggio.

La società fa parte della cooperativa Arborea alla quale conferisce il latte.

La produzione media annuale è di circa 100.000 mila litri di latte ovino e di 250.000 mila litri di latte bovino.

L'azienda inoltre tra le sue attività ha la vendita di carne.

L'azienda continuerà la stessa tipologia di attività con un miglioramento sotto l'aspetto del controllo delle aree e un miglioramento dell'azienda da un punto di vista economico e gestionale, consentendo la riqualificazione agricola di porzioni di terreno oggi non pienamente utilizzati e consentendo in tal modo la produzione sinergica di energia da fonte rinnovabile.

L'impianto non è suddiviso in sezioni indipendenti, la connessione alla Rete di Distribuzione prevede la realizzazione di una nuova cabina di consegna in media tensione, tipo box prefabbricato in località "Cuccuru Serra San Nicolò SN" nel comune di Siliqua da collegare in antenna con una nuova linea aerea ed interrata in uscita dalla cabina primaria di Siliqua nel comune di Siliqua (SU).

Le strutture fotovoltaiche caratterizzanti l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sono state studiate in combinazione con il piano agronomico, presentando dimensioni atte a consentire lo svolgimento dell'attività agricola nonché gli interventi di manutenzione sui principali componenti elettrici di impianto.

L'altezza della struttura portante dei moduli infissa al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento, è pari a circa 2,2 metri.

La massima altezza del pannello che si ha con l'angolo di +/- 60° secondo il tipologico costruttivo è pari a 4,1 metri misurata dal piano di campagna, con l'altezza di 0.50 metri da terra, nel nostro caso con altezza da terra di 1.30 metri e con l'angolo +/- 30° l'altezza massima sarà di 3.38 metri.

I moduli standard comprendono 5 pali per il sostegno di complessivi 28 pannelli con una lunghezza totale di ingombro di 28,2 metri e una larghezza di 4,1 metri.

Tale assetto consente la coltivazione delle intere aree all'interno dell'impianto, infatti, l'ombra mobile garantisce l'ottimale apporto di luce diretta e diffusa alle coltivazioni.

Le essenze che saranno impiantate date da avena, orzo e foraggiere, beneficeranno inoltre dell'azione di protezione da fenomeni atmosferici violenti e straordinari, fornita dai moduli fotovoltaici.

#### 4.1. Descrizione introduttiva del progetto

Il seguente studio preliminare impatto ambientale è a corredo della richiesta di assoggettabilità alla VIA per l'installazione di un impianto agrifotovoltaico che sarà realizzato con pannelli fotovoltaici ad inseguimento ad unico asse installati su tracker nell'agro in località Cuccuru Serra (San Nicolò) nel comune di Siliqua (SU) nella Sardegna sud occidentale.

La società Alfatau Green one s.r.l, è la società che risulta soggetto proponente del progetto, ed è la società che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza installata di 7,676 MW lato corrente alternata.

La connessione avverrà in media tensione a 15 kV tramite la realizzazione di un nuovo impianto di rete per la connessione da collegare alla rete di e-distribuzione.

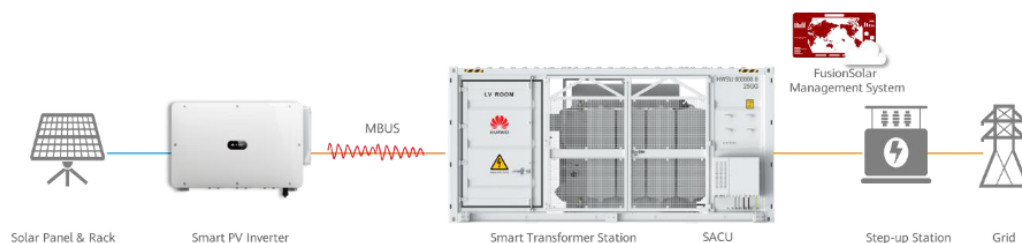
La tecnologia ad inseguimento scelta per questo impianto fotovoltaico presenta numerosi vantaggi, alcuni tra i quali qui elencati:

- aumento della produzione dovuto all'effetto di massima captazione solare.
- tecnologia modulare, di facile installazione e modifica.

L'impianto è progettato utilizzando la tecnologia ad inseguimento solare monoassiale in direzione est ovest mediante l'installazione di tracker monofacciali posti ad un'altezza di circa 2,5 metri, distanza circa 8.8 metri per consentire lo svolgimento dell'attività agricola e zootecnica.

Sarà del tipo grid connected, cioè progettato per produrre energia elettrica in collegamento alla Rete Elettrica Nazionale.

L'immagine che segue mostra le componenti principali del sistema nel suo complesso, dalla produzione alla consegna finale.



Note: Components in diagram above are not indicated to be within the scope of supply for this project.

La tecnologia consiste nel dettaglio dei seguenti elementi principali:

- moduli
- tracker monofacciali ad inseguimento ad unico asse
- ancoraggi
- cavi elettrici.



Esistono diversi tipi di soluzioni per un sistema fotovoltaico ad inseguimento, che si distinguono tra loro in base agli elementi utilizzati, nel nostro caso si utilizza un sistema ad inseguimento monoassiale.

#### 4.2. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico dovrà essere equipaggiato con inverter centralizzati installati in prossimità dei pannelli e connessi a trasformatori elevatori BT/MT.

I trasformatori elevatori faranno capo ad una cabina di raccolta MT.

Per la connessione alla rete RTN sarà realizzata una nuova cabina di consegna da ubicarsi nell'area di impianto.

##### 4.2.1. Layout del nuovo impianto

Il layout dell'impianto fotovoltaico è indicato negli allegati alla presente ed è stato studiato in relazione alla potenza massima richiesta in connessione, pari a 7,67 MW, lato corrente alternata.

Il layout dell'impianto è stato elaborato tenendo in considerazione:

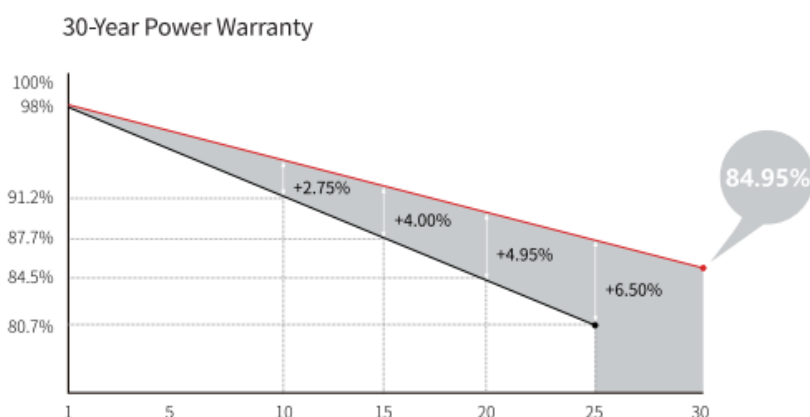
- orografia e morfologia del sito;
- massimizzazione della produzione di energia in funzione delle condizioni di irraggiamento del sito;
- disposizione dei moduli a mutua distanza sufficiente a contenere e minimizzare le perdite per ombreggiamento;
- distanze create per consentire l'accesso facilitato ad ogni componente dell'impianto;
- distanze atte a permettere le lavorazioni agricole e zootecniche.

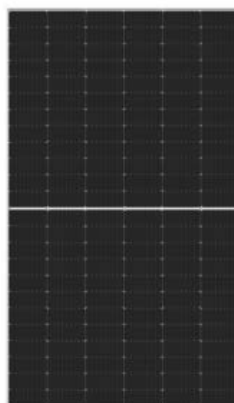
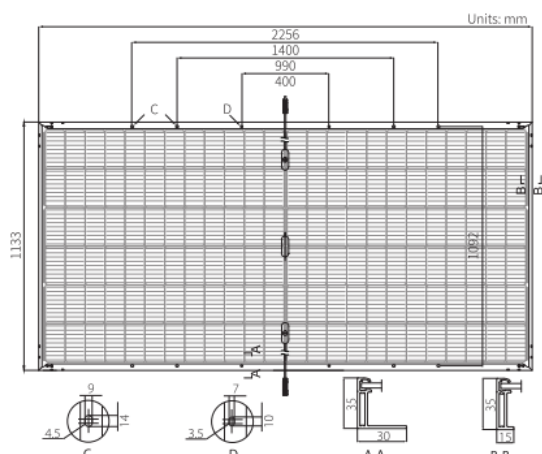
##### 4.2.2. Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

I pannelli fotovoltaici che dovranno essere installati nel nuovo impianto sono della marca Longi modello LR5-72HBD, basati sul wafer M10-182 mm.

Il telaio è in lega di alluminio anodizzato, il doppio vetro di spessore 2 millimetri è del tipo temperato.

Le caratteristiche prestazionali di targa, vedono un decadimento della potenza inferiore al 2% nel primo anno e dello 0.45% per anno nel periodo dal secondo al trentesimo anno, come mostra la figura seguente:

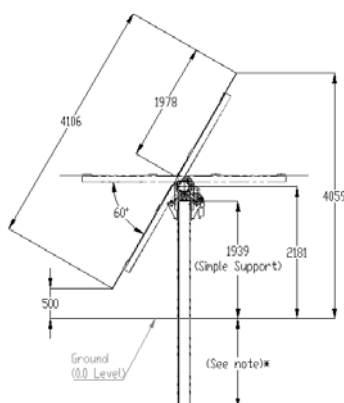




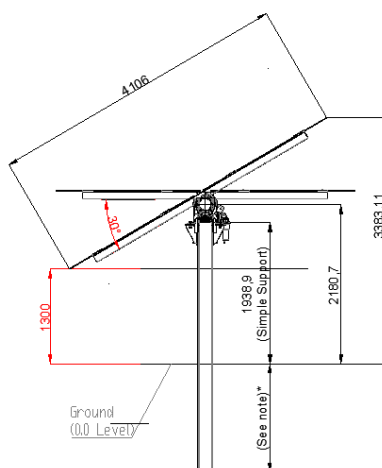
#### 4.2.3. Caratteristiche del sistema di sostegno

L'altezza della struttura portante dei moduli è pari a circa 2,1 metri che, alla massima inclinazione del modulo (rotazione di  $+60^\circ$  e  $-60^\circ$  rispetto al piano orizzontale), permette il mantenimento di una distanza minima dal suolo pari a 0,5 metri, nel nostro caso per avere la distanza dal suolo di 1,30 metri la rotazione sarà di  $\pm 30^\circ$  e la massima altezza dal suolo sarà di 3,38 metri.

La massima altezza del pannello nel costruttivo tipologico che si ha con l'angolo di  $\pm 60^\circ$  è pari a circa 4,1 metri misurata dal piano di campagna.

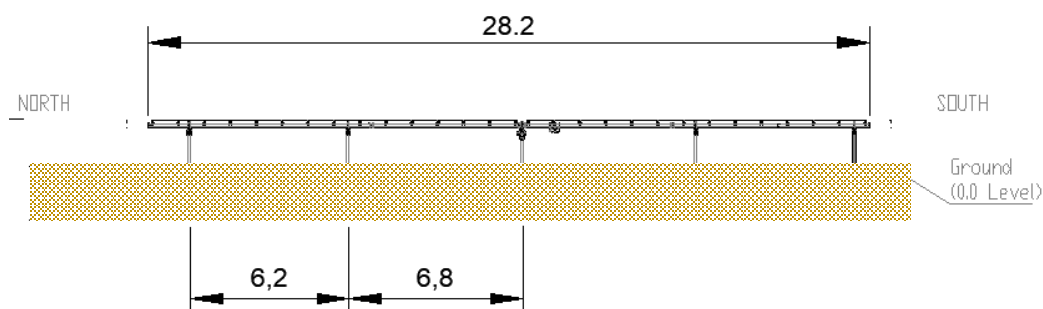


Nel nostro caso, il tracker si chiuderà a 1,30 metri per consentire il passaggio dei capi di bestiame, nonostante la rotazione possa farlo arrivare fino a 50 cm da terra, come riporta l'immagine seguente.



Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza reciproca di interasse pari a circa 6.2-6.8 metri in direzione nord-sud.

I moduli standard comprendono 5 pali per il sostegno di complessivi 28 pannelli con una lunghezza totale di ingombro di 28,2 metri e una larghezza di 4,1 metri.



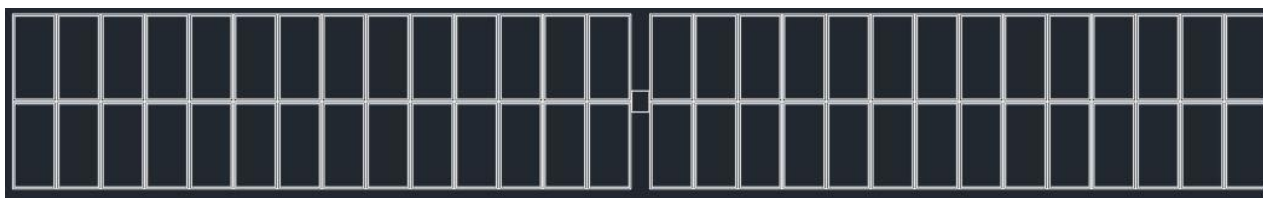
Al fine di incrementare le ore equivalenti di produzione, l'impianto è progettato utilizzando la tecnologia ad inseguimento solare monoassiale in direzione est ovest mediante l'installazione di tracker e moduli bifacciali posti ad un'altezza pari a circa 2,5 m, con una distanza di interasse pari a circa 8,8 m per consentire lo svolgimento dell'attività agricola, lasciando un'area di passaggio di circa 4,30 metri



Presenteranno una distanza reciproca pari a 50 cm nella stessa direzione.

Adottando una tensione di sistema pari a 1500 V nel dimensionamento dell'impianto, su ogni tracker saranno collegati in un'unica stringa 28 moduli.

La figura seguente, mostra la vista in pianta della struttura portamoduli tracker.



In direzione est-ovest, invece, le strutture saranno caratterizzate dalla medesima dimensione del lato lungo del modulo scelto ovvero 4,712 m.

La disposizione dei tracker all'interno del campo fotovoltaico è stata pensata per sfruttare a pieno la superficie a disposizione e nel rispetto delle fasce di rispetto relative a strade (comunali e provinciale), strade di progetto, distanza da confini ed eventuali vincoli o presenze di edifici all'interno dell'area di progetto.

A tal proposito si evidenzia che, sempre secondo una logica di ottimizzazione, la maggior parte della viabilità all'interno del sito è ricavata entro le suddette fasce di rispetto.

Si tenga comunque presente che, considerata l'altezza delle strutture, la distanza reciproca di interasse e quelle che saranno in fase di realizzazione le effettive esigenze in agricoltura, si potrebbero destinare alcuni spazi tra una fila di tracker e un'altra per ulteriori camminamenti trasversali utili ad agevolare l'attraversamento del sito da nord a sud.

Nella tabella che segue vengono riassunte le principali caratteristiche generali dell'impianto proposto:

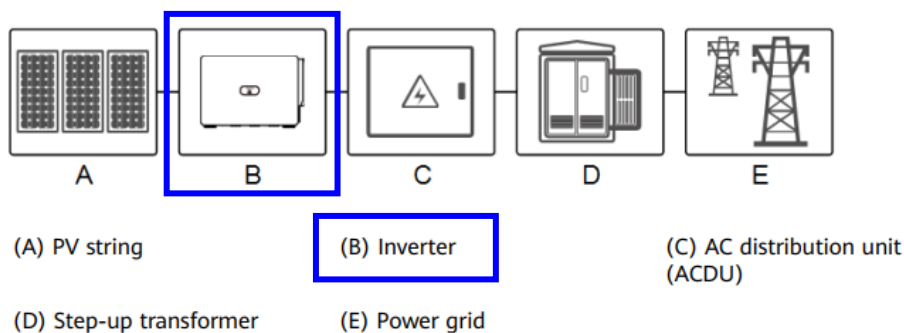
Cluster impianto	
N° cabine di campo	6
Potenza nominale impianto fotovoltaico	7676 kWp
N° stringhe per tracker	249 da 2x28 5 da 2x14
N° tot stringhe	503
N° moduli stringa	28
N° totale moduli fotovoltaici	14084

Il progetto si basa sul dimensionamento di n° 36 inverter di campo del tipo Huawei SUN2000-215 TL-H0 di potenza massima pari a 0,215 MW installati in prossimità dei trackers e confluenti in cabine di derivazione bt/MT accessoriate a garantire la piena regola d'arte.

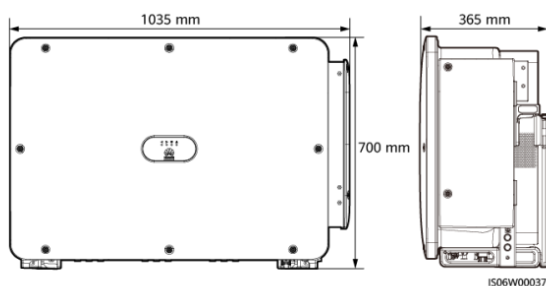
A ciascun inverter, faranno capo n°14 stringhe da 28 moduli cadauno, collegati in serie e del tipo LONGI LR5-72HBD, compatibilmente alla tendenza di massimizzare la taglia dell'impianto con minore incidenza in termini di occupazione del suolo.

#### 4.2.4. Caratteristiche degli inverter

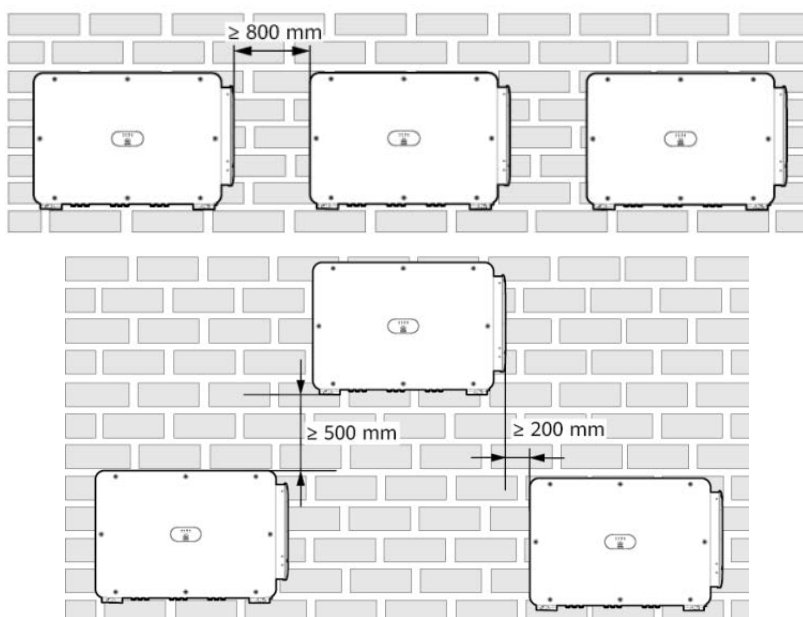
Gli inverter che dovranno essere installati nel nuovo impianto di saranno del tipo Huawei SUN2000-215 TL-H0, sono stati selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato, in fase di definizione del layout di progetto, posizionati secondo il seguente schema:



Le caratteristiche dimensionali sono le seguenti:



Le modalità di installazione raccomandate sono le seguenti:

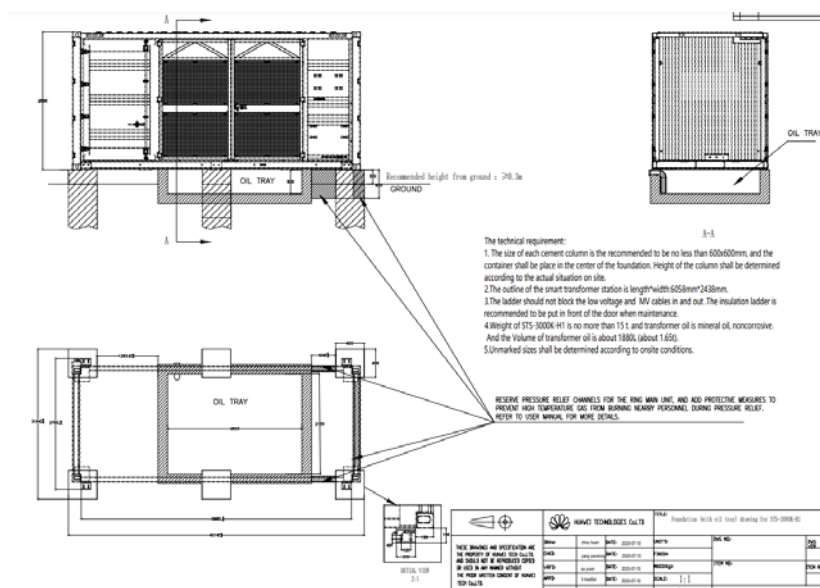


#### 4.2.5. Caratteristiche delle cabine

Le cabine di trasformazione saranno costituite da pannelli prefabbricati poggiati su basamenti in cls (vedi foto container).



Tipologia cabina trasformatore dettaglio



Tipologia cabina trasformatore dettaglio realizzazione

La cabina elettrica MT/BT sarà realizzata con pareti in cls prefabbricato su una platea in c.a. semi interrata a sua volta poggiata su una superficie in magrone livellante in calcestruzzo magro.

Su apposite mensole degli elementi verticali, al di sotto del vano quadri MT, poggerà il solaio costituente il pavimento, anch'esso prefabbricato, di spessore 12 cm, calcolato per sopportare un carico uniformemente distribuito non inferiore a 400 Kg/mm<sup>2</sup>.

In tal modo resterà realizzata una vasca sottostante il pavimento, idonea ad accogliere il passaggio dei cavi elettrici MT e BT.

Il tetto sarà impermeabilizzato con guaina bituminosa a caldo di spessore atto a garantire un coefficiente medio di trasmissione termica di 3.1 W/Cmm<sup>2</sup>.

Il manufatto sarà completo di porte, griglie e finestre ed avrà dimensioni in pianta pari a 5.00 m x 3.00 m e altezza di 3.00 m (altezza riferita al piano campagna).

#### 4.2.6. Impianto di terra

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di idoneo sistema di messa a terra che sarà connesso alla sottostazione.

L'impianto di terra è stato dimensionato in funzione della corrente di guasto della rete di distribuzione a 15 kV e del relativo tempo di eliminazione al fine di contenere le tensioni di contatto entro i limiti stabiliti dalla Norma CEI EN 50522.

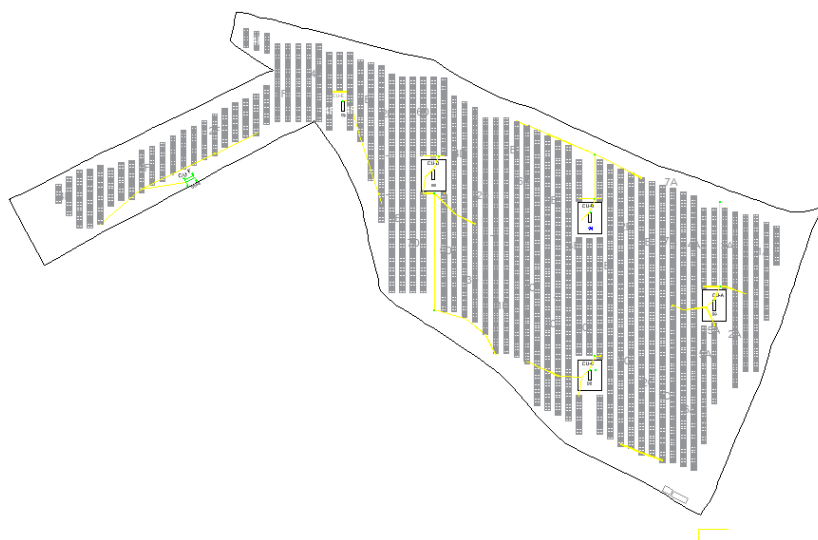
Tutti i pannelli fotovoltaici saranno connessi al suddetto impianto di terra tramite conduttori equipotenziali o anima giallo/verde del cavo di potenza, avente sezione conforme alle prescrizioni della Norma CEI 64-8.

#### 4.2.7. Cavidotti

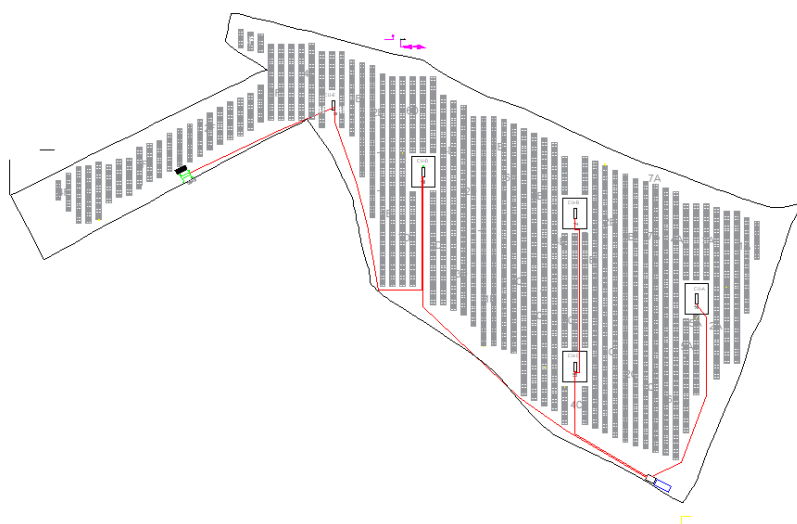
I cavidotti necessari per il passaggio degli elettrodotti sotterranei, sono:

- cavidotti BT di connessione tracker a cabine di campo,
- cavidotti MT di connessione delle cabine di campo con la cabina di consegna,

questi sono indicati nelle differenti tipologie nelle tavole progettuali e come mostrato nelle immagini seguenti.



Cunicoli bassa tensione



Cunicoli media tensione

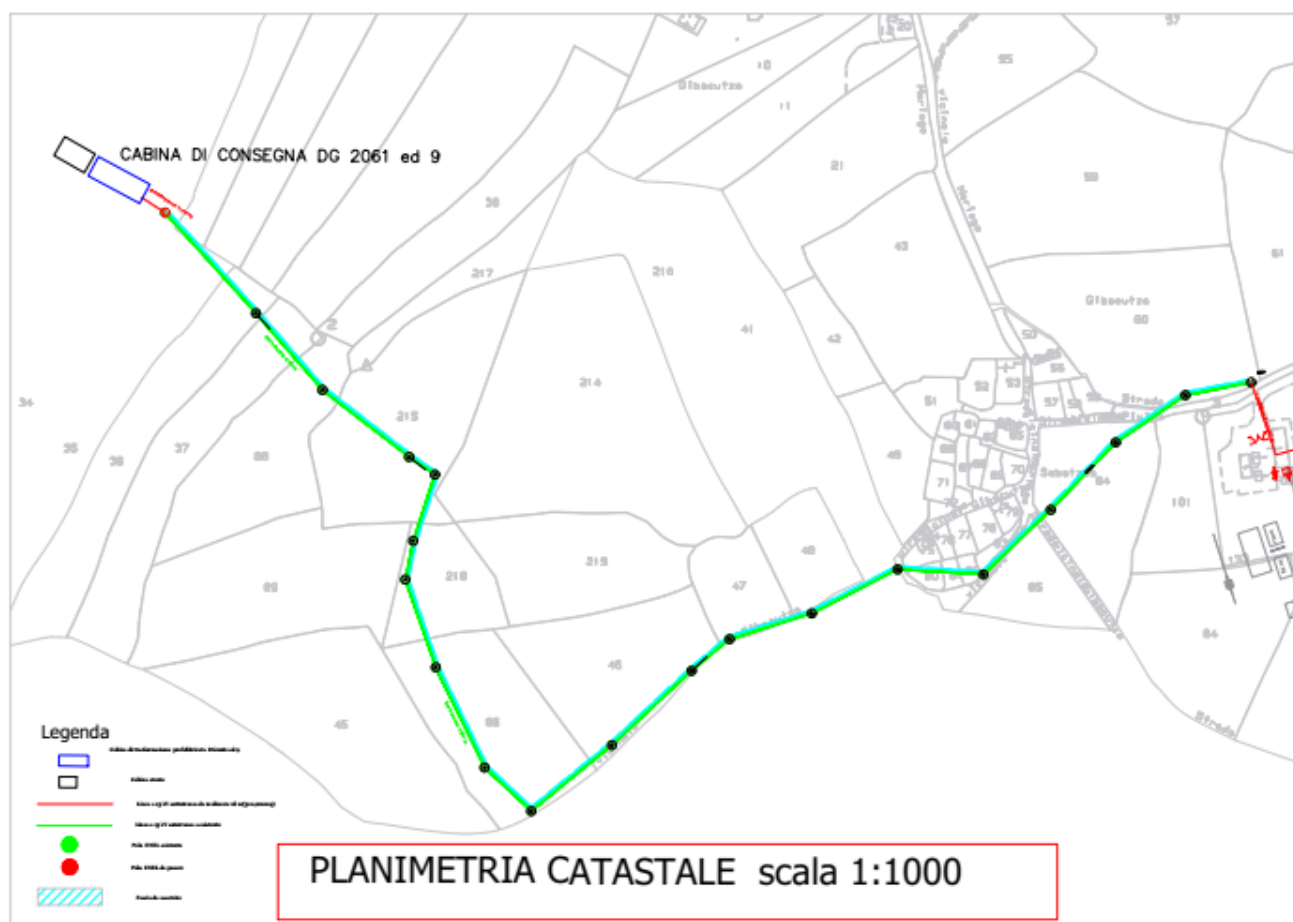
#### 4.3. Impianto di connessione

L'impianto sarà allacciato alla rete di distribuzione tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT Siliqua

Tale soluzione prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- ❖ cavo interrato al 240 mm<sup>2</sup> (terreno) metri 10,
- ❖ stallo interruttore mt di cp ed apparecchiature connesse 1,
- ❖ fibra ottica - posa aerea metri 940,
- ❖ fibra ottica - posa sotterranea metri 60,
- ❖ linea cavo aereo al 150 mm<sup>2</sup> metri 940,
- ❖ cavo interrato 240 mm<sup>2</sup> (asfalto) metri 50,
- ❖ fornitura e posa scomparto di arrivo + consegna 1.

La linea in progetto come indicato nella soluzione di connessione, sarà sviluppata in tre distinte tratte, di cui la prima e la terza in cavo sotterraneo, mentre la tratta intermedia sarà realizzata in cavo aereo posato su palificazione in lamiera.



#### 4.3.1. Descrizione delle tratte in cavo sotterraneo

I cavi MT saranno del tipo ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al, isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE, schermo in tubo di Al e guaina in PE, tipo: cavo MT tripolare ad elica visibile.

Il cavidotto sarà realizzato in ingresso sia alla cabina di consegna che in ingresso della CP Siliqua in località Cuccuru Serra San Nicolò, sarà posato su terreni di proprietà della società proponente lato cabina consegna e di e-distribuzione lato CP Siliqua, sarà posato ad una profondità pari a 1,20 metri e comunque secondo le sezioni unificate di e-distribuzione, all'interno di tubi in PVC posati su un letto di terra vagliata ovvero sabbia o pozzolana conformemente alle modalità previste dalle norme.

Le due distinte tratte si svilupperanno come di seguito specificato:

##### ❖ Tratta1

Da cabina secondaria di consegna utente denominata "Alfatau" (Lat 39°18'55.48"N;Long 8°43'56.74"E) sino a risalire su sostegno capolinea della tratta aerea coordinate indicative (Lat 39°18'54.98"N;Long 8°43'57.44"E), dove verranno eseguite le giunzioni per il raccordo al cavo MT aereo .della rete esistente di e-distribuzione. La nuova tratta in cavo interrato avrà una lunghezza di circa 30 metri.

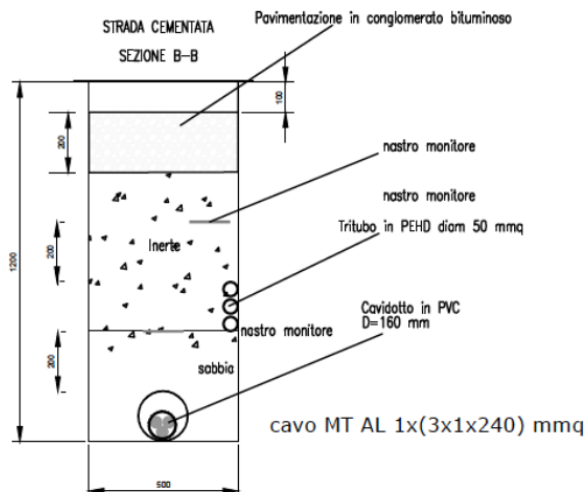
##### ❖ Tratta3

Da cabina sostegno capolinea in prossimità della CP Siliqua quale continuazione della tratta aerea coordinate indicative (Lat 39°18'48.06"N;Long 8°44'29.07"E) sino al quadro MT esistente posto all'interno del fabbricato ubicato nell'area della CP Siliqua. La tratta in cavo interrato avrà una lunghezza di circa 130 metri.



#### ❖ Progettazione delle canalizzazioni

La sezione tipo ha dimensioni di metri 0,8-1,2 x 0,3, saranno eseguite diverse tipologie di canalizzazioni secondo quanto previsto dal codice della strada e dalle guide di e-distribuzione.



Particolare costruttivo canalizzazioni MT 1 cavo

L'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto).

Pertanto la posa del cavo sarà entro tubo di materiale plastico

La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17: 0,6 m (su terreno privato) e 0,8 m (su terreno pubblico).

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie devono essere effettuati, nella generalità dei casi, ossia in assenza di specifiche prescrizioni imposte dal proprietario del suolo.

#### 4.3.2. Descrizione delle tratte in cavo aereo

La tratta intermedia sarà realizzata dal sostegno capolinea n°1, coordinate indicative (Lat 39°18'54.98"N; Long 8°43'57.44"E) al sostegno capolinea n°20, coordinate indicative (Lat 39°18'54.98"N; Long 8°43'57.44"E), in cavo tripolare ad elica visibile con conduttori in alluminio e fune portante di acciaio rivestito in fissati a pali poligonali ad innesto in acciaio per una lunghezza complessiva di circa 1171,81 metri.

I pali avranno altezza variabile in funzione ai carichi meccanici dei sostegni e alla catenaria dei conduttori.

I pali previsti per la realizzazione delle tratte di linea saranno normalmente di altezza pari a 12 metri.

Per il collegamento dei cavi utilizzati per la posa aerea con quelli utilizzati per la posa interrata saranno adoperati appositi giunti di transizione.

I pali dovranno essere collegati a terra mediante l'infissione di un picchetto di acciaio zincato a caldo.

La fondazione dei pali sarà del tipo M1 Il blocco di fondazione sarà del tipo interrato di 40 cm a blocco monolitico non armato senza riseghe con classe di resistenza C12/15 ( $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$ )

Nelle discese dai pali i cavi andranno fissati al palo mediante collari e dovranno essere protetti per un'altezza non inferiore a 2,5 metri dal piano stradale o di campagna mediante apposita canaletta in vetroresina.

#### 4.3.3. Cabina elettrica "secondaria" di consegna MT

Le seguenti prescrizioni si applicano alla cabina elettrica facente parte dell'impianto di rete per la connessione.

In generale devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

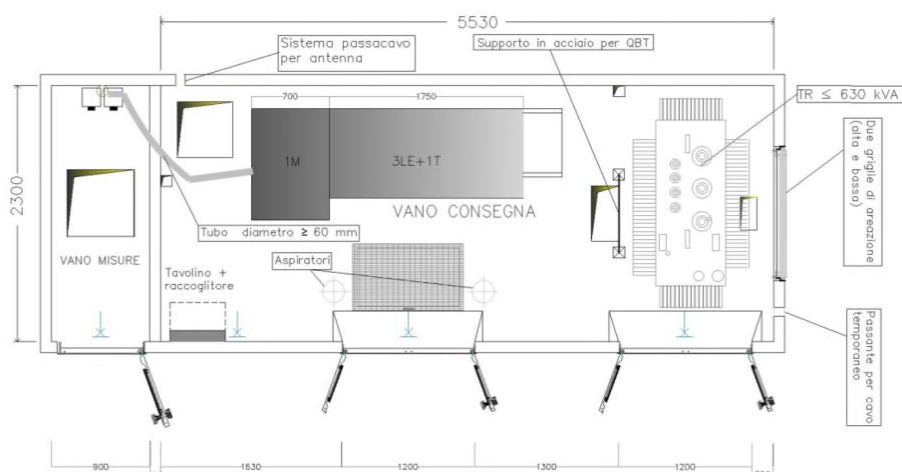
- ❖ i locali devono essere dotati di un accesso diretto ed indipendente da via aperta la pubblico, sia per il personale, sia per un autogrù con peso a pieno carico di 180 q. - le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria,
- ❖ le tubazioni di ingresso dei cavi devono essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi,
- ❖ la struttura deve essere adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua.

Il manufatto da impiegare sarà conforme alla tabella di Unificazione UE DG2061ed 9 relativa alla specifica costruttiva per cabine secondarie in box e negli edifici civili.

In particolare il manufatto deve essere conforme a quanto indicato nelle normative di riferimento.



Cabina standard



Planimetria cabina

#### 4.4. Descrizione dell'area di intervento

L'area nella quale verrà realizzato il progetto è situata all'interno del perimetro aziendale esistente appartenente all'azienda agricola Lancelotti Alfonso e Giuseppe, si tratta di un terreno agricolo di circa 10,08

ettari (catastali), attualmente utilizzato per l'utilizzo a pascolo, che con la creazione dell'impianto sarà utilizzato per la piantumazione di avena, orzo e foraggiere, alternate a pascolo.

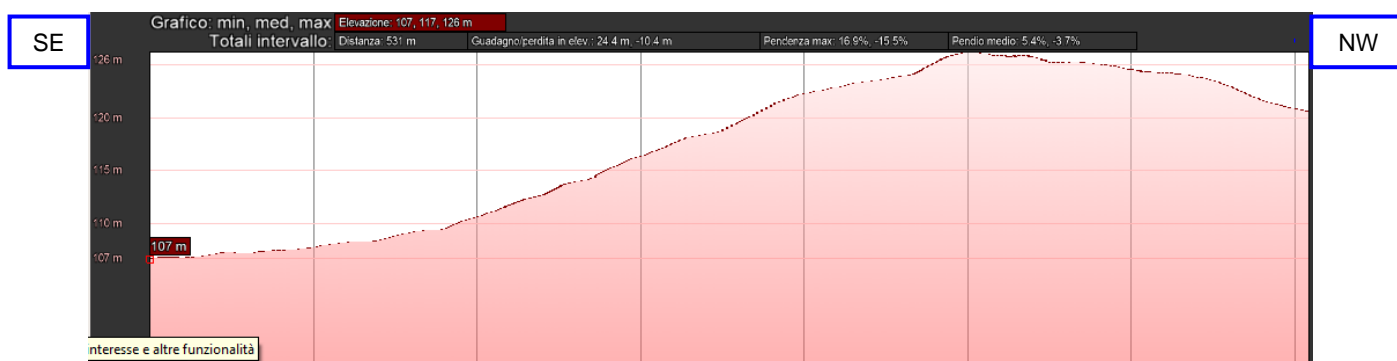
Il nuovo impianto da realizzare, occuperà una superficie di circa 84.400 mq secondo il layout indicato nell'immagine seguente.



Il terreno presenta una superficie leggermente ondulata, la quota massima è pari a 126 metri nel punto indicato dall'immagine seguente.



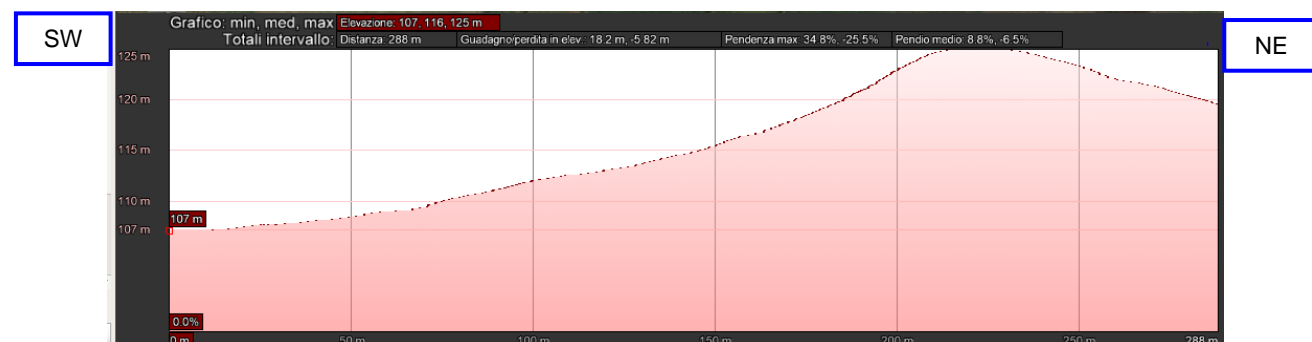
Il profilo tracciato lungo la direzione sud est-nord ovest ha quote comprese fra 107 e 126 m circa s.l.m., come mostra l'immagine seguente:



Il profilo tracciato lungo la direzione sud ovest-nord est ha quote comprese fra 107 e 126 m circa s.l.m., come mostra l'immagine seguente:



Il profilo tracciato lungo questa direzione ha l'andamento mostrato nell'immagine seguente:



Le aree perimetrali sono occupate da campi coltivati a cereali e foraggiere sfalciati annualmente e utilizzati a scopo produttivo.





Stato attuale dell'area dove verrà realizzato parte dell'impianto agrivoltaico



Stato attuale dell'area dove verrà realizzato parte dell'impianto agrivoltaico



Stato attuale dell'area dove verrà realizzato parte dell'impianto agrivoltaico. Si noti l'attività di sfalcio e la creazione delle rotonde, pratica eseguita annualmente sui terreni all'interno e all'esterno della proprietà

Nelle aree limitrofe a quelle dell'impianto non sono presenti altri impianti fotovoltaici.

Il paesaggio agrario nell'area di studio è disegnato in maniera netta dalla mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi, per proseguire nelle sue forme e nelle sistemazioni idrauliche.

I campi presentano spesso forma piuttosto regolare e i loro confini sono segnati in alcuni casi dalla presenza di frangivento a *Eucalyptus sp.pl.*

Come detto, il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco o niente del paesaggio pianiziale originario. Non sono da riferire all'antico sistema di paesaggi neanche i modesti tratti di formazioni forestali, o tanto meno i singoli alberi presenti nell'area.

La formazione forestale potenziale è riconducibile alla serie Sarda Termo-Mesomediterranea della sughera, ovvero nel Galio scabri-*Quercetum suberis*. Questi sono mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phyllirea latifolia*, *Myrtus communis*.

Questa associazione è divisa in due sub associazioni, la subassociazione tipica *quercetosum suberis* e la subass. *rhamnetosum alaterni*. La sua articolazione è leggibile nelle rare forme di degradazione della macchia mediterranea presente nell'area.

Stadi di successione della vegetazione forestale, come forme di sostituzione soprattutto nei casi di incendi e decespugliamento, sono le formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedoni* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salvifolius* (Bacchetta et al., 2007). In misura minore possiamo annoverare tra la vegetazione potenziale del sito di studio anche il geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e/o pianiziale eutrofico, termo-mesomediterraneo (*Populenion albae*, *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*, *Salicion albae*).

Il geosigmeto edafoigrofilo e/o pianiziale è caratterizzato da mesoboschi edafoigrofili caducifogli costituiti da *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* ssp. *minor*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* e *Salix* sp. pl. Queste formazioni hanno una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo



di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. I substrati sono caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille parzialmente in sospensione, con acque ricche in carbonati, nitrati e, spesso, in materia organica, con possibili fenomeni di eutrofizzazione. 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*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*. Le formazioni ripariali persistono esclusivamente lungo i corsi d'acqua principali dell'area vasta, mentre risultano completamente assenti nel sito interessato dalle opere in progetto.

L'azione dell'uomo nell'area di studio è riscontrabile anche per la presenza nell'area di infrastrutture viarie, canali, sistemazioni agrarie, aree di cava, argini e quanto altro necessario a soddisfare le esigenze antropiche anche dal punto di vista abitativo.

L'agricoltura ha perso nel tempo molta della sua importanza economica e gli spazi che occupa sono diventati anche aree da attraversare per poter unire i centri abitati per tramite delle infrastrutture stradali. Nell'area d'intervento le attività antropiche, seppur legate ancora all'agricoltura, non sono spesso mirate alla conservazione del bene primario, il suolo.

Opere importanti che definiscono forma e dimensione dei campi coltivati, modificano le condizioni di equilibrio dinamico (non-equilibrio) in cui si trovano i sistemi biologici ed in particolare il suolo.

Qui sono stati modificati o addirittura artificializzati i corsi d'acqua, introdotti canali, colmate le depressioni, eliminate le emergenze, rese più dolci le pendenze e data una baulatura al terreno, questo per poter facilitare le lavorazioni dei suoli. Uno dei problemi è l'assenza di manutenzione per queste superfici. Anche una semplice sistemazione di pianura ha necessità di continui interventi per il mantenimento della sua funzionalità ecologica.

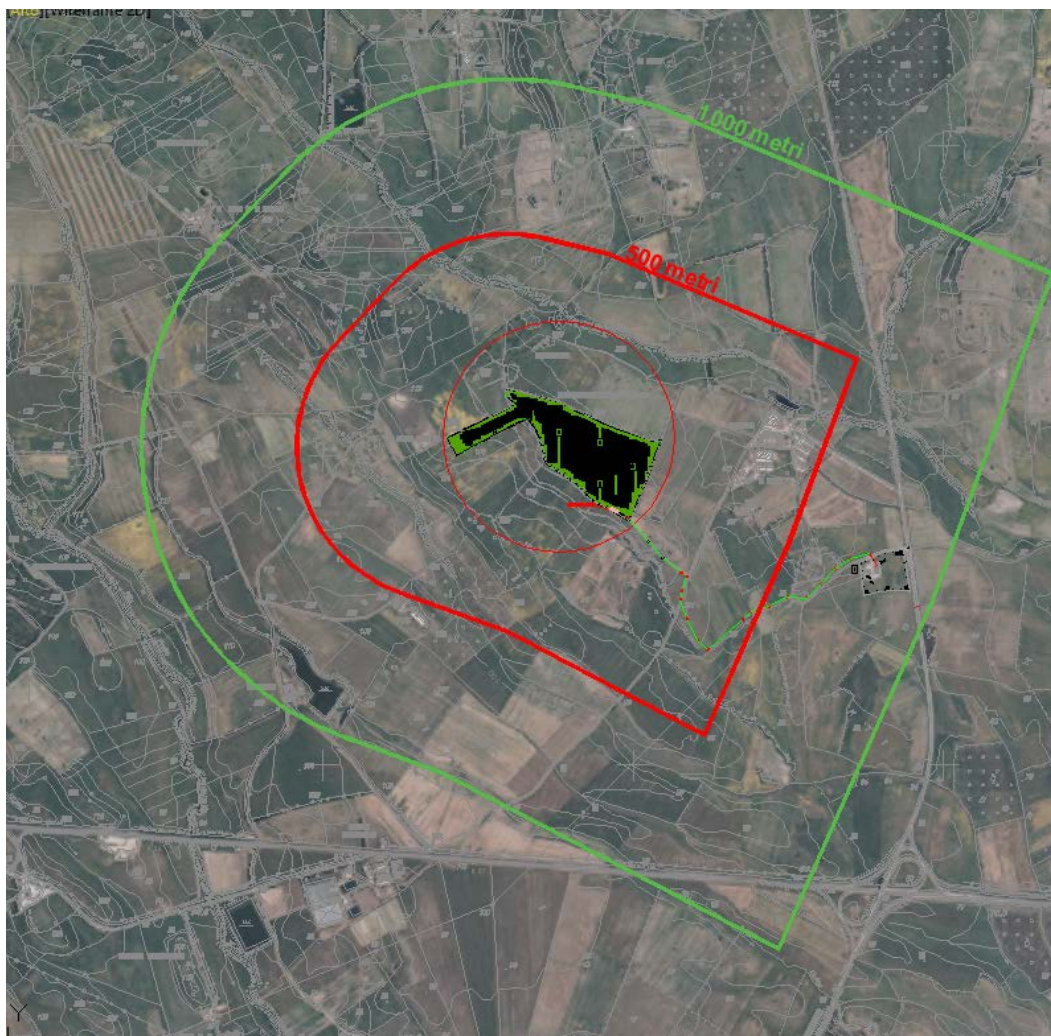
Altre importanti modifiche antropiche riguardano la percezione del paesaggio, come nel caso delle alberature delle aree di bonifica con specie totalmente estranee alla flora locale, quali ad esempio l'*Eucalyptus* sp.pl, necessarie per soddisfare esigenze ecologiche e funzionali contingenti.

A suo tempo, l'utilizzo di questa specie è stato reso necessario dal particolare eccesso di ristagno idrico e il suo rapido accrescimento soddisfa la necessità di creare delle barriere frangivento di notevole efficacia. Del paesaggio vegetale naturale resta pertanto ben poco o, addirittura, niente. L'attuale paesaggio vegetale dell'area in esame consiste in un fitto mosaico di colture erbacee soprattutto non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio). Frequenti sono inoltre gli impianti di specie arboree (in particolare *Eucalyptus camaldulensis*) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque. Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di Asteracee spinose.

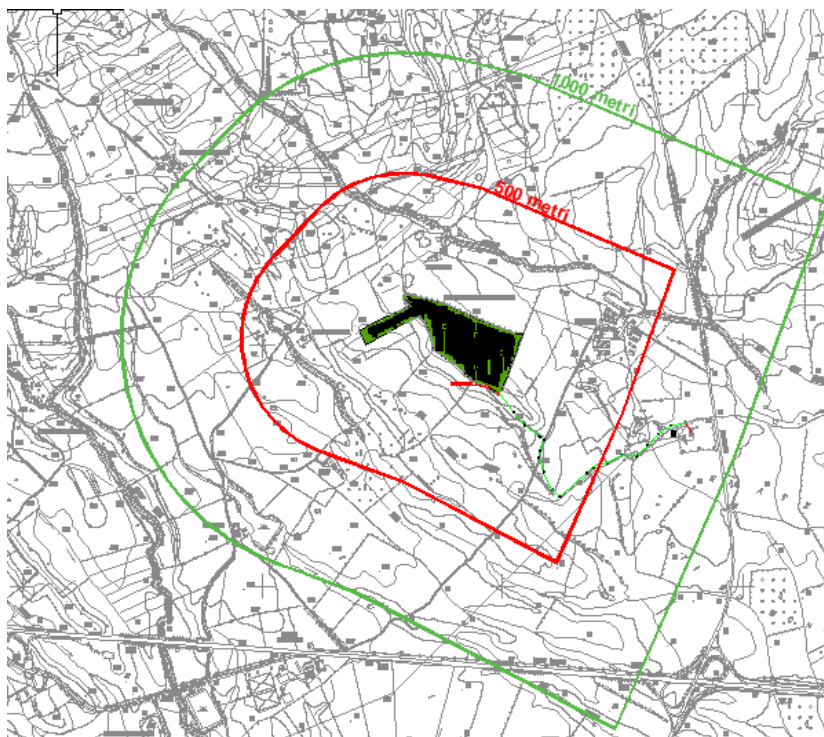
La vegetazione erbacea descrive inoltre un paesaggio post-culturale delle graminacee da granella o dei pascoli, mentre la vegetazione arbustiva è parte di una successione secondaria amputata delle sue estremità (partenza ed arrivo) tanto da apparire un po' per caso nei rari luoghi in cui la si ritrova.

Nel sito si riscontra un paesaggio modificato negli aspetti legati alla componente vegetale, dove la presenza di aree agricole è percepita con la presenza di *Eucalyptus* sp.pl., di certo specie non spontanea della flora della Sardegna.

I terreni coinvolti sono una piccola porzione di un'azienda agro-zootecnica che allo stato attuale ha la sua base territoriale accorpata, estesa su circa 120 ettari. Il patrimonio animale è costituito da 700 ovini di razza sarda dei quali circa 500 pecore adulte in mungitura e 60 bovini di razza frisona destinati alla produzione di latte alta qualità. I terreni aziendali tutti in asciutto, sono destinati alla produzione di scorte foraggere aziendali ed al pascolamento turnato nel periodo invernale-inizio primavera. Nei terreni oggetto dell'investimento agrivoltaico vengono praticati ordinariamente la coltivazione di un seminativo autunno vernino costituito da una consociazione di avena (graminacea) e trifoglio o favino (leguminose) che nelle buone annate viene pascolato a gennaio-febbraio e poi sfalciato per la produzione di fieno nel mese di maggio. La produttività dei terreni mediamente è di 28 q.li/ha/anno di fieno con punte di 40 q.li/ha/anno. L'allevamento ovino praticato con il metodo semi intensivo, sarà in grado di sviluppare delle importanti sinergie con l'impianto fotovoltaico proposto.







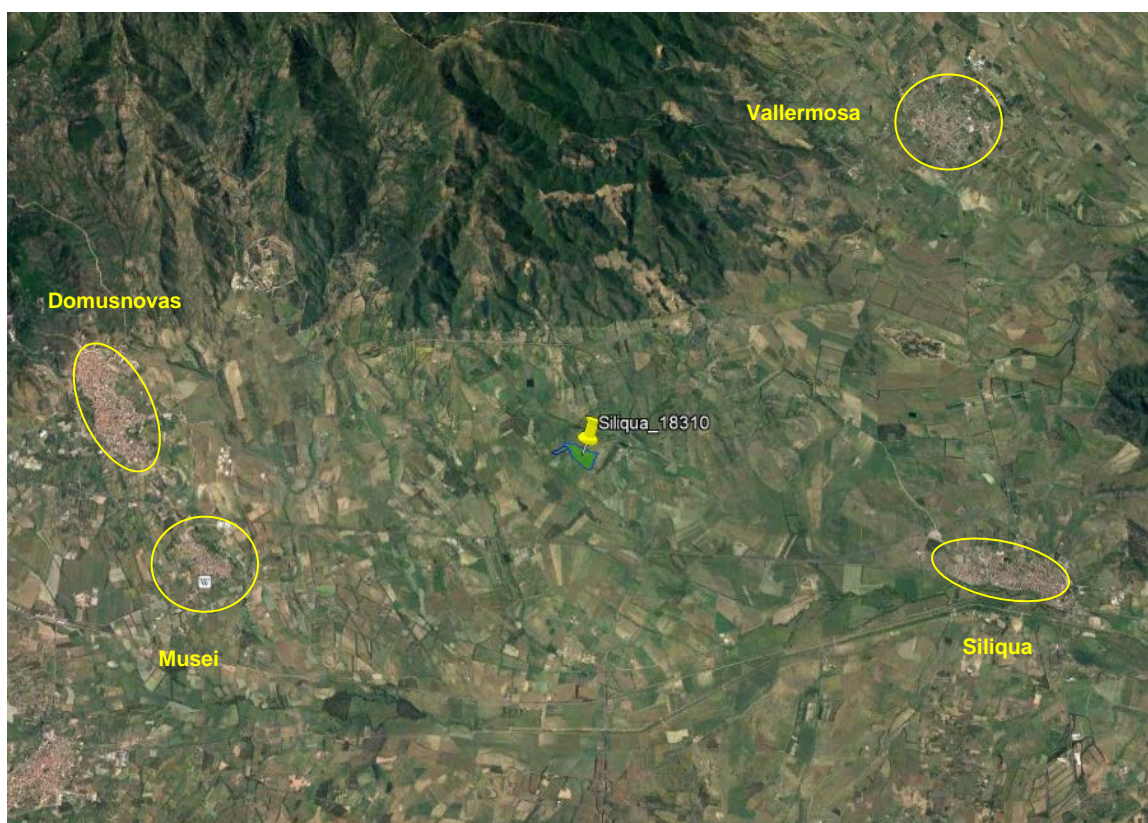
Il centro abitato più prossimo è quello del comune di Musei la cui periferia verso l'area dell'impianto dista circa 5 km a sud ovest.

Nel raggio di oltre 5 km non sono presenti ricettori sensibili (scuole, asili, ospedali, carceri, ecc.).



Gli altri centri abitati limitrofi (Siliqua, Vallermosa e Domusnovas) si trovano a distanze superiori ai 5,8 km.





Ambienti agrari tipici dell'area vasta

#### 4.5. Pianificazione delle diverse fasi

La fase di preparazione si concluderà dopo 6 mesi, come riportato nel cronoprogramma sottostante.

	FASI	Mese 1					Mese 2					Mese 3					Mese 4					Mese 5					Mese 6				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Impianto agri fotovoltaico PV Siliqua																														
CONTRATTO	OTTENIMENTO AUTORIZZAZIONE UNICA	0																													
PROGETTAZIONE	PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO - ESECUTIVO																														
	NEGOZIAZIONE e ORDINE MATERIALE -								0																						
REALIZZAZIONE IMPIANTI	ALLESTIMENTO CANTIERE - INIZIO LAVORI								0																						
	ESECUZIONE OPERE CIVILI e PASSAGGIO CANALIZZAZIONI																														
	ESECUZIONE OPERE MECCANICHE																														
	FORNITURA COMPONENTI ELETTRICI (PANNELLI, INVERTER, QUADRI EL.BT, CABINATI)																														
	OPERE ELETTRICHE e CONNESSIONE																														
	COMPLETAMENTO LAVORI ELETTRICI, CIVILI e MONTAGGI MECCANICI																														
COLLAUDO e CONSEGNA	OPERAZIONI DI VERIFICA e TARATURA IMPIANTI																														
	COLLAUDO FINALE - COMMISSIONING																														
	SMOBILIZZO CANTIERE																														

La fase di esercizio allo stato attuale delle conoscenze è stimata in 30 anni.

La fase di dismissione avverrà al termine del ciclo di vita dell'impianto, in ogni caso, sarà possibile scegliere di effettuare un adeguamento delle strutture e delle componenti elettriche tramite repowering e revamping.

La durata stimata della fase di dismissione è pari a 20 settimane, come mostra l'immagine seguente.

MACRO ATTIVITÀ	SETTIMANE																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Smontaggio pannelli fotovoltaici																				
Smontaggio strutture supporto																				
Rimozione parti elettriche (cavi, inverter, ecc)																				
Demolizione cabine di campo e di consegna con																				
Demolizione strade interne al campo																				
Demolizione recinzione																				
Rimodellamento terreno vegetale																				
Aratura ed eventuale inerbimento																				

#### 4.6. Fase di preparazione, di esercizio e di dismissione

##### 4.6.1. Strade di accesso

La viabilità principale è rappresentata dalla presenza della strada provinciale 88 che corre in direzione circa nord sud a est dell'area dell'impianto.

La viabilità secondaria è, invece, assicurata da strade di penetrazione agraria e non, tra le quali va annoverata la strada che conduce al sito dell'azienda dalla strada provinciale 88 per una lunghezza di 1300 metri circa su strada sterrata, come indica l'immagine sottostante.



Le strade di accesso, saranno utilizzate nelle tre fasi.



#### 4.6.2. Viabilità interna

La viabilità interna è rappresentata dagli spazi presenti tra gli interfilari dei pannelli. La loro durata e funzionalità è chiaramente limitata alle fasi operative di realizzazione e dismissione.

Durante la fase di esercizio, tali spazi interfilari saranno coltivati per le produzioni previste.

#### 4.6.3. Predisposizione piazzali per le lavorazioni

Non sono previsti piazzali in cui effettuare lavorazioni sia nelle fasi di realizzazione che in quelle di esercizio e dismissione.

Saranno esclusivamente occupati spazi temporanei durante la fase di realizzazione e dismissione in prossimità delle aree in cui saranno effettuate le operazioni di montaggio e smontaggio all'interno del campo fotovoltaico.

#### 4.6.4. Predisposizione logistica di cantiere e trasporti

La parte logistica relativa al locale spogliatoio, mensa, uffici e servizi igienici, saranno creati presso l'area dell'azienda agricola.

Nei pressi dell'area dell'impianto, nella zona della cabina elettrica di consegna da cui parte la linea di connessione, verranno posizionati i servizi igienici e un box per uso ufficio.

Tale area della superficie di circa 200 mq servirà come area logistica di cantiere in cui stoccare momentaneamente attrezzature e mezzi.

Tali dotazioni, sono funzionali alla fase di realizzazione e di dismissione, pertanto saranno smantellate al termine della fase di realizzazione e ricreate all'inizio della fase di dismissione.

Il percorso del materiale che serve per la costruzione dell'impianto nella sua fase di realizzazione, prevede:

- arrivo attraverso camion, fino all'area logistica ed eventuale scarico dei materiali se da depositare in tale area altrimenti consegna degli stessi presso il punto di montaggio all'interno del campo fotovoltaico.

Il percorso del materiale proveniente dallo smontaggio dell'impianto nella sua fase di dismissione, prevede:

- carico su camion direttamente nel punto di smontaggio all'interno del campo fotovoltaico, oppure carico su camion nell'area logistica, dove i materiali smontati provenienti dall'interno del campo fotovoltaico, sono stati depositati temporaneamente.

Durante la fase di esercizio, in relazione ad eventuali sostituzioni di parti di impianto, i due percorsi precedenti possono avvenire nell'arco del tempo necessario all'approvvigionamento e alla dismissione delle parti.

Durante la fase di realizzazione e di dismissione e relativamente a tale periodo, il numero di camion al giorno totali per gli approvvigionamento o per la dismissione è pari a 2.

Tale traffico si ha sulla strada sterrata che conduce al sito e sulla SP 88.

#### **4.6.5. Asporto sterile e terreno vegetale**

Non sono previsti scotici dell'area interessata dall'impianto, ad eccezione delle aree in cui si effettuano gli scavi per la creazione dei cavidotti e delle platee delle cabine (campo e consegna).

I percorsi e le dimensioni degli scavi dei cavidotti, sono riportati nelle tavole progettuali.

I volumi di scavo sono i seguenti:

- cunicoli bassa tensione 278 mc,
- cunicoli media tensione 484 mc,
- cabine di campo 139 mc,
- cabina di consegna 58 mc.

Si avrà cura, durante la fase di scavo, di separare l'orizzonte di suolo da quello del terreno sottostante rappresentato dalle litologie in posto.

Lo stoccaggio temporaneo dei materiali scavati, avverrà lateralmente al lato dello scavo, in attesa di ripristinare lo stesso.

Nel ripristino degli scavi, i terreni asportati verranno utilizzati per il riempimento degli stessi, il terreno vegetale al di sopra per ricreare lo strato di suolo superficiale come ante scavo.

In fase di esercizio, non sono previsti scavi e quindi asporto di materiali.

#### **4.6.6. Allaccio alle reti tecnologiche**

Per quanto concerne l'energia elettrica, questa viene prodotta con l'utilizzo di un gruppo elettrogeno e serve per il funzionamento di tutti i servizi di cantiere. Per l'acqua, sarà utilizzata quella presente nella stessa azienda agricola. L'acqua potabile viene fornita agli addetti in bottiglie o brick.

#### **4.7. Fase di dismissione**

La fase di dismissione è necessaria allo smontaggio del campo fotovoltaico ed al ripristino dello stato iniziale dei luoghi.

Al termine dell'esercizio dell'impianto, ci sarà una fase di dismissione e demolizione delle strutture, che restituirà le aree al loro stato originario, preesistente al progetto, secondo le modalità e le autorizzazioni previste anche nel comma 4 dell'articolo 12 del D.Lgs. 387 del 29 dicembre 2003 e s.m.i..

Ormai, la dismissione di un impianto fotovoltaico è una operazione non entrata in uso comune data la capacità dell'impianto fotovoltaico ad incrementare il proprio periodo di vita anche oltre la durata di venticinque anni di garanzia dei moduli stessi.

Per ulteriori approfondimenti in merito a tale fase si rimanda alla relazione allegata alla presente e denominata "Progetto di dismissione dell'impianto".

#### **4.7.1. Impianto fotovoltaico**

Le fasi di dismissioni dell'impianto sono di seguito riportate:

- distacco elettrico dei moduli e loro copertura per lo sganciamento e messa in sicurezza dei contatti elettrici;
- distacco elettrico dei quadri di sottocampo e dei quadri di campo con sganciamento della componentistica interna dalla barra din;
- distacco delle linee elettriche dai moduli verso i quadri di sottocampo;
- distacco delle strutture di sostegno dei moduli, a partire dalle traverse orizzontali e verticali in alluminio, ai bulloni, ai puntoni, ai pali infissi nel terreno;
- rimozione dei cavi di media tensione dalle linee corrugate interrato;
- rimozione dei pozzetti;
- rimozione delle linee corrugate interrato.

Per quanto riguarda il sistema di videosorveglianza e l'illuminazione si prevede rimozione delle linee elettriche, dei pozzetti e delle linee corrugate. La recinzione del sito ed i cancelli di ingresso saranno rimosse a meno di diversa richiesta da parte del proprietario dei suoli.

Per quanto concerne invece le rimozioni delle cabine elettriche si prevede:

- distacco elettrico delle apparecchiature e loro messa in sicurezza;
- smontaggio di tutti i contatti elettrici;
- smontaggio di tutti i quadri elettrici presenti;
- rimozione e trasporto delle apparecchiature elettriche (Inverter, Trasformatori, Quadri elettrici, Lampade, Elementi di Misura...);
- rimozione dei cavi elettrici e dei corrugati presenti sotto la pavimentazione delle cabine.

Dalla dismissione dei quadri e delle linee elettriche, sarà possibile recuperare componenti elettrici (separatori, varistori, interruttori, ...) che possono essere riutilizzati (se non deteriorati) per altre applicazioni, quadri in materiale plastico e quadri di tipo prefabbricato in lamiera di acciaio componibile.

Tutti i cavi elettrici saranno raccolti separatamente e smaltiti insieme ai cavi esterni con un unico processo.

Si riportano di seguito nel dettaglio le modalità di smantellamento dei principali componenti sopra citati:

##### **4.7.1.1. Rimozione dei moduli fotovoltaici**

La rimozione dei moduli fotovoltaici, ha il principale obiettivo di riciclare pressoché totalmente i materiali impiegati, circa il 90-95 % del peso del modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio.

I principali componenti presenti in un modulo fotovoltaico sono silicio, componenti elettrici, metalli e vetro.

Le operazioni previste per la demolizione e successivo recupero/smaltimento consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma che effettuerà le operazioni di recupero delle parti (cornici, vetro, cella di silicio o solo wafer) ed invio a discarica delle piccole quantità di polimero di rivestimento della cella.

##### **4.7.1.2. Rimozione Inverter**

L'inverter, altro elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato.

Per quanto riguarda l'inverter, tale rifiuto viene classificato come rifiuto speciale non pericoloso al n.16.02.14 del E.E.R. e i costi medi di mercato per il conferimento sono di circa 40 - 45 €/Kg.

Tutti i cavi in rame possono essere recuperati, così come tutto il metallo delle strutture di sostegno

#### **4.7.1.3. Rimozione delle strutture di sostegno**

Le parti dell'impianto soprasuolo, saranno smontate meccanicamente e disassemblate, i pali di sostegno verranno sfilati dal terreno.

I materiali ferrosi, saranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio secondo la normativa di legge.

Non è prevista la demolizione di fondazioni e quindi di elementi in calcestruzzo gettati in opera, poiché non utilizzati in fase di costruzione.

#### **4.7.1.4. Impianto ed apparecchiature elettriche**

E' prevista la rimozione e il conferimento agli impianti deputati dalla normativa di settore di:

- linee elettriche e apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT.

Per gli inverter e i trasformatori è previsto il ritiro e smaltimento a cura del produttore.

Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche, saranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.

Le guaine dei cavi, saranno recuperate per la creazione di mescole di gomme e plastiche.

Le polifere ed i pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta.

#### **4.7.1.5. Rimozione locali prefabbricati cabine di trasformazione e cabina di impianto**

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate si procede alla demolizione ed allo smaltimento dei materiali presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Per le platee delle cabine elettriche previste in calcestruzzo si prevede la loro frantumazione, con asportazione e conferimento dei detriti a ditte specializzate per il recupero degli inerti.

#### **4.7.1.6. Recinzione dell'area**

Tutto il materiale costituente la recinzione di delimitazione dell'area (maglia metallica, paletti di sostegno, cancelli di accesso) sarà rimosso tramite smontaggio ed inviato a centri di recupero, per il riciclaggio delle componenti metalliche.

#### **4.7.1.7. Viabilità interna**

La pavimentazione in pietrisco o altro materiale inerte, incoerente e permeabile, della strada perimetrale è rimossa tramite scavo superficiale e successivo smaltimento del materiale rimosso presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione.

La superficie dello scavo viene raccordata e livellata col terreno circostante, e lasciata rinverdire naturalmente

#### **4.7.2. Ripristino dello stato dei luoghi**

Alla fine delle operazioni di smantellamento, il sito verrà lasciato allo stato naturale e sarà spontaneamente rinverdito in poco tempo.

Date le caratteristiche del progetto, non resterà sul sito alcun tipo di struttura al termine della dismissione, né in superficie né nel sottosuolo.

La morfologia dei luoghi sarà alterata in fase di dismissione solo localmente, e principalmente in corrispondenza delle cabine di campo e di consegna.

Infatti, mentre lo sfilamento dei pali di supporto dei pannelli avviene agevolmente grazie anche al loro esiguo diametro e peso, la rimozione del basamento in cls delle cabine sia di campo che di consegna comporta uno scavo e quindi una modifica locale alla morfologia, circoscritta ad un intorno ravvicinato del perimetro cabina. Una volta livellate le parti di terreno interessate dallo smantellamento, si procederà ad aerare il terreno rivoltando le zolle del soprassuolo con mezzi meccanici. Tale procedura garantisce una buona aerazione del soprassuolo, e fornisce una aumentata superficie specifica per l'insediamento dei semi.

Sul terreno rivoltato sarà sparsa una miscela di sementi atte a favorire e potenziare la creazione del prato polifita spontaneo originario. In tal modo, il rinverdimento spontaneo delle aree viene potenziato e ottimizzato. Le parti di impianto già mantenute inerbite (viabilità interna, spazi tra le stringhe) nell'esercizio dell'impianto verranno lasciate allo stato attuale. Il loro assetto già vegetato fungerà da raccordo e collegamento per il rinverdimento uniforme della superficie del campo dopo la dismissione.

Le caratteristiche del progetto già garantiscono il mantenimento della morfologia originaria dei luoghi, a meno di aggiustamenti puntuali.

Pertanto, dopo le operazioni di ripristino descritte, si prevede che il sito tornerà completamente allo stato ante operam nel giro di una stagione, ritrovando le stesse capacità e potenzialità di utilizzo e di coltura che aveva prima dell'installazione dell'impianto.

#### **4.8. Analisi costi/benefici**

L'elemento strategico per un futuro sostenibile con minori emissioni inquinanti e gas serra, passa sicuramente dall'utilizzo per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Naturalmente come tutte le azioni antropiche messe in atto nel nostro pianeta, anche il sistema di produzione di energia oggetto dell'analisi ha un suo costo ambientale.

I costi ambientali non rientrano nel prezzo di mercato e pertanto non ricadono sui produttori e sui consumatori, ma vengono globalmente imposti alla società.

Tali costi sono tutt'altro che trascurabili e vanno identificati e stimati in ogni progetto.

Nei costi e benefici diretti vengono valutate anche le cosiddette esternalità, ovvero i costi associati all'utilizzo di una fonte di energia primaria ed alla sua trasformazione in un prodotto energetico, che ricadono sulla collettività e che non sono sostenuti dal gestore di tali attività.

Data l'assenza di mercato per questi costi, essi sono valutati per via indiretta e quantificati in termini monetari facendo riferimento a valutazioni reperibili in letteratura.

Per una valutazione completa dell'analisi si sono utilizzati due sistemi di valutazione:

- il Valore Attuale Netto (VAN) e
- il Tasso di Rendimento Interno (TIR).

Nel calcolo del VAN costi e benefici vanno attualizzati, scontandoli con un opportuno saggio di interesse.

Qualora il risultato dia una cifra positiva il progetto sarà considerato positivamente, e dunque si andranno a configurare delle esternalità positive, mentre, si avrà un giudizio negativo quando il riporto di questi capitali producesse un risultato negativo, ovvero ribaltando sulla collettività esternalità in maggioranza negative.

Il TRI invece fornisce una valutazione intrinseca dell'investimento di progetto, a prescindere da saggi di interesse esterni e serve principalmente al valutatore per giudicare la performance futura dell'investimento.



L'analisi costi-benefici, viene utilizzata ai fini della valutazione di progetti di investimento attraverso il calcolo ed il confronto di tutti i costi e i benefici direttamente e indirettamente ricollegabili all'investimento stesso.

L'analisi costi benefici, è riportata nell'allegato alla presente ed a questo si rimanda per una valutazione del progetto.

## 5. Quadro programmatico

I dati elaborati dai laboratori del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) nel maggio 2021, hanno evidenziato un aumento rispetto al 2020 di 1,82 ppm nella concentrazione di anidride carbonica in atmosfera portando la concentrazione a 419,13 ppm, livello mai registrato in precedenza.

A tale incremento, secondo l'ultimo rapporto IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) si rileva che la temperatura superficiale globale prendendo come riferimento il periodo 1850-1900 è stata:

- nel periodo 2001-2020 superiore di 0,99 °C,
- nel periodo 2011-2020 più alta di 1,09 °C,
- aumenti maggiori sulla terraferma con +1,59 °C rispetto all'oceano con +0,88 °C.

Il riscaldamento globale, ormai da tempo avvalorato dalla comunità scientifica, è direttamente legato alle emissioni di gas ad effetto serra tra i quali i principali sono l'anidride carbonica, il metano e il protossido di azoto, strettamente connessi ai consumi di energia in particolar modo generata da fonti fossili.

Pertanto al fine di contenere l'innalzamento della temperatura media del pianeta è necessario ridurre drasticamente e rapidamente le emissioni di anidride carbonica, metano e altri gas serra, con lo scopo di limitare il riscaldamento a 1,5°C rispetto al periodo preindustriale

Dei cambiamenti che stanno avvenendo sulla superficie terrestre e nell'atmosfera, alcuni sono irreversibili, altri, possono con politiche immediate essere rallentati, bloccati o addirittura invertiti.

Secondo gli studi di numerosi scienziati, lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili (FER), permette di evitare gli impatti ambientali negativi, poiché tale produzione riduce notevolmente le emissioni di inquinanti atmosferici e di gas ad effetto serra, rispetto alla produzione da combustibili fossili.

Si muovono in tal senso i programmi messi in atto attraverso normative europee e nazionali per favorire lo sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili al fine di ridurre la produzione di sostanze climalteranti generate con l'utilizzo di fonti fossili.

Nonostante la notevole messa in campo di accordi e normative per favorire il cambiamento nelle produzioni energetiche con nuove fonti, in Italia questa diffusione non ha efficacia e velocità come ci si aspetterebbe.

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi a livello comunitario, nazionale e regionale al fine di armonizzare ed inquadrare gli stessi rispetto all'oggetto della presente.

### 5.1. Riferimenti di programmazione a livello comunitario

L'insieme delle norme legislative indicate con il nome di Energia pulita per tutti gli europei, meglio noto come Winter package o Clean energy package, adottato all'inizio del 2019 che fa seguito alle trattative assunte con l'Accordo di Parigi, fissa gli obiettivi europei in materia di energia e clima per il periodo 2021- 2030, attraverso interventi nei settori delle energie rinnovabili, dell'efficienza energetica e del mercato interno dell'energia elettrica.

Gli obiettivi fissati da questo quadro normativo, sono in fase di revisione con innalzamento progressivo dei valori di target prefissati nei tre settori indicati.

La creazione della legge europea per il clima, è passata attraverso diverse variazioni a partire dalla proposta del 4 marzo 2020 e dalla modifica del 17 settembre in cui l'obiettivo prevede una riduzione delle emissioni di almeno il 55% rispetto ai valori del 1990 da concretizzare entro il 2030, che rivede i valori dei precedenti regolamenti in cui si parlava della riduzione del 40%.

L'assetto normativo, è stato approvato definitivamente il 9 luglio 2021 attraverso il Regolamento 2021/1119/UE che crea il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento CE401/2009 e il regolamento UE2018/1999 (Normativa europea sul clima).

Il raggiungimento di questi obiettivi legati al clima e alla transizione energetica, sono connessi con il piano europeo di ripresa e resilienza, istituito attraverso il Regolamento n. 2021/241/UE che all'articolo 18 prevede che un minimo del 37% della spesa per investimenti e riforme programmata nei vari piani nazionali debba sostenere gli obiettivi climatici.

Il principio cardine di tutti gli investimenti e delle riforme previste dai piani nazionali è che non devono arrecare danni significativi all'ambiente ed è in questo che lo sviluppo delle fonti rinnovabili assume un ruolo fondamentale.

Le linee di intervento della politica energetica europea, si articolano essenzialmente su quattro punti cardine:

1. garantire il funzionamento del mercato dell'energia;
2. garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico nell'Unione;
3. promuovere il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di energie nuove rinnovabili;
4. promuovere l'interconnessione delle reti energetiche.

La normativa comunitaria in materia di Valutazione di Impatto Ambientale si è articolata nel corso del tempo sulle seguenti direttive:

- 85/337/CEE del 27-6-85, (valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati);
- 97/11/CE del 3-3-97, (modifica la direttiva 85/337/CEE incrementando la VIA ad un numero maggiore di tipologie di progetto e rafforzando l'iter procedurale);
- 2003/35/CE del 26-5-03, (partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia ambientale);
- 2011/92/UE del 13-12-11, (valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, che abroga la direttiva 85/337/CE);
- 2014/52/UE del 16-4-14, (modifica la direttiva 2011/92/UE, introducendo i requisiti minimi per i progetti soggetti a valutazione).

## **5.2. Riferimenti di programmazione a livello nazionale**

A livello nazionale, lo strumento di politica energetica più recente (gennaio 2020) è il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC), che aggiorna e integra i vecchi strumenti dati dal Piano Energetico Nazionale e dalla Strategia energetica Nazionale (SEN 2017)

Tale testo a cura del Ministero dello Sviluppo Economico e predisposto con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, fa sue le novità del decreto legge sul clima e quelle sugli investimenti per il Green new deal inserite nella legge di bilancio del 2020.

Il piano prevede 5 direzioni di intervento principali:

- efficienza e sicurezza energetica,
- decarbonizzazione,
- sviluppo della ricerca,
- sviluppo del mercato interno dell'energia,
- sviluppo dell'innovazione e della competitività.

I principali obiettivi del PNIEC italiano rispetto agli obiettivi Europei, sono riassunti nella tabella seguente:

	Obiettivi UE	Obiettivi ITALIA
percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	30%	30%
quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	14%	22%
riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	32.5%	43%
riduzione dei "gas serra", rispetto al 2005 settori non ETS	30%	33%

L'obiettivo fissato per il 2030 attraverso le energie rinnovabili che rispetto al 2017 subiranno un incremento nel settore della produzione di energia del 20,9% è il raggiungeranno di un livello di produzione pari a 187 TWh.

In materia di FER, la normativa principale che riguarda il quadro autorizzativo e incentivante della politica energetica, è elencata di seguito

- D. Lgs. n. 152 del 03 apr 06 «Norme in materia ambientale».
- D. Lgs. n. 4 del 16 gen 2008 «Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 3 aprile 2006, n° 152, recante norme in materia ambientale».
- DM 10 set 2010 «Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili»  
Contiene la modulistica per i contenuti dell'istanza di autorizzazione unica e identifica le aree non idonee all'installazione degli impianti alimentati da FER.
- D. Lgs. n. 28 del 03 mar 2011 «Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE».
- D. Lgs. n. 104 del 16 giu 2017 «Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114».

Modifica il D. Lgs 152/06, per la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

Introduce il Procedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) al fine di ottenere l'autorizzazione per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto (tra cui l'Autorizzazione unica) e tutte le ulteriori autorizzazioni (VIA e VA). Se si attiva il PAUR, l'Autorizzazione unica confluisce nel procedimento.

- DM 4 lug 2019 «Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione».  
Definizione e aggiornamento dei meccanismi per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da FER. Suddivisione degli impianti in base alla tipologia, alla fonte energetica rinnovabile e alla categoria di intervento.
- Regolamento Operativo iscrizione Registri e Aste del 23 ago 19 (DM 4 luglio 2019).  
Definizione delle caratteristiche di impianto e dell'intervento utile ai fini dell'accesso agli incentivi, dei meccanismi per impianti di potenza < 1 MW (iscrizione ai registri), meccanismi per impianti di potenza > 1 MW (iscrizione alle aste).
- Regolamento Operativo accesso incentivi del 27 set 19 (DM 4 luglio 2019).  
Per il fotovoltaico: accesso agli incentivi riservato agli impianti delle graduatorie dei rispettivi Registri o Aste, chiarimenti e dettagli su procedure di accesso, modalità di calcolo ed erogazione degli incentivi.
- D. Lgs. n. 76 del 16/07/2020 «Decreto Semplificazioni»

Istituzione della Commissione Tecnica PNIEC per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale di competenza statale, semplificazioni procedurali e riduzione dei tempi per la procedura di assoggettabilità a VIA.

- D.L. n. 77 del 31 mag 2021 «Governance del Piano nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure» convertito con modificazioni in Legge n. 108 del 29 lug 2021

Semplificazioni procedurali con applicazione della Procedura Abilitativa Semplificata per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza sino a 10 MW connessi alla rete elettrica di media tensione e localizzati in area a destinazione industriale, produttiva o commerciale. Modifica delle soglie di cui all'Allegato IV, punto 2, lettera b), alla Parte seconda del d. lgs. 3 apr 06, n. 152, per la procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA di cui all'articolo 19 del medesimo decreto, che si intendono per la tipologia di impianti sopra richiamati elevate a 10 MW. Riconosce delle premialità e specifiche misure incentivanti "agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione"

- D.L. n. 199 del 8 nov 2021 «Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili».

Aggiorna i meccanismi di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da FER, semplifica le autorizzazioni e le procedure amministrative, disciplina le modalità per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti da FER.

- L. n. 34 del 27 apr 2022 «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 1 mar 2022, n.17, recante misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali».

Introduce semplificazioni procedurali (applicazione della Procedura Abilitativa Semplificata - PAS) per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza sino a 20 MW connessi alla rete elettrica di media tensione e localizzati in area a destinazione industriale, produttiva o commerciale. Le stesse disposizioni si applicano a progetti di nuovi impianti fotovoltaici da realizzare nelle aree classificate idonee (ai sensi dell'articolo 20 del D.L. n.199 del 8/11/2021), di potenza fino a 10 MW, nonché agli impianti agro-voltaici che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale. Modifica delle soglie di cui all'Allegato IV, punto 2, lettera b), alla Parte seconda del d. lgs. 3 apr 06, n. 152, per la procedura di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale di cui all'articolo 19 del medesimo decreto, che si intendono elevate a 20 MW, anche per la seconda tipologia di impianti citati, purché il proponente presenti un'autodichiarazione dalla quale risulti che l'impianto non si trova all'interno di aree definite non idonee all'installazione di impianti da FER (individuate ai sensi della lettera f dell'allegato 3 del D.L. 10 settembre 2010, n. 219 G.U.)

- D.L. n. 50 del 17 mag 2022 «Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi ucraina».

Disposizioni in materia di procedure autorizzative per gli impianti FER.

- L. n. 51 del 20 mag 22 «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 marzo 2022, n.21, recante misure urgenti per contrastare gli effetti economici e umanitari della crisi ucraina».

Ulteriori misure di semplificazione per lo sviluppo delle fonti rinnovabili con ulteriori modifiche all'articolo 6, comma 9-bis, del d. lgs. 3 mar 11, n.28).



### 5.3. Riferimenti di programmazione a livello regionale

La Sardegna, con la produzione elettrica da FER soddisfa il 33.70 % del proprio fabbisogno energetico regionale e genera un contributo pari al 9.4%, in linea con la media nazionale, in termini di produzione di energia da FER (fonte GSE, 2020), che rispetto all'anno precedente ha un calo di due punti percentuali.

Il documento che sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale, definisce lo sviluppo del sistema energetico regionale è il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S. 2015-2030), adottato con delibera della Giunta Regionale n. 5/1 del 28 gennaio 2016, il tutto in adeguamento alle indicazioni scaturite dall'Union Energy Package e dalla Road Map 2050 sulla base della COP21 di Parigi 2015.

L'Italia ed i paesi membri della UE, sono chiamati a perseguire entro il 2030 degli obiettivi in termini di riduzione dei consumi energetici, di riduzione della CO<sub>2</sub> prodotta associata ai propri consumi e di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili ed in tale ottica il PEARS assume una importanza strategica.

L'obiettivo strategico di sintesi, relativo alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, associate ai consumi della Sardegna per l'anno 2030 è pari al 50% rispetto ai valori stimati nel 1990, tale dato è indicato nelle linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, di cui alla delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2 ottobre 2015.

A partire dal 2008, a livello regionale, si sono susseguiti una serie di atti e di disposizioni normative, fino all'emanazione di:

- delibera della Giunta Regionale n. 11/75 del 24 mar 2021 "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)".

La direttiva si compone da una serie di allegati che definiscono dettagliatamente la procedura.

- delibera della Giunta Regionale n. 59/90 del 27 nov 2020 che detta le linee guida regionali sulla base delle Linee Guida nazionali previste nel DM 10 settembre 2010 per la "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili"

Ha abrogato l'allegato B alla DGR n. 27/16 del 01 giu 2011 e approvato n. 59 tavole in scala 1:50000 con i relativi allegati.

L'attuale disciplina identifica le aree potenzialmente non idonee, attraverso una tabella di sintesi, nella quale, per le diverse aree, viene stabilita l'idoneità dell'area a seconda:

- (1) delle caratteristiche dimensionali degli impianti di piccola taglia (potenza inferiore a 20 kW), media taglia (potenza compresa tra 20 e 200 kW) e grande taglia (potenza superiore o uguale a 200 kW) e
- (2) della tipologia di FER (es. eolico, termico, fotovoltaico etc). In particolare, si sottolinea che per la categoria FER-fotovoltaica, la disciplina fa riferimento alla tipologia di impianti in terra, diversi dagli impianti agrivoltaici in elevazione e totalmente integrati con l'attività agricola.

Segue l'elenco delle macro-zone potenzialmente non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, come indicano le tabelle che seguono:

Tema di riferimento	n.	Tipologie specifiche di area (da ALL. 3 DM 10.9.2010 e ulteriori elementi ritenuti di interesse per la Sardegna)	cod.	Elementi considerati
AMBIENTE E AGRICOLTURA	1	Aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale) istituite ai sensi della Legge n. 394/1991 ed inserite nell'Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette, con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata di cui all'articolo 12, comma 2, lettere a) e b) della legge n. 394/1991 ed equivalenti a livello regionale  Nota: nell'individuazione di tali aree si considerano anche quelle non inserite nell'EUP	1.1	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett a) RISERVA INTEGRALE (vale anche laddove il parco non ha zonizzazione)
			1.2	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett b) - RISERVA GENERALE ORIENTATA
			1.3	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett c)
			1.4	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett d)
			1.5	RISERVA NATURALE - l.q.n. 394/91 artt. 2 comma 3 e 17
			1.6	Parchi naturali regionali
			1.7	Riserve naturali regionali
			1.8	Monumenti naturali regionali
			1.9	Aree di rilevante interesse naturalistico e ambientale regionali
	2	Zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della convenzione di Ramsar	2.1	ZONE RAMSAR
	3	Aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla direttiva 92/43/CEE (Siti di importanza Comunitaria) ed alla direttiva 79/409/CEE (Zone di Protezione Speciale)	3.1	Siti di importanza comunitaria SIC / ZSC
			3.2	Zone di Protezione Speciale ZPS
	4	Important Bird Areas (I.B.A.)	4.1	Important Bird Areas (I.B.A.)
	5	Istituzione aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta	5.1	Istituzione aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta
	6	Aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; Aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle Direttive comunitarie (79/409/CEE e 92/43/CEE), specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione	6.1	- Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura - Oasi permanenti di protezione faunistica proposte e istituite; - Aree presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali - Aree di presenza e attenzione chiroterofauna

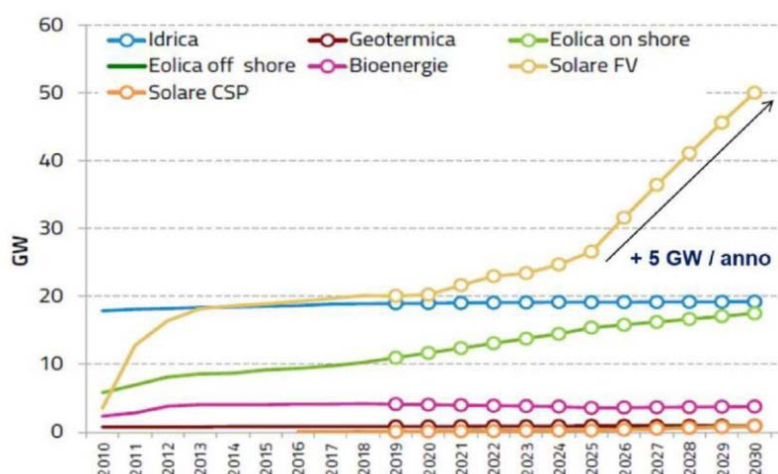
	7	Aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo n. 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo	7.1	Terreni agricoli interessati da coltivazioni arboree certificate DOP, DOC, DOCG e IGT, o che lo sono stati nell'anno precedente l'istanza di autorizzazione
			7.2	Terreni agricoli irrigati per mezzo di impianti di distribuzione/irrigazione gestiti dai Consorzi di Bonifica
	8	Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010	8.1	Agglomerato di Cagliari
ASSETTO IDROGEOLOGICO	9	Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. n. 180/1998 e s.m.i.	9.1	Pericolo Idraulico Aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)
			9.2	Aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3)
			9.3	Pericolo Aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)
			9.4	Geomorfologico Aree di pericolosità elevata da frana (Hg3)
BENI CULTURALI Parte II del D.Lgs. 42/2004	10	Aree e beni di notevole interesse culturale (Parte II del D.Lgs. 42/2004)	10.1	Aree e beni di notevole interesse culturale
PAESAGGIO Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 136 e 157	11	Immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 del D.Lgs. 42/2004);	11.1	Immobili di notevole interesse pubblico
			11.2	Aree di notevole interesse pubblico
PAESAGGIO Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 142 - Aree tutelate per legge	12	Zone individuate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 2004 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendono incompatibili con la realizzazione degli impianti.	12.1	Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare
			12.2	Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi
			12.3	Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna
			12.4	Montagne per la parte eccedente 1.200 metri sul livello del mare
			12.5	Parchi e riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi
			12.6	Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboscimento
			12.7	Zone gravate da usi civici
			12.8	Zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448
			12.9	Vulcani
			12.10	Zone di interesse archeologico (aree)

<b>PAESAGGIO</b> Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d	13	PPR - BENI PAESAGGISTICI	13.1	Fascia costiera
			13.2	Sistemi a baie e promontori, falesie e piccole isole
			13.3	Campi dunari e sistemi di spiaggia
			13.4	Aree rocciose e di cresta ed aree a quota superiore ai 900 m sul livello del mare
			13.5	Grotte e caverne
			13.6	Monumenti naturali ai sensi della L.R. n. 31/89
			13.7	Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (comprese zone umide costiere*)
			13.8	Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee
			13.9	Aree di ulteriore interesse naturalistico comprendenti le specie e gli habitat prioritari, ai sensi della Direttiva 43/92
			13.10	Alberi monumentali
			13.11	Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale (compresa la fascia di tutela)
			13.12	Aree caratterizzate da insediamenti storici. Centri di antica e prima formazione
			13.13	Aree caratterizzate da insediamenti storici. Insediamento sparso (stazzi, medaus, furriadroxius, bodeus, bacili, cuiles)
			13.14	Zone di interesse archeologico (Vincoli)
<b>ULTERIORI CONTESTI BENI IDENTITARI</b> Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera e	14	PPR - BENI IDENTITARI	14.1	Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale (compresa la fascia di tutela)
			14.2	Reti ed elementi connettivi (rete infrastrutturale storica e trame e manufatti del paesaggio agro-pastorale storico-culturale)
			14.3	Aree dell'insediamento produttivo di interesse storico culturale (Aree della bonifica, delle saline e terrazzamenti storici)
			14.4	Aree dell'insediamento produttivo di interesse storico culturale (Aree dell'organizzazione mineraria, Parco geominerario Ambientale e Storico della Sardegna)
<b>SITI UNESCO</b>	15	SITI UNESCO	15.1	Sito UNESCO - Complesso nuragico di Barumini

#### 5.4. L'agrivoltaico

La transizione energetica il cui scopo è quello di contenere il riscaldamento globale e di procedere alla progressiva decarbonizzazione nella produzione di energia, trae impulso dallo sviluppo delle FER e dal fotovoltaico in particolare.

L'immagine seguente (Fonte: PNIEC), mostra una stima dell'incremento che si attende dalla installazione di impianti di produzione da FER.



A livello dell'Unione Europea, allo stato attuale, non esistono direttive o regolamenti che normino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questo tipo di impianti, nonostante abbia incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia "pulita".

Per quanto riguarda l'Italia, citiamo la sintesi contenuta nel Report di Elettricità Futura e Confagricoltura del 2021:

*"..... nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli*

impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi".

Sempre nello stesso rapporto si fa ancora notare che:

*"la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale"*

Lo sviluppo di impianti solari al suolo per una potenza di 35 GW, da qui al 2030, richiede una superficie complessiva inferiore allo 0.5% della superficie agricola totale nazionale.

Pertanto, si può ragionevolmente asserire che:

- a. la componente energetica si pone come motore di sviluppo rurale e di crescita e/o stabilità dei comparti a maggiore fragilità e pertanto la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione ma in sinergia,
- b. le funzioni di abitabilità e nutrizione del suolo racchiuse nelle parole consumo del suolo, per gli impianti fotovoltaici di utility-scale, non vengono decrementate ma addirittura tenute costanti o migliorate dal punto di vista della fertilità dello stesso.

#### **5.4.1. Conformità del progetto alle linee guida ministeriali**

In questo paragrafo, viene presa in considerazione la rispondenza dell'impianto alle linee guida in materia di impianti agrivoltaici elaborato e condiviso nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della transizione ecologica (MiTE) - Dipartimento per l'energia, e composto da:

- CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;
- GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;
- ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;
- RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A..

Facendo riferimento alle definizioni contenute nelle Linee Guida, abbiamo:

- a. Impianto fotovoltaico: insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata o in corrente continua e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione;
- b. Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- c. Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:
  - i) adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
  - ii) prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse

tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici;

- d. Sistema agrivoltaico avanzato: sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area e da un impianto agrivoltaico installato su quest'ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area.

Inoltre, il paragrafo 2.2 del documento riporta le "Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici" elencando i seguenti requisiti, riassunti dalla lettera A alla lettera E ed all'interno dei quali sono previsti diversi parametri di controllo.

#### **5.4.1.1. Requisito A**

Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo dei seguenti parametri:

- A.1 Superficie minima per l'attività agricola: garantire il prosieguo dell'attività agricola su almeno il 70% della superficie totale dell'area oggetto di intervento.  
⇒ l'attività agricola proseguirà su una superficie di 77.168 mq ha, pari al 77% della superficie recintata, che ammonta a 100.800 mq. Dalla superficie di impianto sono state sottratte le aree che verranno occupate dalla viabilità, dalle cabine di consegna, dai locali tecnici e dalle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.
- A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio): il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico deve essere non superiore al 40%.  
⇒ la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico è di 36.216 mq, pari al 35,9% della superficie recintata, pari a 100.800 mq (ben al di sotto del limite del 40%).

#### **5.4.1.2. Requisito B**

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo dei seguenti parametri:

- B.1.a Esistenza e resa della coltivazione: accertare la destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, valutando e confrontando il valore della produzione agricola media ante intervento con quello della produzione agricola ipotizzata per il sistema agrivoltaico, espressa ad esempio in €/ha o €/UBA.  
⇒ Attualmente, il valore misurato in UBA (Unità bovine adulte) è pari a circa 7.16, mentre in fase di esercizio quindi con la presenza dell'impianto, si avrà un valore pari a 9. Per ulteriori chiarimenti vedasi la relazione agronomica.
- B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo: garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo dello stato di fatto o l'eventuale passaggio ad uno dal valore economico più elevato.



⇒ il progetto agrivoltaico garantirà il prosieguo dell'indirizzo produttivo dei fondi oggetto di intervento con il contestuale miglioramento agronomico, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel breve volgere di 3 anni un miglioramento consistente, a partire dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo in particolare per l'apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato permanente migliorato, unita a quella rilasciata dal pascolamento controllato degli ovini, sarà ogni anno incrementata. Questa condizione virtuosa contribuirà anche all'aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-eco-sistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi).

- B.2 Producibilità elettrica minima: garantire che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non sia inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzato sulla stessa area.

⇒ la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico è pari a 1.24 GWh/ha/anno, corrispondente al 61.1%, rispetto alla produzione stimata di un impianto fotovoltaico standard, idealmente realizzabile sulla stessa area e avente una producibilità di 2.03 GWh/ha/anno.

#### 5.4.1.3. Requisito C

L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli.

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici.

Si possono esemplificare i seguenti casi:

- TIPO 1 l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici.
- TIPO 2 l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici.
- TIPO 3 i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale.

Nel nostro caso si ricade nel tipo 1, infatti, si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell'impianto che poggiano a terra e che inibiscono l'attività in zone circoscritte del suolo.

Inoltre, considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 m nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame;
- 2,1 m nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Nel nostro caso l'altezza minima è pari a 1,30 metri per consentire il passaggio del bestiame.

Per le linee guida gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondo al REQUISITO C.

#### 5.4.1.4. Requisito D

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare:

- D.1 il risparmio idrico, come meglio indicato nella relazione agronomica, in cui viene illustrato il sistema di monitoraggio che verrà messo in opera;
- D.2 la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Nel nostro caso, ai fini del controllo della continuità dell'attività agricola (requisito D2), l'andamento produttivo e il mantenimento dell'attività agro-zootecnica proposta saranno monitorati annualmente, attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da parte di un agronomo abilitato.

#### 5.4.1.5. Requisito E

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare:

- E.1 il recupero della fertilità del suolo;
- E.2 il microclima;
- E.3 la resilienza ai cambiamenti climatici.

#### 5.4.1.6. Riepilogo dei requisiti

Secondo le linee guida, si ritiene dunque che:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2 (sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alla continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate).
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità (vedasi Capitolo 4 Linee Guida).

#### 5.4.1.7. Riepilogo dei singoli requisiti dell'impianto

A		B		C		D		E	
A1	si	B1a	si	C	si	D1	si	E1	si
A2	si	B1b	si			D2	si	E2	si
		B2	si					E3	si
In base ai requisiti, l'impianto può essere classificato come impianto agrivoltaico avanzato									

#### 5.5. Conformità del progetto al quadro politico-normativo

Analizzato il quadro delle iniziative energetiche a livello comunitario, nazionale e regionale, il progetto in esame, si inserisce all'interno di questo quadro contribuendo, nel suo piccolo, al raggiungimento degli obiettivi indicati da tali strumenti normativi e programmatici.

L'impianto permette grazie alla soluzione progettuale adottata, la coesistenza della produzione di energia da FER con l'attività e quindi con la produzione agricola.

La soluzione progettuale adottata che prevede tracker posti ad un'altezza di 2,1 metri con una distanza tra le file di circa 4,30 metri, consente l'utilizzo del suolo da un punto di vista agricolo evitando la perdita di fertilità dello stesso, la perdita di biodiversità, la desertificazione e quindi il pericolo di marginalizzazione dei terreni.

Pertanto, fatta questa dovuta premessa, l'impianto risulta compatibile con il contesto territoriale nel quale si inserisce e risulta pienamente allineato con gli obiettivi dei provvedimenti normativi e dei diversi interventi di programmazione, consentendo di:

- essere coerente con l'Accordo di Parigi (COP 21-2015 o CMP 11) in quanto si produce energia elettrica da fonti rinnovabili, senza emissioni di gas serra e partecipando al processo di decarbonizzazione dell'Italia,
- essere conforme al quadro legislativo europeo stabilito dal Clean energy package (winter package) e dal Regolamento 2021/1119/UE "Quadro per il conseguimento della neutralità climatica" (neutralità climatica entro il 2050, attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra derivanti dalle attività umane e l'aumento dei pozzi naturali di assorbimento),
- essere conforme a livello nazionale con il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC) che è lo strumento fondamentale per cambiare la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione,
- essere in linea con gli obiettivi di transizione ecologica individuati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR),
- a livello regionale essere in linea con il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S.) che è lo strumento adottato dalla Amministrazione Regionale e che persegue obiettivi di carattere energetico, socio-economico e ambientale al 2020 partendo dall'analisi del sistema energetico e la ricostruzione del Bilancio Energetico Regionale (BER).

Inoltre, la particolare tipologia di impianto scelta consente anche di:

- Svolgere attività agricola senza l'uso di pesticidi e senza utilizzo di diserbanti chimici.
- Integrare l'aspetto agronomico all'interno dell'impianto fotovoltaico garantendo una produzione di qualità che rispetti le caratteristiche e la vocazionalità agricola tipiche del territorio.

- Prevedere un ulteriore contributo al processo di decarbonizzazione del Paese mediante l'utilizzo di tecniche di coltivazione in Carbon Farming, che rispetto alle tecniche tradizionali garantiscono un maggior assorbimento e stoccaggio di CO<sub>2</sub> nel suolo e nelle parti vegetali delle colture.
- Svolgere ruolo sociale sul territorio, a seguito della creazione di nuove opportunità di lavoro nei diversi comparti produttivi interessati (energetico, agricolo, edile, vendita di materiali e servizi, etc.).

Per poter raggiungere gli obiettivi fissati dalla COP 21 che possono essere riassunti nella produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, senza emissioni di gas serra e quindi partecipando al processo di decarbonizzazione, si deve passare attraverso la realizzazione di impianti fotovoltaici di grandi dimensioni che si inseriscono nell'ambiente in maniera sinergica con l'agricoltura e con il territorio.

Gli interventi di questo tipo, come indicato dai diversi interventi legislativi che si sono succeduti e che parlano di opere e infrastrutture strategiche per la realizzazione del PNRR e del PNIEC, vengono classificate come necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999.

Si riporta testualmente la definizione riportata nel decreto legge cosiddetto semplificazioni "Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis , e le opere ad essi connesse, costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti."

## 6. Atti pianificatori sul territorio

In questo capitolo, si forniscono gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale e contiene l'individuazione di eventuali vincoli presenti sull'area interessata (vincoli paesistici, naturalistici storico-artistici, archeologici, idrogeologici, demaniali, di servitù pubbliche o di altre limitazioni all'uso della proprietà).

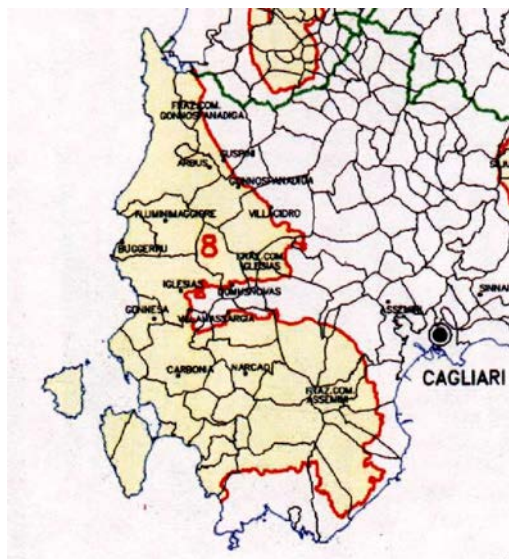
Tali elementi costituiscono parametri di riferimento per la costruzione del giudizio di compatibilità ambientale. Di seguito quindi, vengono esaminati i principali elementi conoscitivi e gli atti di programmazione e pianificazione considerati.

### 6.1. Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)

L'area secondo lo strumento della pianificazione territoriale comunale, ricade in zona agricola E2, (zona agricola principale) aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

### 6.2. Parco Geominerario della Sardegna

Il sistema del Parco Geominerario della Sardegna, consta di 8 aree che rappresentano la sintesi dal punto di vista storico, tecnico e scientifico dell'attività mineraria della Sardegna. La delimitazione delle diverse aree, è stata definita attraverso la sovrapposizione delle diverse valenze emergenti nel territorio considerato. La zona in esame, non ricade all'interno dell'area del Parco Geominerario, infatti, risulta esterna all'area n°8 denominata Sulcis-Iglesiente-Guspinese che interessa una superficie di 2455 kmq pari al 65% dell'estensione totale delle aree comprese nel Parco.

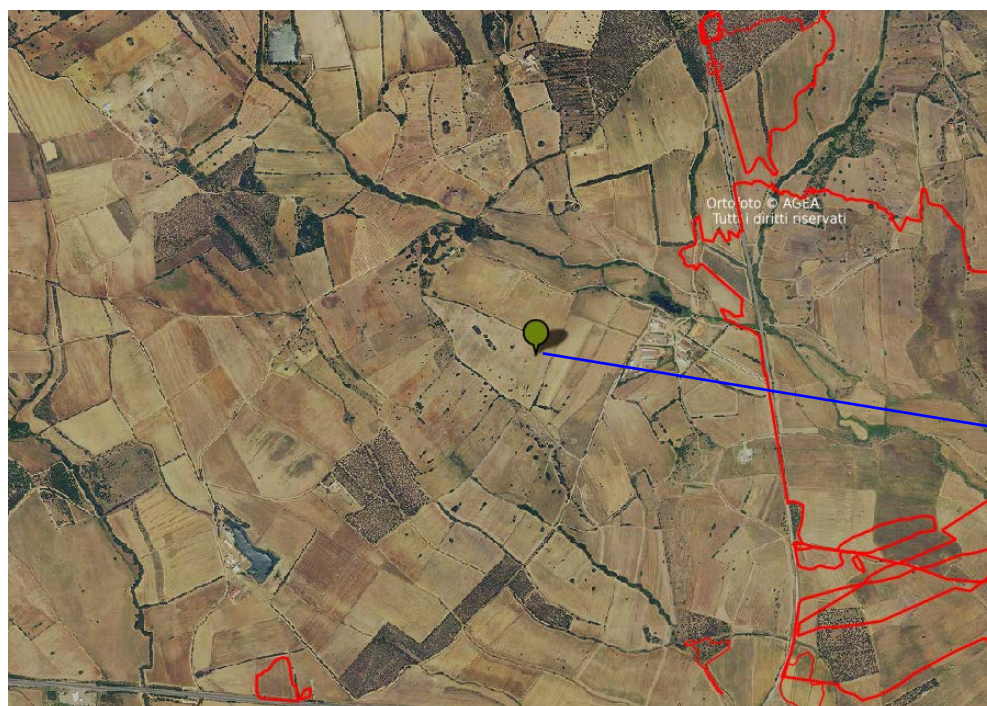




### 6.3. Legge 21.11.2000 n° 353

La delibera regionale 36/46 del 23.10.2001, fa proprie le direttive contenute negli artt. 3 e 10 della legge 353/2000 che definiva i comportamenti da adottare relativamente alle superfici interessate da incendi.

La norma impone la conservazione degli usi preesistenti l'evento per 15 anni, il divieto di pascolo per 10 anni ed il divieto dell'attuazione di attività di rimboschimento o di ingegneria ambientale con fondi pubblici per 5 anni. Per quanto concerne tale legge quadro, sugli incendi boschivi, i terreni in esame non risultano interessati dal divieto e dalle prescrizioni derivanti da questo strumento normativo, come mostra l'immagine seguente aggiornata al 2022 compreso (<https://www.sardegna.geoportale.it/>), pertanto sull'area non operano i vincoli descritti.



Sito in  
oggetto

#### 6.4. Legge quadro sulle aree protette (L. n° 394 /91)

La legge nazionale n. 394 del 6 dicembre 1991 detta "Legge quadro sulle aree protette" oltre alla classificazione dei parchi naturali regionali individua i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali e protette, inoltre, istituisce l'elenco ufficiale delle aree protette, nel quale vengono iscritte tutte le aree che rispondono ai criteri stabiliti, a suo tempo, dal Comitato nazionale per le aree protette.

Attualmente il sistema delle aree naturali protette è classificato come segue:

- parchi nazionali
- parchi naturali regionali e interregionali
- riserve naturali
- zone umide di interesse internazionale
- altre aree naturali protette
- aree di reperimento terrestri e marine.

L'area interessata dal progetto non ricade in alcuna area protetta istituita ai termini della presente legge come indica l'immagine seguente, quindi il progetto risulta essere coerente con la legge nazionale 394/91.



[https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree\\_tutelate](https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree_tutelate)



#### 6.5. Legge n. 3267/23 - Vincolo idrogeologico

I vincoli idrogeologici sono espressi dal R.D. n. 3267 del 30/12/1923, il quale prescrive le limitazioni d'uso delle aree vincolate, al fine di non turbarne l'assetto idrogeologico e conservare o migliorare l'assetto dei versanti caratterizzati da dissesto o da una elevata sensibilità.

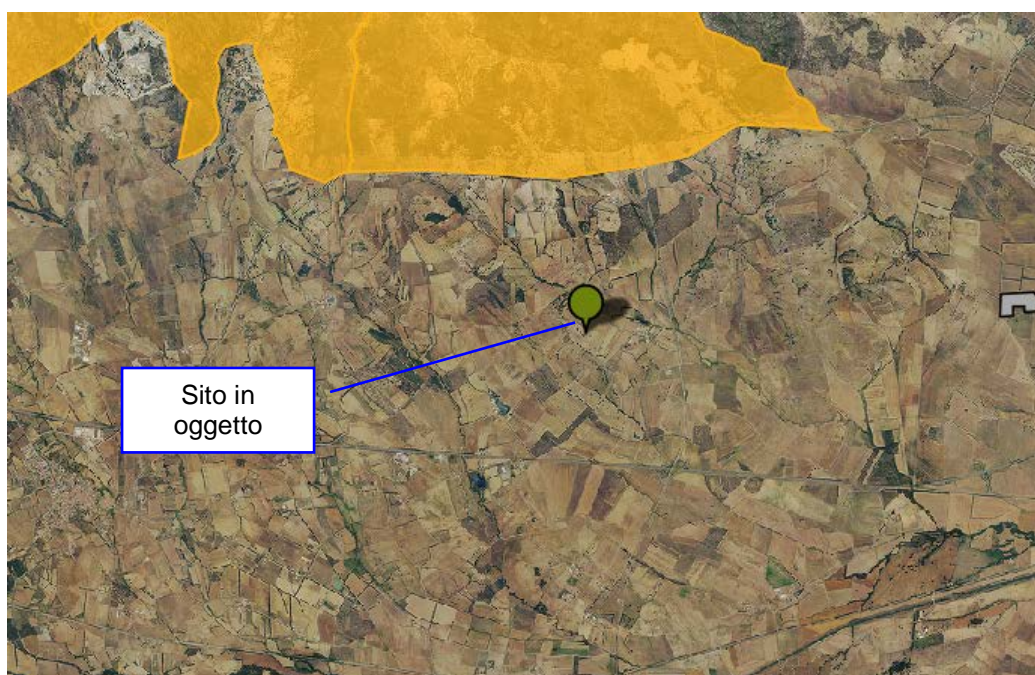
La legge in oggetto, prevede limitazioni nelle opere e nel taglio di vegetazione nelle aree vincolate, perciò qualsiasi opera da realizzarsi in un'area vincolata deve essere preventivamente autorizzata dall'Ispettorato Ripartimentale competente al quale è stata data la delega per le attività di controllo del territorio e le procedure autorizzative dalla Regione Sardegna.

Questo regio decreto, istituisce il vincolo idrogeologico quale strumento applicativo di prevenzione e difesa del suolo, limitando il territorio ad un uso di tipo conservativo.

Il vincolo idrogeologico non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela degli interessi pubblici e alla prevenzione del danno pubblico.

Come mostra la figura sottostante (<https://www.sardegna.geoportale.it/webgis2>) l'area del presente progetto non ricade comunque in zone soggette a vincolo idrogeologico.

Pertanto, per quanto sopra, il progetto non è assoggettato al R.D. 3267/23.



☐ Carta del rischio incendio boschivo e di interfaccia 2017

☒ Aree vincolate per scopi idrogeologici

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 1 del R.D.L. 3267/1923 (agg. 20-10-2022)

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 1 del R.D.L. 3267/1923 (agg. 30-06-2021)

☐ ART. 1 R.D.L. 3267/1923

☐ ART. 18 Legge 991/1952

☐ ART. 9 NTA PAI

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 1 del R.D.L. 3267/1923 (agg. 26-05-2021)

☐ ART. 1 R.D.L. 3267/1923

☐ ART. 18 Legge 991/1952

☐ ART. 9 NTA PAI

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 17 R.D.L. 3267/1923

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 47 R.D.L. 3267/1923

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 53 R.D.L. 3267/1923

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 130 R.D.L. 3267/1923

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 91 R.D.L. 3267/1923

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 182 R.D.L. 3267/1923 (agg. 20-10-2022)

☐

☒ Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 182 R.D.L. 3267/1923

☐

## 6.6. Legge Regionale n° 31-89

Secondo i dettati della legge regionale n°31 del 1989 che detta "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale", non sono stati individuati:

- parchi naturali,
- monumenti naturali,
- aree protette,
- aree di interesse e
- riserve naturali faunistiche.

Pertanto, il progetto in esame è coerente con la L.R. 31/89.

### 6.6.1. Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu

Il parco naturale regionale di Gutturu Mannu, istituito con la legge regionale 24 ottobre 2014, n. 20, si estende nei territori dei comuni di: Pula, Villa San Pietro, Siliqua, Domus De Maria, Uta, Assemini, Santadi, Capoterra, Sarroch e Teulada e interessa una superficie complessiva pari a 19.750 ettari di territorio.

All'interno della perimetrazione del parco, sono presenti 3 oasi permanenti di protezione e cattura per un totale di ettari 16.642,9, un'area ZSC Foresta di Monte Arcosu (ITB041105) ed un'area ZPS Foresta di Monte Arcosu (044009).

L'area in oggetto, non è compresa all'interno della perimetrazione del Parco di Gutturu Mannu.

### 6.6.2. Monumenti naturali

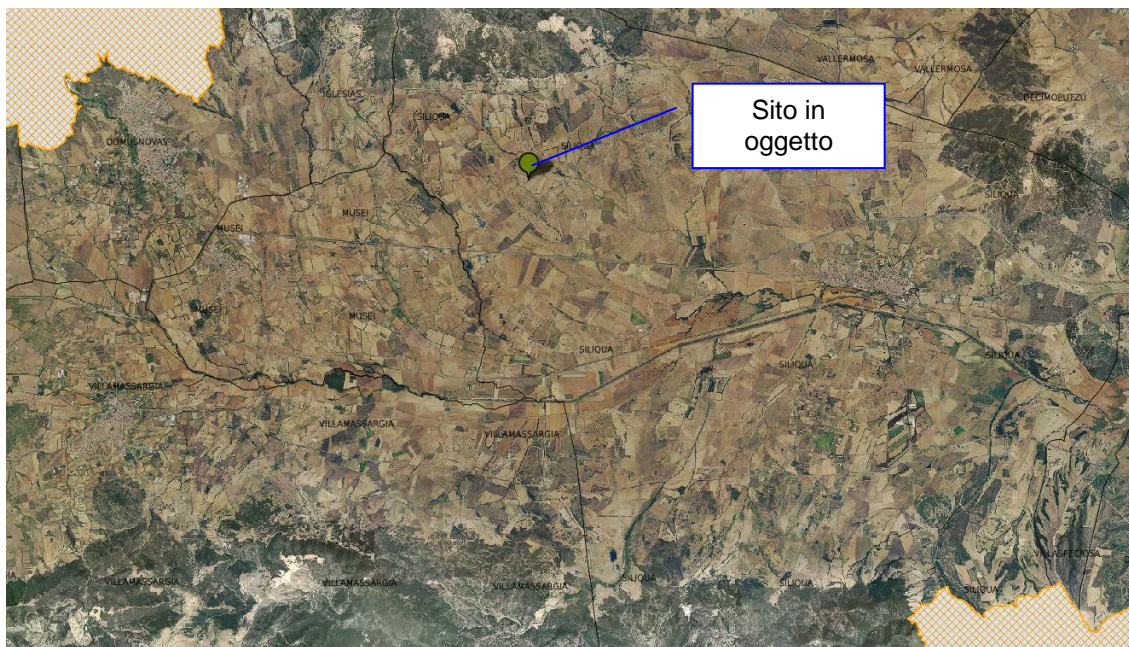
Nel territorio comunale di Siliqua è censito un monumento naturale, rappresentato dal domo andesitico di Acquafredda ubicato a sud est rispetto al sito in oggetto ad una distanza di circa 9.7 chilometri.

### 6.6.3. Riserve naturali, aree protette e aree di interesse

L'area in oggetto, non è interessata da aree protette, aree di interesse e riserve naturali faunistiche.

## 6.7. Siti di interesse comunitario (SIC), zona speciale di conservazione (ZSC) e zone di protezione speciale (ZPS)

L'area non è inserita all'interno di aree delimitate come siti di interesse comunitario (SIC), zone speciali di conservazione (ZSC) e come zone di protezione speciali (ZPS).



- ✓ SIC - Siti Interesse Comunitario Dicembre 2017
- ✗
- ✓ ZPS - Zone Protezione Speciale Dicembre 2017
- ✗
- ✓ SIC\_ZSC\_Agosto 2019
- ✗ SIC
- ✗ ZSC
- ✓ SIC\_ZSC\_Aprile\_2020
- ✗ SIC
- ✗ ZSC
- ✓ SIC\_ZSC\_Dic\_2020
- ✗ SIC
- ✗ ZSC
- ✓ ZPS\_Dic\_2020
- ✗
- ✓ SIC\_ZSC\_Dic\_2021
- ✗ SIC
- ✗ ZSC
- ✓ ZPS\_Dic\_2021
- ✗

Pertanto, il progetto in esame è coerente con questi strumenti di tutela ambientale.



## 6.8. Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

L'area in oggetto è censita cartograficamente come area delle colture erbacee specializzate delle componenti di paesaggio con valenza ambientale.

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), ottempera fundamentalmente ai disposti legislativi di seguito indicati:

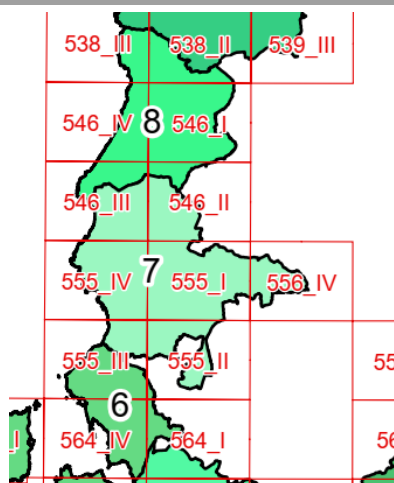
- ❖ decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice Urbani);
- ❖ decreti legislativi 24 marzo 2006 numeri 156 e 157 (disposizioni correttive ed integrative al Codice Urbani);
- ❖ decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 dicembre 2005,

ed è stato emanato con le seguenti finalità:

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

Il territorio comunale in oggetto, ricade all'interno dell'ambito territoriale definito dal Piano Paesaggistico Regionale e di seguito indicato:

	Ambito di paesaggio	Denominazione ambito	Superficie ambito (kmq)
Siliqua	N° 7	Bacino metallifero	455.32



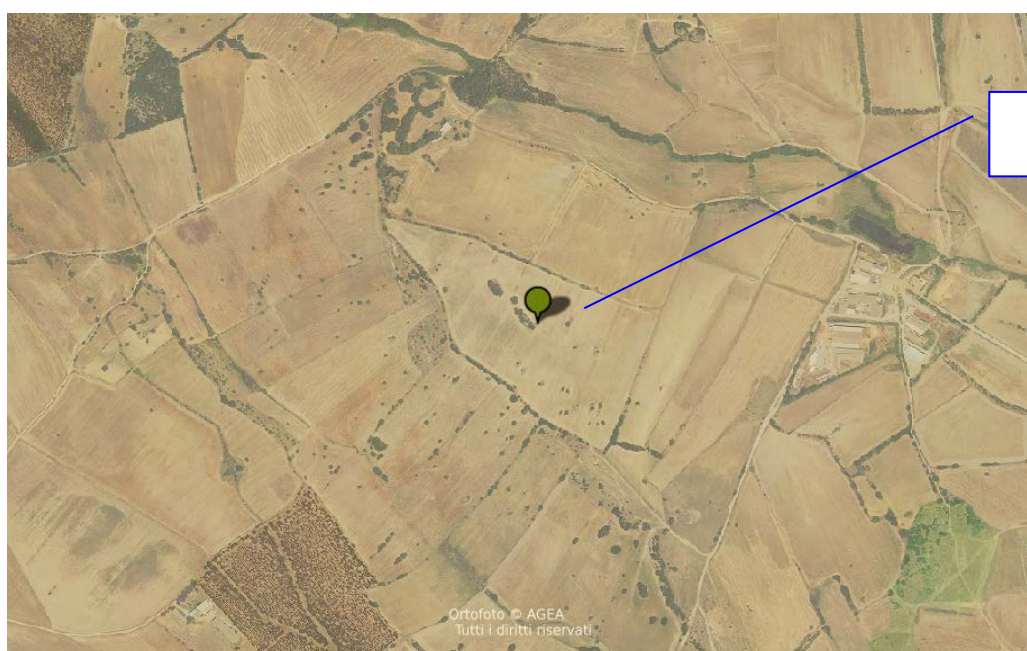
Quindi, come si può evincere dalla tabella precedente, il territorio comunale di Siliqua classificato come non costiero, è interessato da un unico territorio d'ambito e precisamente da quello denominato Bacino metallifero ed identificato con il numero 7, le superfici interessate sono le seguenti:

Superficie comunale interessata dagli ambiti di paesaggio				
Comune	Classificazione	Superficie territorio comunale kmq	Superficie comune in ambito kmq	Percentuale territorio coinvolto nell'ambito %
Siliqua	Non costiero con il territorio interessato parzialmente	189.81	8.80	4.64

<sup>1</sup> La struttura dell'ambito di paesaggio è definita dal vasto sistema orografico che dal settore costiero occidentale di Buggerru, Nebida, Masua e della spiaggia di Fontanamare, si estende al fluminese, ai rilievi di Gonnese ed alla sinclinale di Iglesias, fino a comprendere il sistema orografico meridionale della dorsale del Linas-Marganai. Questo vasto sistema territoriale è legato alle attività estrattive minerarie, ormai completamente cessate, che hanno interessato con continuità l'intero Ambito territoriale, dall'epoca protostorica sino ai giorni nostri, segnando in modo indelebile l'Ambito paesaggistico dell'anello metallifero e la struttura del sistema insediativo.

L'area, come rilevabile dalla cartografia del sito riportata nelle immagini seguenti, (<https://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/>) vede la presenza di:

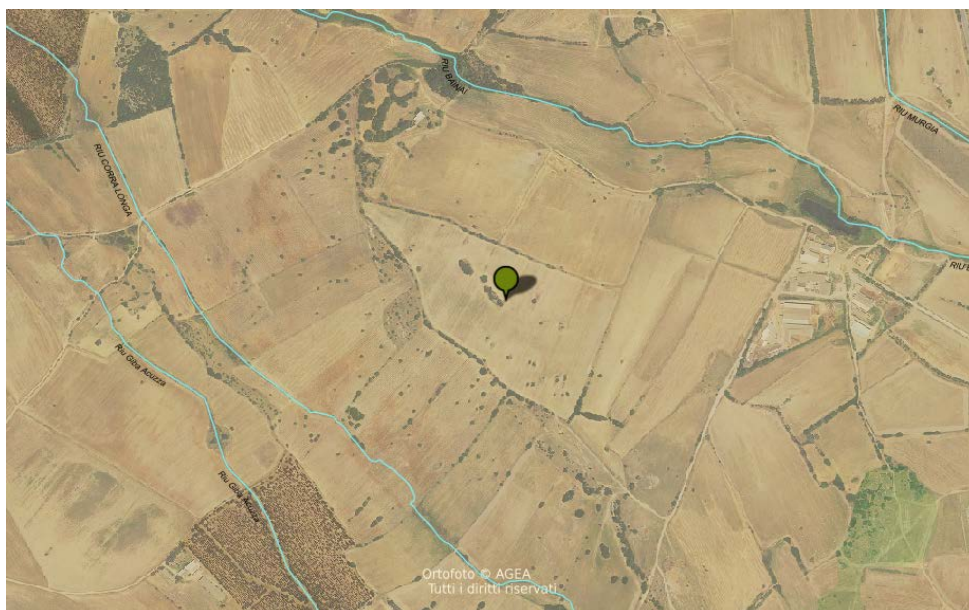
❖ Componenti di paesaggio ambientale – Colture erbacee specializzate



Sito in  
oggetto

Ortofoto © AGEA  
Tutti i diritti riservati

<sup>1</sup> Fonte: Schede d'ambito del PPR



L'area dei lavori, è esterna alla fascia di protezione dei 150 metri del Rio posto a ovest, come indicano le tavole allegate alla presente.

Si sottolinea che un progetto agrivoltaico non prevede utilizzazioni diverse da quelle agricole sul fondo interessato. A tal proposito, l'art. 29 delle NTA del PPR viene richiamato anche nell'art. 6.7 (Occupazione del suolo) delle "Linee guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio" della Regione Autonoma della Sardegna, in cui si riconosce l'esistenza di "esempi di compatibilità con utilizzazioni agricole nel caso di particolari installazioni ad inseguimento solare o di stringhe con telaio ben sopraelevato dal terreno." L'articolo 6.7 prosegue approfondendo che: "In questi casi [...] risulta comunque necessario dimostrare la compatibilità dell'intervento con una destinazione d'uso di tipo agropastorale mediante considerazioni di tipo agropedologico (per tale approfondimento vedasi la Relazione agronomica).

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di consentire la prosecuzione delle attività agro-zootecniche attualmente svolte e di restituire alla fine della vita utile dell'impianto fotovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

A tal fine si sostituiranno le attuali coltivazioni foraggere in asciutto di cereali e leguminose, in superfici a "prato pascolo polifita permanente".

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente.

Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica. Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento della qualità del suolo e conseguente incremento del valore agronomico dei terreni, attraverso la coltivazione delle superficie a prato pascolo

migliorato, prima della semina dovranno essere attuate ***una tantum*** le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni:

1. spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi finalizzato alla riduzione dello scheletro superficiale;
2. realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
3. realizzazione di livellamento superficiale;
4. concimazione di fondo con concimi organo minerali + microelementi a lenta cessione del tipo protetto (es. Tecnologia Timac Agro);
5. aratura superficiale;
6. semina, erpicatura e rullatura.

Le operazioni descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino).

Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto fotovoltaico proposto e di fatti: tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente, incluse le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli. Queste ultime saranno le uniche escluse dalla raccolta del fieno, la presenza del prato pascolo sotto i pannelli sarà finalizzata oltre che al pascolamento anche alla produzione di sostanza organica per tramite della tecnica del "Mulching" come meglio specificato nella relazione agronomica.

## 6.9. Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna

Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (in seguito denominato PAI) è redatto, adottato e approvato ai sensi:

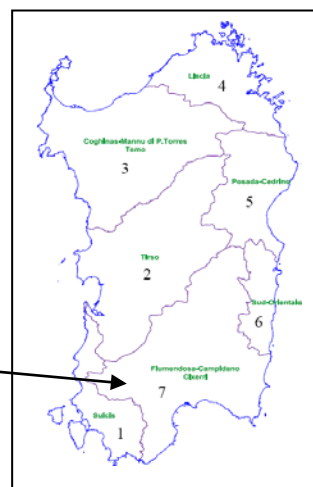
- della legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", ed in particolare dei suoi articoli 3, 17, 18, 20, 21 e 22;
- dell'articolo 1, commi 1, 4, 5 e 5-bis, del decreto legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla legge 3.8.1998, n. 267;
- dell'articolo 1-bis, commi 1-4, del decreto legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- del D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
- della legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n° 9.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio per fenomeni di piena e di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98. Il Piano è il risultato delle seguenti fasi:

- ❖ predisposizione della "Proposta di Piano" nel giugno del 2001,
- ❖ pubblicazione presso gli Enti Locali coordinata dal Genio Civile delle diverse Province;
- ❖ conferenze programmatiche (ai sensi art. 1bis L. 365/2000) per la raccolta delle osservazioni al piano;
- ❖ analisi e controdeduzioni delle osservazioni e loro integrazione nella stesura definitiva del Piano;
- ❖ redazione del Piano.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette sub bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987. Ognuno dei sub-bacini è caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale, la tabella di seguito riportata riporta i dati delle superfici dei singoli sub bacini.

N°	Sub bacino	Superficie (Km <sup>2</sup> )	%
1	Sulcis	1.646	6,8
2	Tirso	5.327	22,2
3	Coghinas-Mannu-Temo	5.402	22,5
4	Liscia	2.253	9,4
5	Posada – Cedrino	2.423	10,1
6	Sud-Orientale	1.035	4,3
7	Flumendosa-Campidano-Cixerri	5.960	24,8
Totale		24.046	100





### 6.9.1. Sub bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri

Il sub-bacino si estende per 5960 Km<sup>2</sup>, pari al 24.8 % del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini-Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa.

### 6.9.2. Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio

Il PAI ha previsto la suddivisione delle aree di pericolosità idraulica secondo la seguente classificazione:

❖ molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1)

e disciplina le aree di pericolosità da frana con suddivisione secondo la seguente classificazione:

❖ molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1).

Inoltre, con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica come indicato in precedenza.

Le aree a rischio idraulico sono classificate come segue:

❖ molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1).

Le aree a rischio da frana sono classificate nel modo seguente:

❖ molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1).

#### 6.9.2.1. Rischio idraulico

Secondo la notazione usuale, il Rischio idraulico (Ri) è definito come il prodotto di tre fattori secondo l'espressione:

$$Ri = Hi \cdot E \cdot V$$

Ri = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione degli effetti
Ri1	Moderato	$\leq 0,002$	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Ri2	Medio	$\leq 0,005$	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Ri3	Elevato	$\leq 0,01$	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Ri4	Molto elevato	$\leq 0,02$	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno (T) di 50, 100, 200 e 500 anni.

E = elementi a rischio; ai sensi del citato DPCM sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Ai fini del presente lavoro si classificano secondo la tabella seguente, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1.

Classi	Elementi	Peso
E1	Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4; Zona boschiva; Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso); Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione	0.25

E2	Zona agricola generica; Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni; Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...).	0.50
E3	Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture varie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; Beni naturali protetti e non, beni archeologici; Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva; Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili).	0.75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); Beni architettonici, storici e artistici; Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); Porti vari, aeroporti, stazioni.	1.00

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM, è stata assunta pari all'unità; per quanto concerne agli elementi di alto tipo occorrerebbe provvedere ad effettuare analisi di dettaglio sui singoli cespiti ma esse esulano dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge e, pertanto, anche a tali elementi è stato attribuito un valore di vulnerabilità ancora unitario. Ciò non toglie la possibilità, in fasi successive di approfondimento dei piani, di poter provvedere ad una opportuna ricalibratura del parametro sulla base di studi specifici di settore.

#### 6.9.2.2. Rischio geomorfologico

Analogamente alla definizione del rischio idraulico, il rischio geomorfologico è definito come prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E e la loro vulnerabilità V.

$$R_g = H_g E V$$

Anche per il rischio geomorfologico totale Rg si è operata una quantificazione secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione degli effetti
Rg <sub>1</sub>	Moderato	≤ 0,25	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Rg <sub>2</sub>	Medio	≤ 0,50	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Rg <sub>3</sub>	Elevato	≤ 0,75	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Rg <sub>4</sub>	Molto elevato	≤ 1.00	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Hg = la pericolosità geologica, al contrario della definizione di pericolosità idraulica, è di non agevole definizione in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso.

Per tale motivo si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi come mostrato nella seguente tabella.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione
Hg <sub>0</sub>	Nulla	0	aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20%
Hg <sub>1</sub>	Moderata	0,25	aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%
Hg <sub>2</sub>	Media	0,50	aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste

Hg3	Elevata	0,75	aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
Hg4	Molto elevata	1	aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro

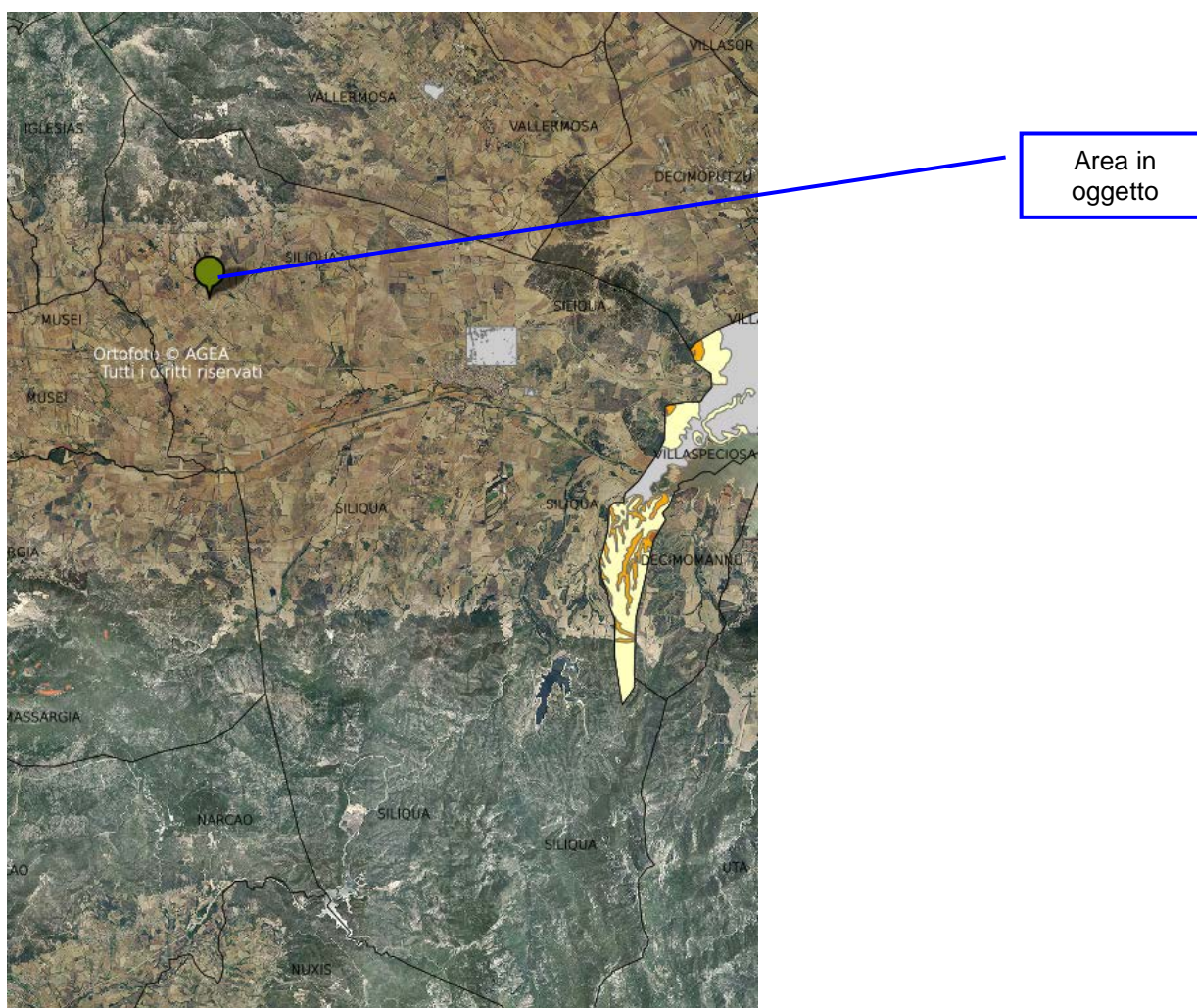
E = elementi a rischio, sono definiti comunemente alla parte idraulica.

V = la vulnerabilità, è definita similmente alla parte idraulica.

### 6.9.3. Analisi delle perimetrazioni della zona

#### 6.9.3.1. Aree di pericolosità geomorfologica

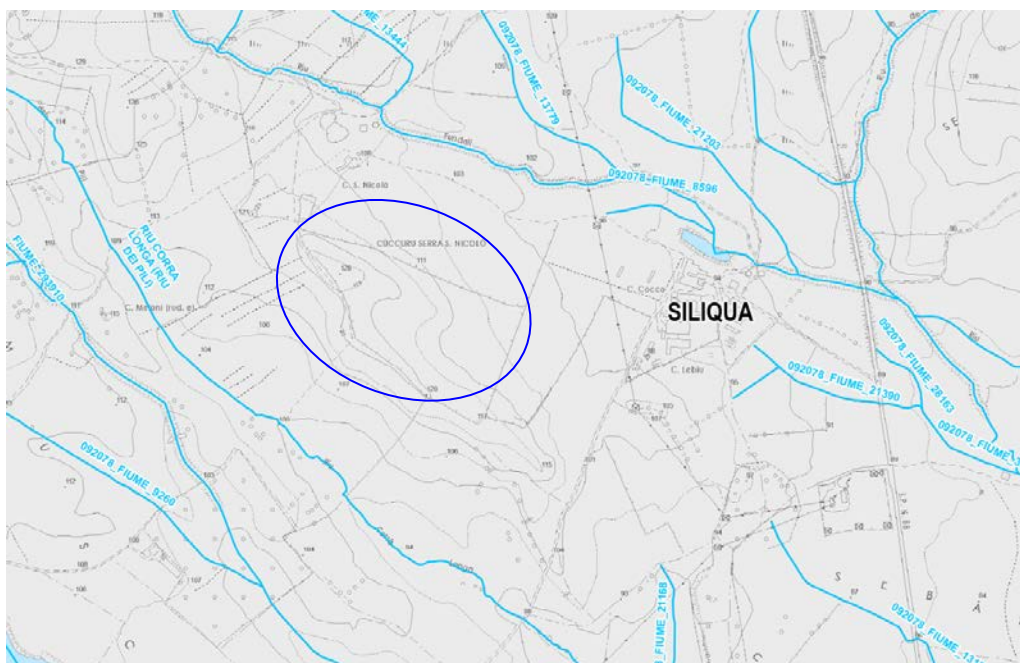
Il territorio comunale di Siliqua, non presenta aree con pericolosità geomorfologica, come indica l'immagine seguente (<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/>).



Inoltre, è stata verificata la nuova situazione relativa allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei sub bacini 1 (Sulcis) – 2 (Tirso) – 4 (Liscia) – 5 (Posada – Cedrino) – 6 (Sud-orientale) – 7 (Flumendosa – Campidano – Cixerri), finalizzato all' approvazione della variante generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, parte frane, di cui alla Deliberazione dell'autorità di bacino regionale comitato istituzionale n. 18 del 27.12.2022.



Si è posta attenzione alla tavola del bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri n° 334 relativa all'area di nostro interesse, verificando che non sono presenti aree di pericolosità, come indica l'immagine seguente (zona entro l'ellisse blu):



#### PERICOLOSITA' DA FRANA

Classe	Intensità	Descrizione
Hg0	Nulla	Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi
Hg1	Moderata	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg2	Media	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
Hg3	Elevata	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
Hg4	Molto elevata	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti

#### 6.9.4. Aree di pericolosità idraulica

Il territorio comunale di Siliqua, presenta aree con pericolosità idraulica come indica l'immagine seguente (<https://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/>), tutte a notevole distanza rispetto al sito in oggetto.

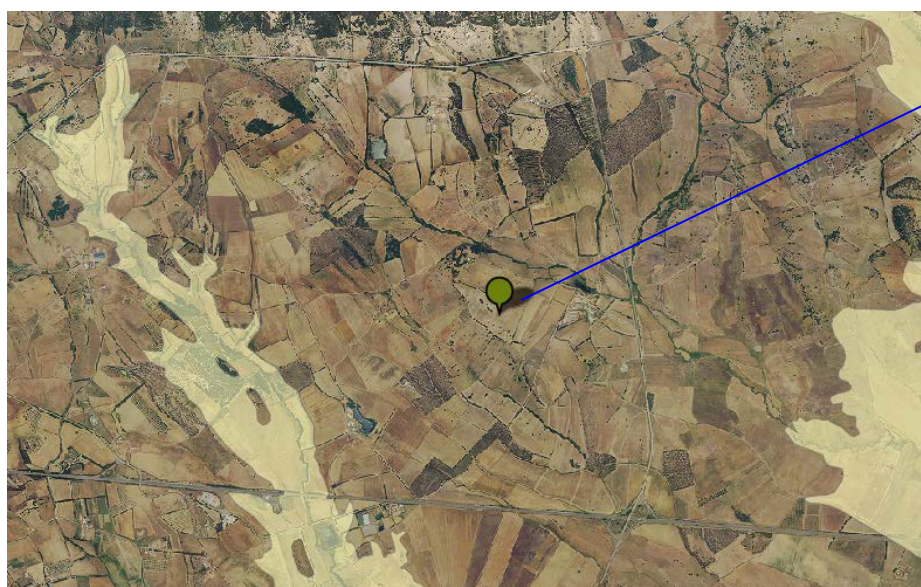


- ✚ HI\* - (Aree da modellazione 2D con  $V_p \leq 0,75$ )
- HI0 - P0 (Tratto studiato nel quale la piena risulta contenuta all'interno delle sponde per tutti i Tr)
- HI1 - P1 (Aree a pericolosità idraulica Moderata o Fascia geomorfologica)
- HI2 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Media)
- HI3 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Elevata)
- HI4 - P3 (Aree a pericolosità idraulica Molto elevata)

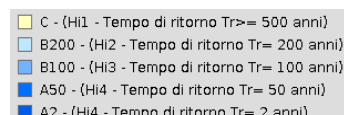


#### 6.10. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'articolo 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della legge 18 maggio 1989, n° 183. Il PSFF ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Il PSFF, costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. L'immagine che segue (<http://www.sardegnaageoportale.it>) indica che la zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione.



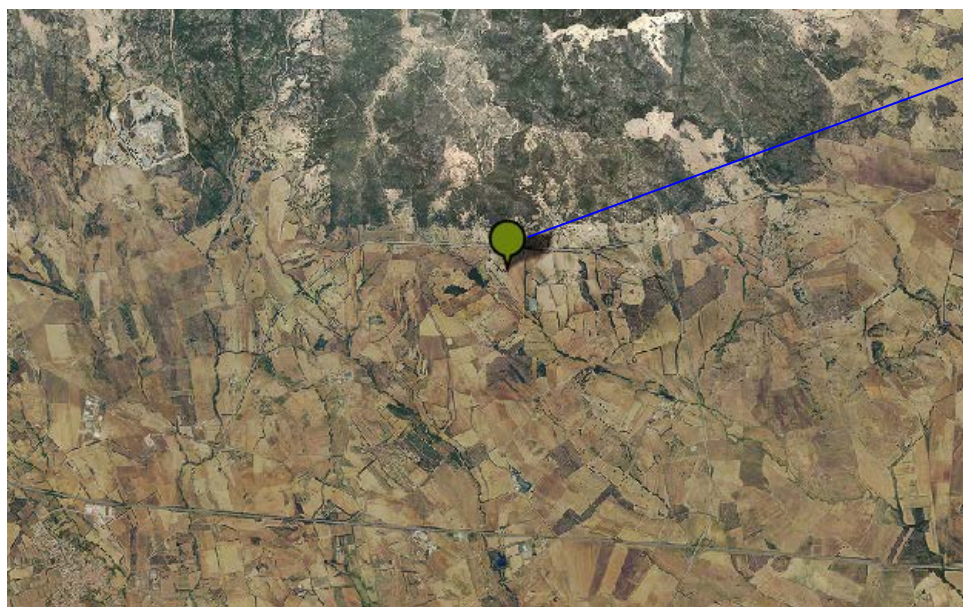
Sito in  
oggetto



#### 6.11. Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni.

La zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione come mostra l'immagine seguente tratta da <https://www.sardegnaageoportale.it>.



Sito in  
oggetto

TR < 50 anni  
TR = 50 - 100 anni  
TR = 100 - 200 anni

## 6.12. Piano di tutela delle acque (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque venne approvato con Delibera della RAS n. 14/16 del 04/04/2006, con l'obiettivo fondamentale di avere uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica.

Il piano ha suddiviso il territorio regionale in 16 Unità Idrografiche omogenee (U.I.O.) costituite da uno o più bacini limitrofi, a cui sono state assegnate le rispettive acque superficiali interne nonché le relative acque sotterranee e marino-costiere, nel nostro caso si ricade nell'unità idrografica omogenea del "Flumini Mannu – Cixerri".

L'U.I.O. del Flumini Mannu – Cixerri è la più estesa tra le U.I.O. individuate con i suoi 3.566 kmq di superficie. L'immagine che segue mostra la suddivisione descritta per i bacini della Sardegna.



<sup>2</sup>Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e con una lunghezza dell'asta principale di circa 96 km, rappresenta il più importante fiume della Sardegna Meridionale. Il suo corso, che si svolge in direzione nord est-sud ovest, ha origine da molti rami sorgentiferi dall'altipiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa attraverso la Marmilla e, costituitosi in un unico corso, sbocca nella piana del Campidano sfociando in prossimità di Cagliari nelle acque dello Stagno di S. Gilla.

Il Flumini Mannu di Cagliari si differenzia notevolmente dagli altri corsi d'acqua dell'Isola per i caratteri topografici del suo bacino imbrifero.

L'asta principale per quasi metà del suo sviluppo si svolge in pianura, al contrario della maggior parte dei corsi d'acqua sardi aventi come caratteristica la brevità del corso pianeggiante rispetto a quello montano.

Gli affluenti principali del Flumini Mannu di Cagliari sono:

1. in destra: il Canale Vittorio Emanuele, che drena le acque della depressione di Sanluri, e il Torrente Leni, che convoglia le acque di numerose sorgenti del Monte Linas e giunge nella piana del Campidano in territorio di Villacidro;
2. in sinistra: il Torrente Lanessi, col quale confluisce presso lo sbocco in pianura e che scorre prevalentemente negli scisti e nel miocene della Trexenta, e il Riu Mannu di San Sperate che drena, con il Rio Flumineddu, le acque della Trexenta.

Lungo il corso principale è ubicato l'invaso di Is Barroccus, con capacità massima di invaso di 12 milioni di mc.

Il Riu Cixerri, l'altro fiume principale di questa U.I.O., ha le sue sorgenti nel versante settentrionale del massiccio del Sulcis e scorre poi pressoché perpendicolare alla linea di costa occidentale, ricevendo, prima di gettarsi nello stagno di Santa Gilla, l'apporto di numerosi affluenti che drenano il versante meridionale del massiccio dell'Iglesiente e quello settentrionale del massiccio del Sulcis, mantenendosi paralleli alla linea della costa occidentale.

Altri elementi importanti dell'idrografia superficiale sono l'invaso del Cixerri a Genna is Abis, nel Basso Cixerri, e quello del Rio Canonica a Punta Gennarta.

Oltre ai due fiumi principali, hanno una estensione del bacino drenante e un'importanza non trascurabile i seguenti fiumi:

- il Riu di Corongiu che drena le acque della parte meridionale del massiccio del Sarrabus, si sviluppa perpendicolarmente alla linea di costa, e sfocia, dopo aver superato gli sbarramenti che danno luogo ai laghi omonimi (Corongiu II e Corongiu III), nella costa di Flumini di Quartu;
- il Riu di Sestu che drena le acque della parte meridionale delle colline del Parteolla e, dopo aver attraversato l'area pianeggiante tra Sestu e Elmas, termina il suo corso nello Stagno di Santa Gilla;
- il Rio di Santa Lucia che drena le acque della parte nord-orientale del massiccio del Sulcis (monti di Capoterra);
- il Riu di Pula che drena le acque provenienti dalle pendici sud-orientali del massiccio del Sulcis, riceve le acque di numerosi affluenti, peraltro di modesta importanza data la notevole vicinanza dei rilievi al mare, e sfociano nella costa sud-occidentale della Sardegna, in prossimità dell'abitato di Pula.

L'attività proposta non interferisce con elementi sensibili normati dal PTA, pertanto il progetto risulta compatibile con questo piano.

<sup>2</sup> Fonte: Piano di tutela delle acque



### 6.13. Inventario Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)

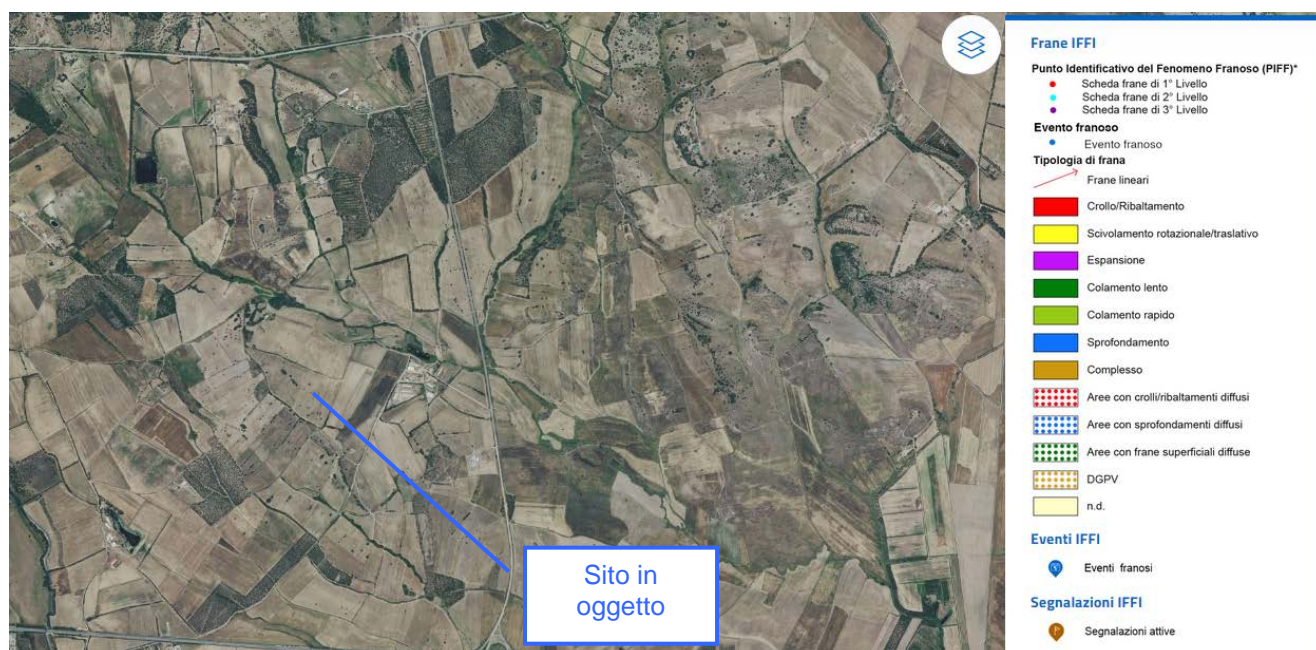
Il progetto I.F.F.I., ha lo scopo principale di fornire un quadro sinottico ed omogeneo sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e di offrire uno strumento conoscitivo ai fini della valutazione del rischio da frana, della programmazione degli interventi di difesa del suolo e della pianificazione territoriale a scala nazionale e locale.

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) è la banca dati nazionale e ufficiale sulle frane ed è realizzato da ISPRA in collaborazione con le Regioni e Province Autonome (art. 6 c. g della L. 132/2016).

L'ISPRA dal 2005 pubblica online i dati dell'Inventario per favorire la più ampia diffusione e fruizione delle informazioni alle amministrazioni locali, agli enti di ricerca, ai tecnici operanti nel settore della progettazione e pianificazione territoriale e ai cittadini.

Con le deliberazioni della Giunta Regionale n° 46/27 del 12.11.2000 e n° 27/68 del 07.08.2001, la Regione Sardegna ha aderito all'iniziativa per la realizzazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.), organizzato in un Sistema Informativo Territoriale Unico.

Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio della cartografia tematica, dove è possibile verificare che i più vicini fenomeni franosi censiti sono collocati ad alcuni chilometri di distanza dalle aree in cui insiste il progetto proposto ed è pertanto ininfluente al fine della sua realizzazione.



Fonte: <https://idrogeo.isprambiente.it/app/iffi/>

#### 6.14. Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), già assunto quale piano stralcio di bacino ai sensi della legge n. 183/1989, individua misure e indirizzi attuativi per la prevenzione, il recupero e la mitigazione delle aree soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico, alla mitigazione e al recupero delle aree degradate, alla riduzione delle possibili cause di incendi boschivi, il mantenimento e il miglioramento della biodiversità degli ecosistemi, la preservazione e conservazione degli ecotipi locali, il miglioramento della funzionalità e della vitalità dei sistemi forestali esistenti, con particolare attenzione alla tutela dei contesti forestali e preforestali litoranei, dunali e montani. Tali misure vengono attivate non soltanto attraverso i rimboschimenti ma anche attraverso la gestione forestale pianificata dell'esistente. Al fine di pianificare territorialmente le azioni previste dal piano, il territorio regionale è stato suddiviso in 25 distretti territoriali; l'area oggetto d'intervento ricade nel distretto 25 "Monti del Sulcis", come mostra l'immagine che segue.

Il distretto comprende al suo interno il complesso montuoso del Sulcis ed ha un esteso sviluppo costiero che dal promontorio di Porto Pino a ovest, si chiude ad est presso lo stagno di Santa Gilla.

Sull'ambito montano del distretto si estende, con straordinaria continuità, uno dei complessi forestali più interessanti della Sardegna. L'evoluzione del rilievo, è legata alla intrusione del batolite leucogranitico di epoca post ercinica entro le metamorfiti costituenti le successioni paleozoiche del sulcis.

Il distretto si estende per buona parte nel sottosettore biogeografico Sulcitano (settore sulcitano-iglesiente), è caratterizzato da una prevalenza di cenosi forestali a sclerofille, dove le specie arboree principali sono rappresentate dal leccio e dalla sughera.

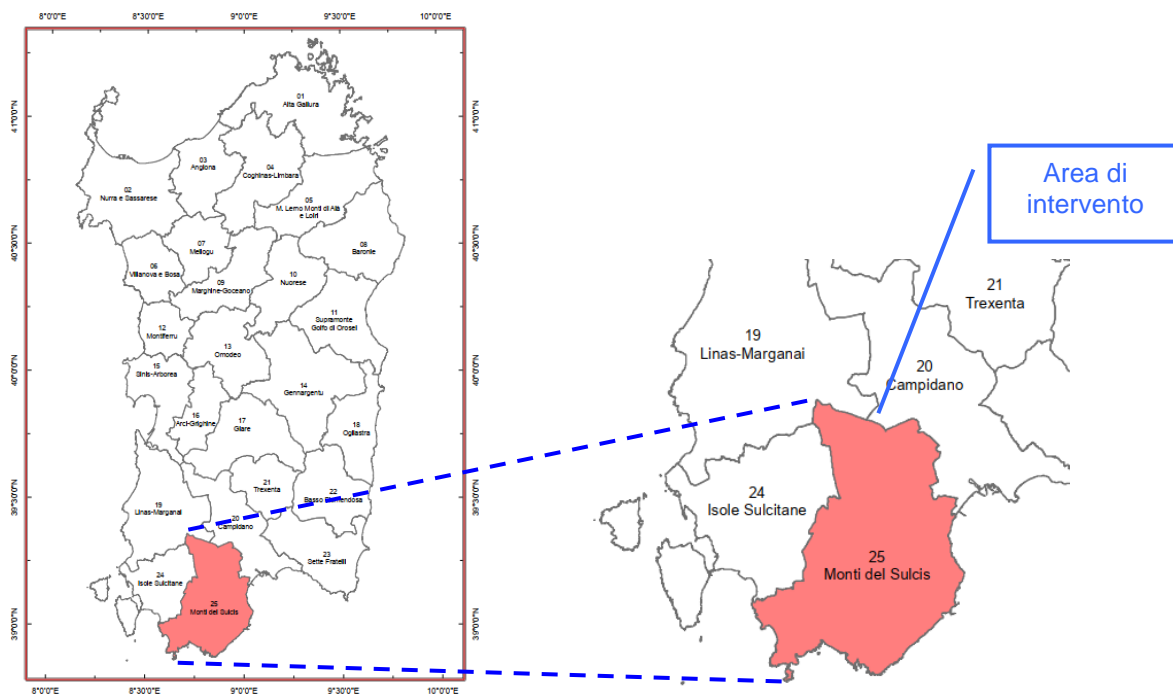
Si caratterizza per paesaggi piani e collinari, infatti circa il 93% delle superfici è situato al di sotto dei 600 metri, con una incidenza del 56% sotto i 200 metri di quota. L'ambito montano si eleva sopra i 1000 metri di quota e interessa circa il 7% della superficie localizzata nel cuore del distretto.

All'interno del distretto è possibile delineare due sub-distretti:

- sub-distretto orientale (25a), predominante come estensione caratterizzato dalla presenza di litologie di tipo siliceo, includenti principalmente graniti, metamorfiti, basalti, andesiti, rioliti e relativi depositi colluviali e alluvionali,
- sub-distretto occidentale (25b), di minore estensione, contraddistinto dalla presenza di litologie di tipo carbonatico, anche metamorfosato, che comunque presentano distinzioni evidenti a livello vegetazionale, Anche in questo caso sono compresi i depositi di versante e i terrazzi alluvionali.

Poiché l'area di intervento non è forestata, l'opera in progetto non è assoggettata alle norme previste dal PFAR.



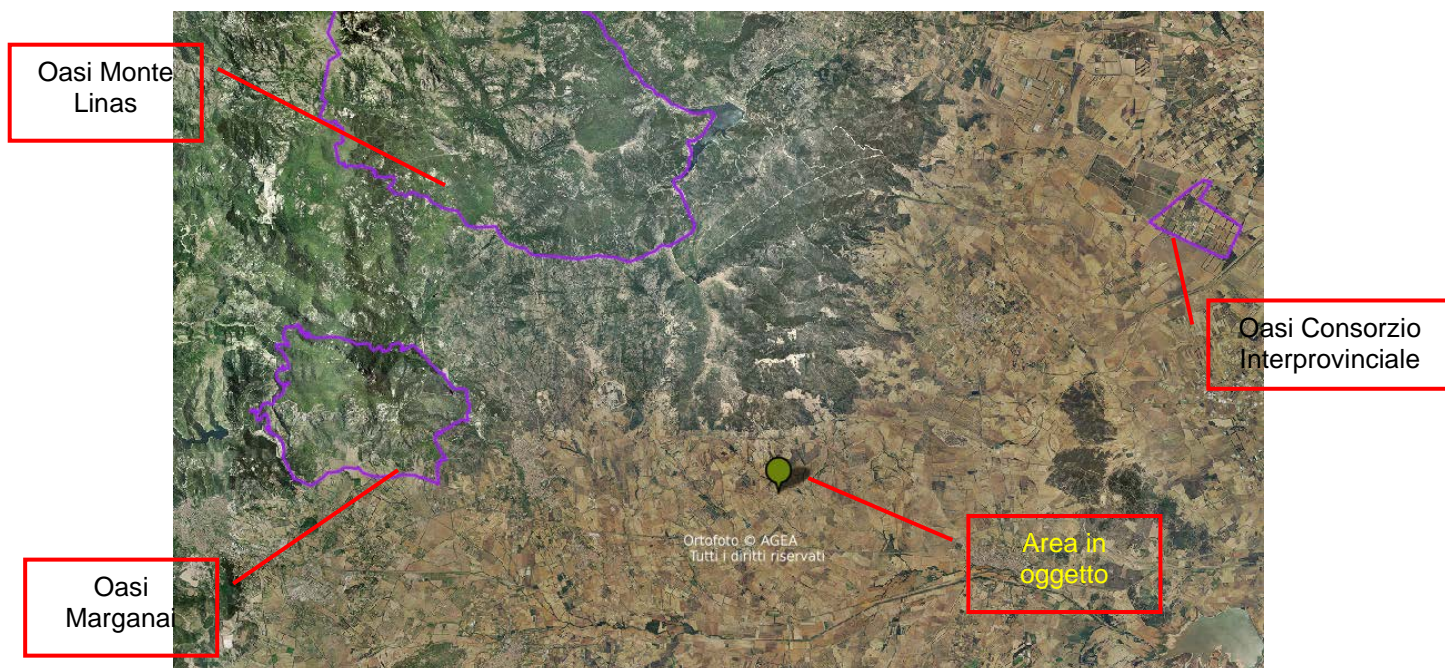


#### 6.15. Tutela fauna selvatica L.R. N° 23 del 1998

Con la L.R. N°23 del 1998, la Regione Autonoma della Sardegna tutela la fauna selvatica secondo metodi di razionale programmazione del territorio e di uso delle risorse naturali e disciplina il prelievo venatorio nel rispetto dell'equilibrio ambientale, avvalendosi della competenza primaria di cui all'articolo 3 del proprio statuto speciale, approvato con legge costituzionale 26 febbraio 1948, n. 3 e inoltre istituisce le oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna, e procede alla realizzazione degli interventi di ripristino dei biotopi distrutti o alla creazione di nuovi biotopi.

Le aree protette dalla stessa, come mostra l'immagine seguente (<https://www.sardegnageoportale.it>), più prossime all'area di intervento sono:

- oasi permanente Marganai (9.2 km a ovest);
- oasi permanente Monte Linas (7.8 km a nord ovest);
- oasi permanente consorzio interprovinciale di frutticoltura (13.7 km a nord est).



Poiché l'area in oggetto non rientra in aree individuate dalla L.R. 23/98, lo stesso non risulta assoggettato a detta legge regionale.

#### 6.16. Zone gravate da usi civici

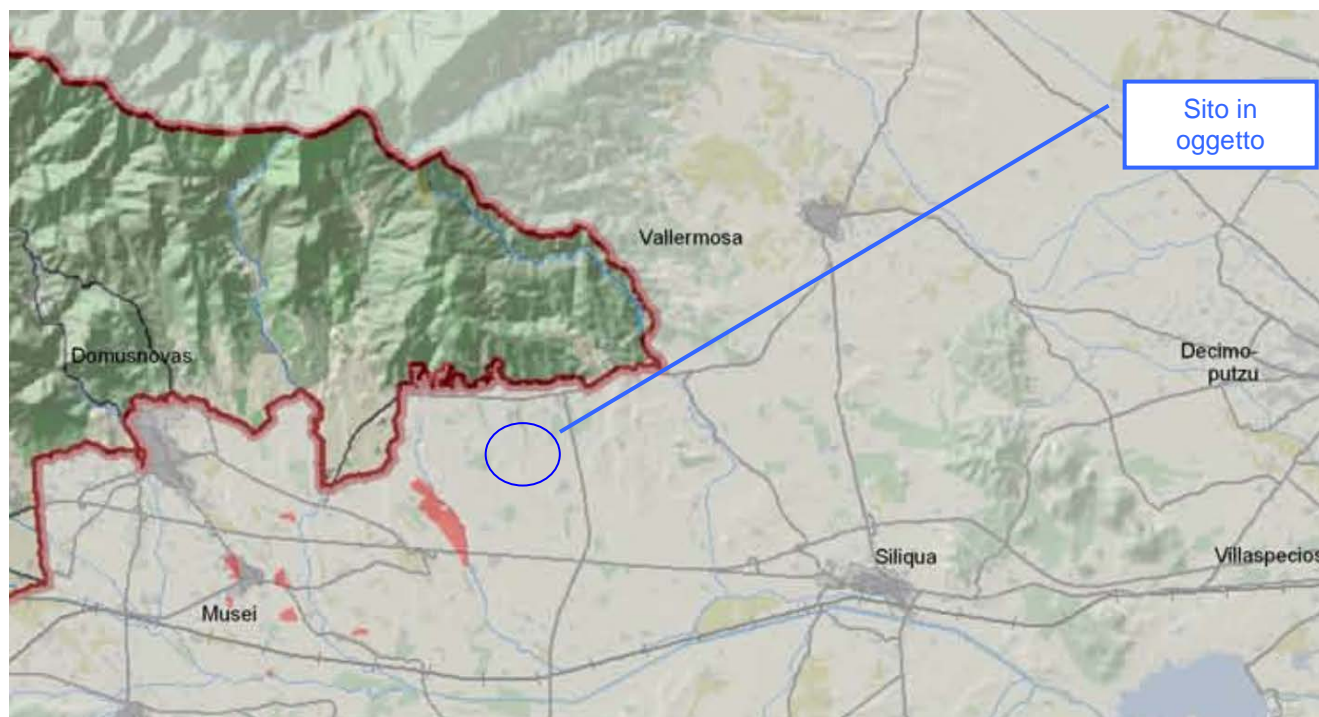
La legge regionale di riferimento è la numero 12 del 14 marzo 1994 e le disposizioni contenute nella legge sono intese a:

- disciplinare l'esercizio delle funzioni attribuite alla regione sarda ai sensi degli articoli 3, lettera n), e 6 dello Statuto speciale per la Sardegna;
- garantire l'esistenza dell'uso civico, conservandone e recuperandone i caratteri specifici e salvaguardando la destinazione a vantaggio delle collettività delle terre soggette agli usi civici;
- assicurare la partecipazione diretta dei comuni alla programmazione ed al controllo dell'uso del territorio, tutelando le esigenze e gli interessi comuni delle popolazioni;
- tutelare la potenzialità produttiva dei suoli, prevedendo anche nuove forme di godimento del territorio purché vantaggiose per la collettività sotto il profilo economico e sociale;
- precisare le attribuzioni degli organi dell'Amministrazione regionale in materia di usi civici.

La titolarità dei diritti di uso civico è attribuita ai cittadini residenti nel comune nella cui circoscrizione sono ubicati gli immobili soggetti all'uso civico (art. 2 L.R. n. 12/1994), mentre la loro gestione è lasciata al Comune o alla frazione nella cui circoscrizione gli immobili stessi sono ubicati (art. 11 L.R. n. 12/1994).

Con il provvedimento formale di accertamento l'amministrazione regionale identifica catastalmente i terreni sui quali insiste il diritto di uso civico ricadenti in un determinato territorio comunale.

L'immagine seguente, mostra le terre gravate da usi civici secondo la ricognizione effettuata e cartografata dal PPR, poiché l'area di progetto non ricade in aree gravate da uso civico, l'area non risulta essere assoggettata a detta legge regionale.





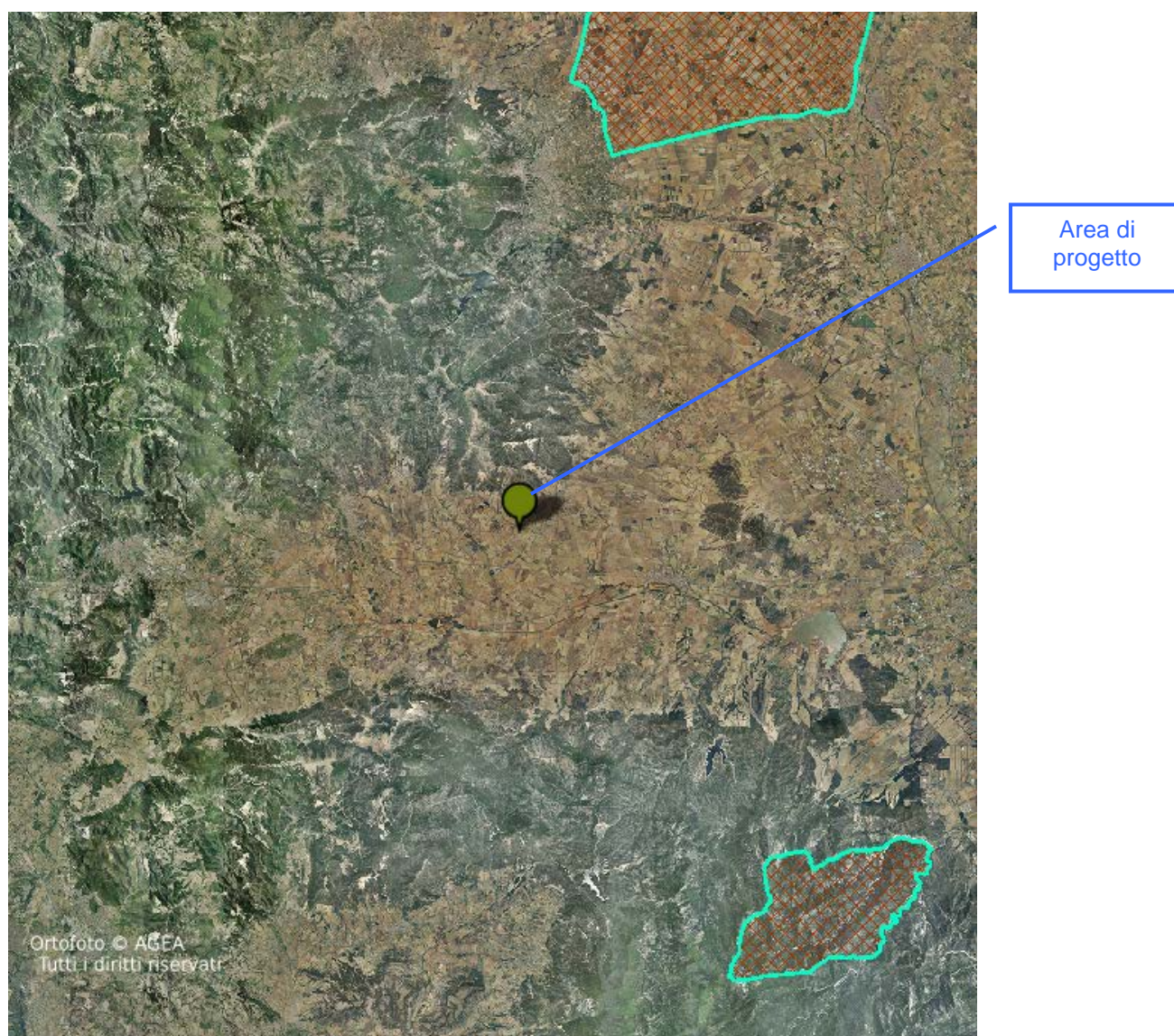
### 6.17. Important Bird Area (IBA)

In base a criteri definiti a livello internazionale, una Important Bird and Biodiversity Area (IBA, lett. "area importante per uccelli e biodiversità"), in precedenza Important Bird Area (IBA), è un'area considerata un habitat importante per la conservazione di popolazioni di uccelli selvatici.

Nel 1985, a seguito di una richiesta specifica della Comunità economica europea, la Birdlife International elaborò una lista di siti da proteggere in maniera prioritaria. Nel 1989, fu pubblicato un repertorio di IBA dell'Europa.

Dapprima il nome ufficiale di questo tipo di siti era Important Bird Area, da cui l'acronimo IBA, poi al BirdLife World Congress tenutosi in Canada nel 2014 si decise di adottare il nome Important Bird and Biodiversity Area, senza però modificare l'acronimo.

L'immagine seguente (<https://www.sardegnaeopoitale.it>), mostra le aree IBA più vicine all'area in oggetto.



☒ Aree importanti per avifauna IBA



Poiché l'area non rientra in aree individuate IBA, il progetto non risulta assoggettato a detta normativa.



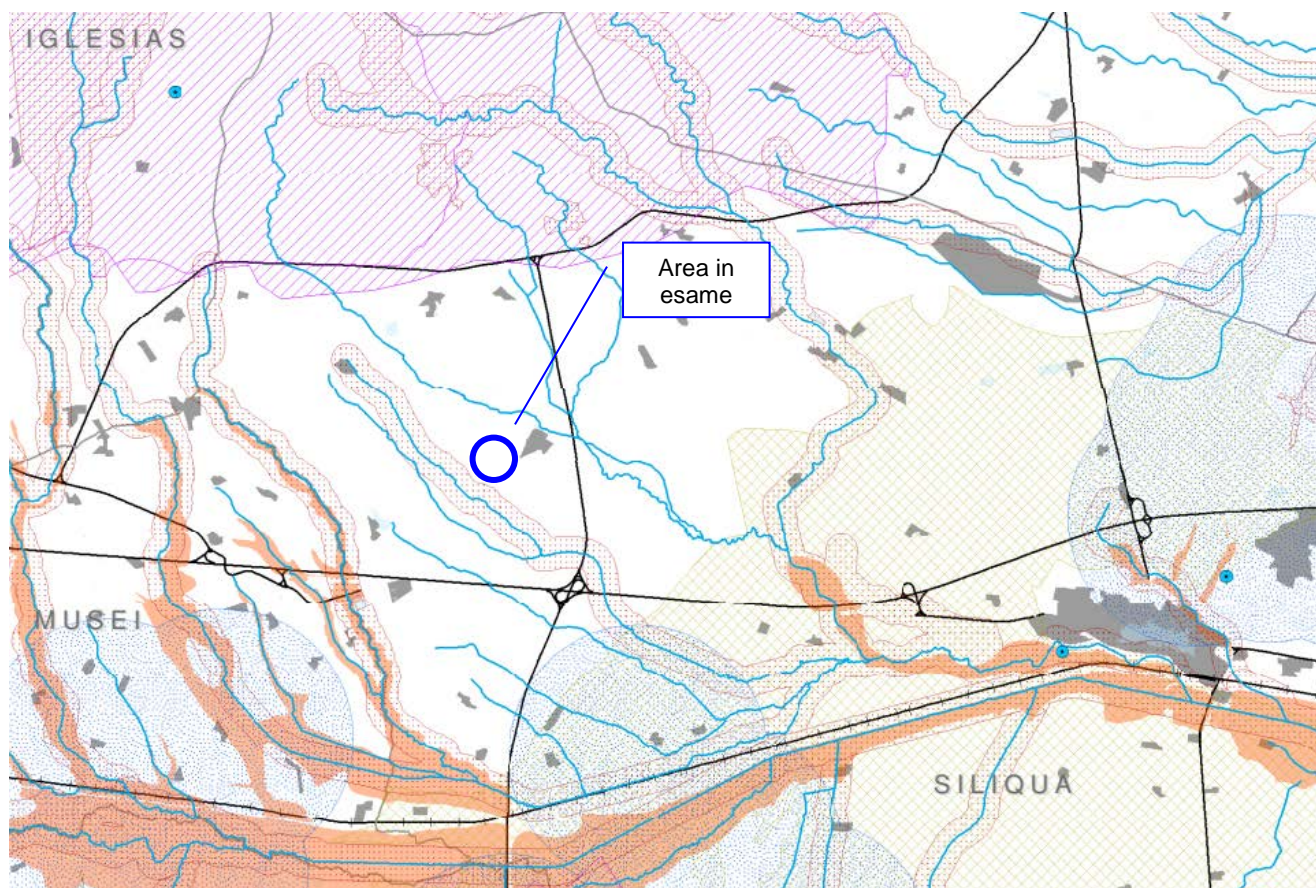
#### 6.18. Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS)

Il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS), è stato approvato con Deliberazione 45-40 del 2 agosto 2016, in tale documento, si richiede di procedere all'elaborazione di una proposta per la definizione di criteri localizzativi e per l'individuazione di aree e siti non idonei e/o preferenziali (aree brownfield) all'installazione di specifiche tipologie di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile, ai sensi del D.M. 10/09/2010.

Tale analisi è contenuta nella Delibera 59-90 del 27 novembre 2020, messa in atto in accoglimento alle osservazioni del PEARS.

Ai sensi del capitolo 4 allegato 3 della Delibera, le disposizioni si applicano a tipologie di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ben individuate, tra le quali annoveriamo gli impianti fotovoltaici al suolo.

Dall'analisi effettuata attraverso la consultazione della tavola 47 inserita nell'allegato 2 alla delibera, risulta che la zona in esame ricade in area idonea, come mostra l'immagine seguente (Fonte: allegato 2 PEARS)





## 7. Quadro di riferimento ambientale

Il quadro di riferimento ambientale, definisce l'ambito territoriale (che va inteso come sito ed area vasta) ed i sistemi ambientali interessati direttamente e indirettamente dal progetto, illustra gli usi plurimi previsti dalle risorse, fornisce documentazione dei livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata, stima gli impatti dell'opera, definisce le modalità di gestione e monitoraggio ed i sistemi di intervento in caso di emergenza.

### 7.1. Premessa

L'elenco degli impatti potenzialmente coinvolti, è stato creato partendo dall'analisi delle singole componenti ambientali coinvolte nelle singole fasi dell'attività considerando i flussi in entrata e in uscita e valutando di conseguenza le modificazioni indotte sull'ambiente in base ai flussi di apporto e di prelievo.

Nel proseguo della relazione, si riporta l'analisi dei flussi per ogni singola attività.

In particolare si sono presi in considerazione per ciascun impatto i prerequisiti che possono limitare gli stessi, che sono:

1. l'adozione di tecnologie avanzate (*Best Technology Available*) che rispetto alle tecnologie adottate in passato sono meno inquinanti, più sicure e affidabili. In tal modo ci si pone l'obiettivo di ridurre le emissioni inquinanti e i consumi delle risorse;
2. il rispetto degli standard normativi;
3. la presenza e la disposizione di ricettori sensibili e la capacità dell'ambiente di disperdere e metabolizzare i cambiamenti. In questo caso è evidente come la distanza dei ricettori sensibili e la capacità che ha l'ambiente di disperdere e di metabolizzare i cambiamenti, siano di fondamentale importanza per stabilire la magnitudo dell'impatto.

### 7.2. Analisi dei flussi

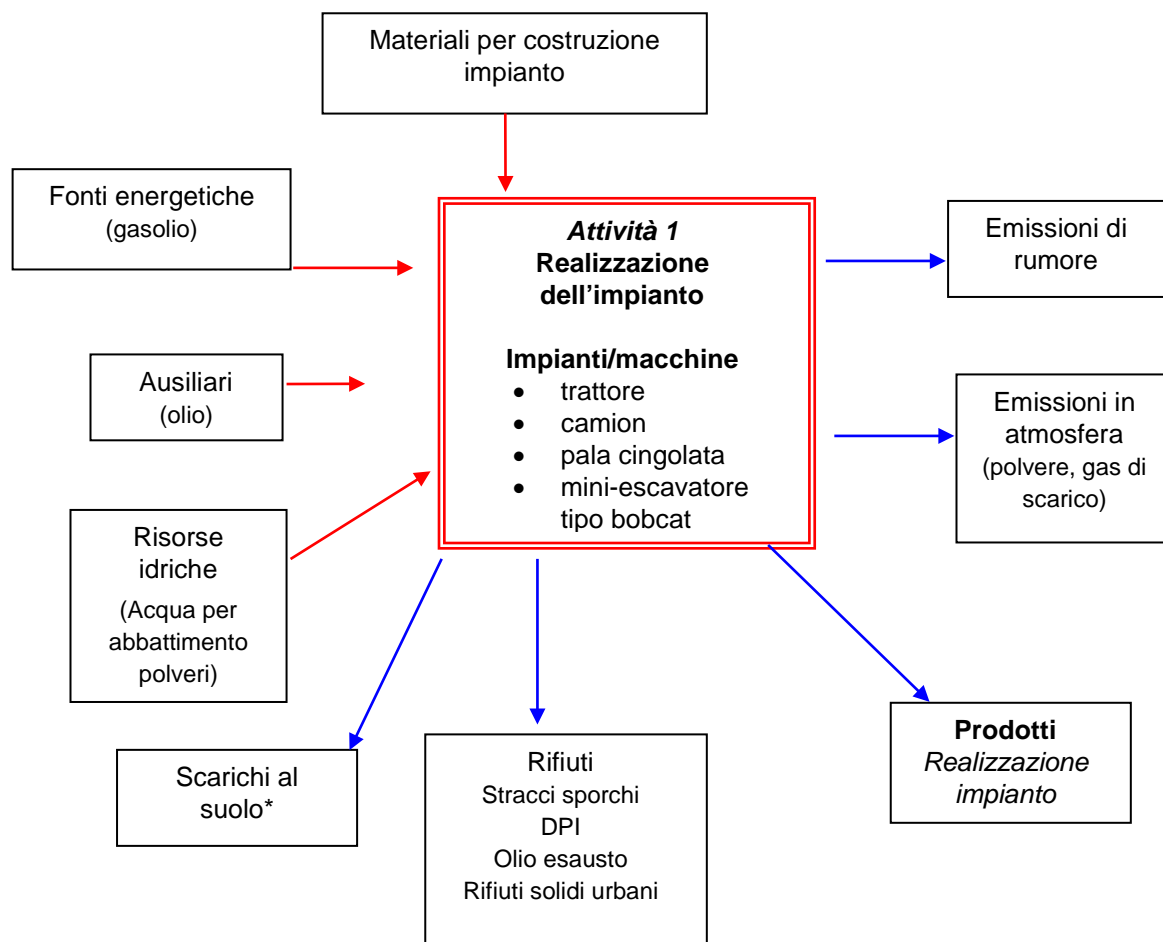
Al fine di facilitare l'analisi dei fattori ambientali si è effettuata l'analisi propedeutica delle singole attività.

Per analizzare l'attività e le sue implicazioni sull'ambiente circostante, si sono considerate le tre macro attività che caratterizzeranno la gestione del sito e che sono:

- ❖ realizzazione dell'impianto (attività 1);
- ❖ esercizio dell'impianto (attività 2);
- ❖ dismissione dell'impianto (attività 3).

Si sono considerati tutti i flussi in entrata e in uscita per i fattori ambientali impattanti.

### 7.2.1. Analisi dei flussi dell'attività di realizzazione dell'impianto

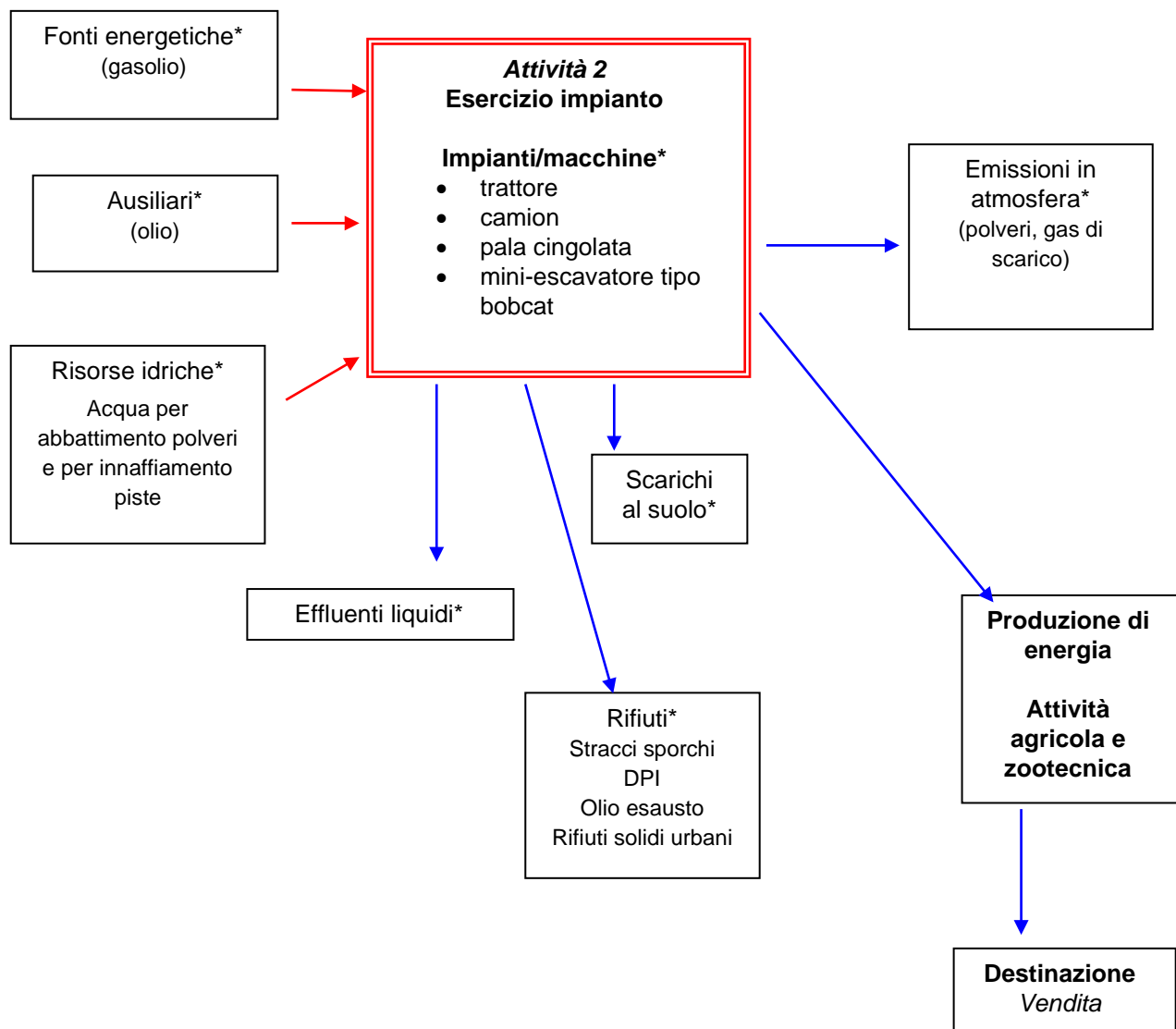


N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

### 7.2.2. Analisi dei flussi dell'attività di esercizio dell'impianto

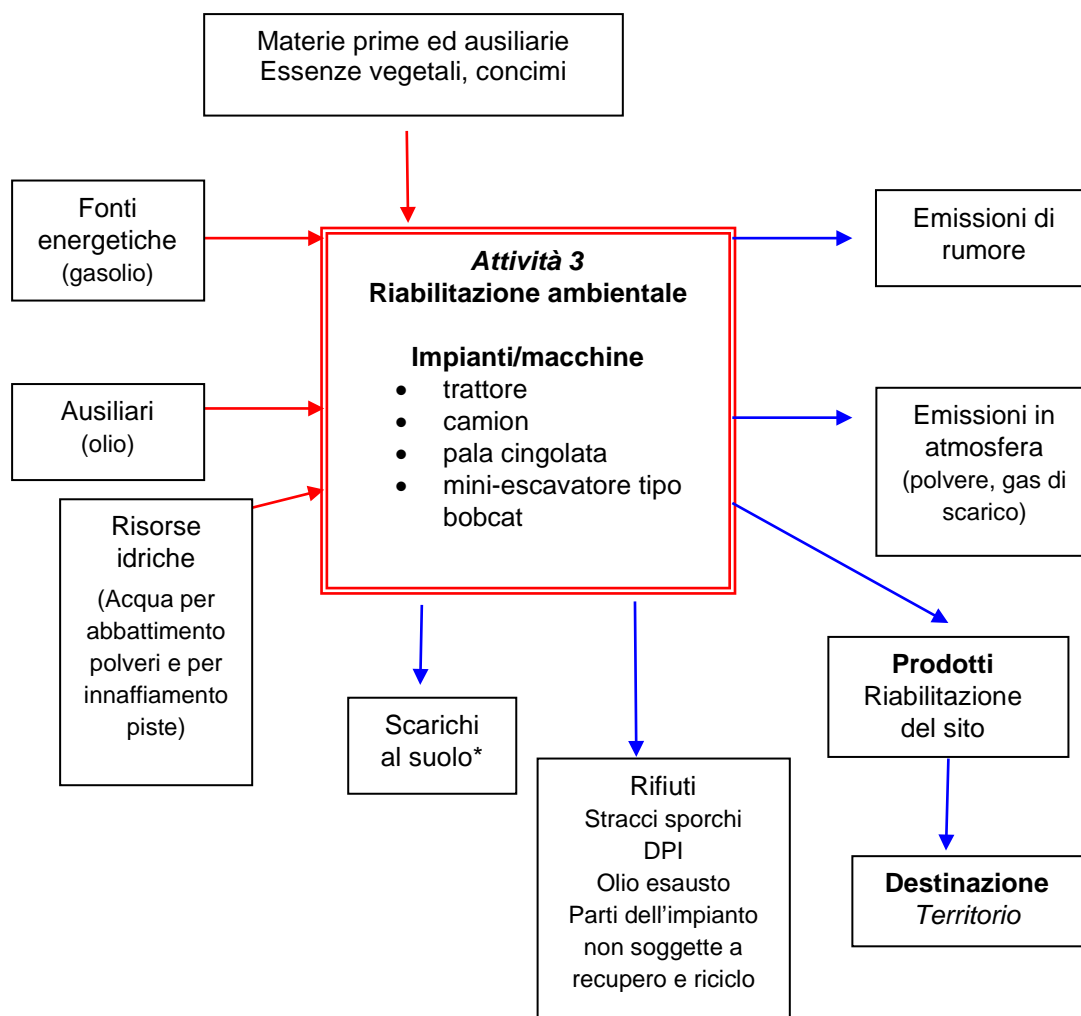
In questo caso specifico, tutte le materie e le risorse in ingresso ed i mezzi eventualmente da utilizzare, sono da mettere in relazione con le operazioni di manutenzione straordinaria o con situazioni di emergenza.

Nelle situazioni normali di funzionamento non sono previsti ingressi di materiali e/o mezzi.



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

### 7.2.3. Analisi dei flussi dell'attività di dismissione dell'impianto



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

### 7.3. Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività

A questo punto, diventa ineludibile affrontare la valutazione analitica dei diversi impatti, con la metodologia ritenuta adatta al caso in esame e secondo le fasi descritte nei paragrafi che seguono e così riassunte:

1. definizione e identificazione delle componenti ambientali interessate dal progetto di coltivazione e riabilitazione;
2. determinazione delle caratteristiche più rappresentative del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni da effettuare (lista dei fattori);
3. individuazione delle relazioni tra i fattori e le componenti ambientali e definizione ponderale dei singoli fattori su ciascuna componente ambientale;
4. raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione secondo la scala precedentemente fissata;
5. stima qualitativa e quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale e calcolo degli impatti elementari.

#### 7.3.1. Definizione e identificazione delle componenti ambientali

Il primo problema da affrontare nella fase di analisi è quello di individuare gli impatti significativi delle azioni di progetto (le cause) e i settori dell'ambiente su cui ricadono i loro effetti. Per entrambi questi aspetti, l'esame di casi precedenti, nonché la conoscenza di *liste* precostituite possono fornire un notevole aiuto, anche se, ogni nuovo caso richiede un aggiustamento ad hoc delle informazioni disponibili. I settori dell'ambiente (per esempio aria e acqua, ma anche gli elementi socio-economici), possono essere suddivisi in sotto settori e questi in specifiche ulteriori, e così via fino al livello di dettaglio desiderato. Uno strumento che consente di affrontare in modo organico e coerente la specificità dei singoli casi è costituito dalle liste di controllo (check-list), da utilizzare nelle fasi iniziali dell'analisi in modo da facilitare la selezione degli elementi realmente significativi. Anche nelle fasi successive dello studio è utile disporre di liste che consentano di trattare in modo sintetico e sistematico le diverse categorie d'impatto. Le liste possono anche assumere la forma di questionari, in questo caso si tratta di una lista di domande, che l'estensore dello studio percorre per verificare i possibili punti di attenzione. Nel caso in esame, si è utilizzato il questionario di controllo contenuto nel manuale di Clark et al. (Lista di controllo degli effetti, The Assessment of Major Industrial Application: A Manual Research Report n. 13, 1980). Tenendo conto del tipo d'intervento da effettuare sul territorio, ossia la creazione di un impianto agrivoltico, si è effettuata una selezione delle componenti ambientali interessate dall'intervento. La lista delle componenti ambientali che si ritiene opportuno prendere in considerazione è la seguente:

- ❖ atmosfera;
- ❖ rumore;
- ❖ fauna e flora;
- ❖ suolo;
- ❖ acque superficiali e sotterranee;
- ❖ sottosuolo;
- ❖ paesaggio;
- ❖ assetto socio economico;
- ❖ salute pubblica
- ❖ radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.



### 7.3.2. Lista dei fattori di impatto ambientale

Per l'area in oggetto, si sono individuati attraverso le liste di controllo, una serie di fattori che caratterizzano il sito, l'ambiente in cui esso è inserito e la tecnica con cui saranno effettuate tutte le lavorazioni.

I fattori di impatto sulle componenti ambientali, sono di seguito elencati:

- ❖ destinazione d'uso
- ❖ effetti geomorfologici e pedologici,
- ❖ diffusione di emissioni gassose e di polveri,
- ❖ occupazione delle maestranze locali,
- ❖ emissioni sonore,
- ❖ effetti sulla fauna,
- ❖ effetti sulla vegetazione,
- ❖ interferenza con il sistema idrico superficiale,
- ❖ interferenza con il sistema idrico sotterraneo,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti,
- ❖ impatto visivo,
- ❖ aumento del traffico veicolare,
- ❖ microclima,
- ❖ radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.

### 7.3.3. Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale

Ciascun FATTORE D'IMPATTO AMBIENTALE (in un intorno predefinito come indicato in precedenza) altera le preesistenti condizioni di equilibrio delle varie COMPONENTI AMBIENTALI in misura che può essere molto marcata, nulla o può variare fra questi due estremi con gradi intermedi.

Pertanto, l'influenza di un fattore su una componente ambientale può essere nulla (in assenza di correlazione) o massima (nel caso di stretta correlazione) e tra i due casi estremi, si possono avere tutta una serie di livelli intermedi (livelli di correlazione) che esprimono valori di influenza di diverso peso.

Nel nostro caso si è stabilito di operare con i livelli di correlazione e con i valori di influenza qui sotto elencati:

***A = 2B (livello di correlazione massimo)***

***B = 2C (livello di correlazione medio)***

***C = 1 (livello di correlazione minimo)***

Pertanto tra la specifica COMPONENTE AMBIENTALE ed il singolo FATTORE D'IMPATTO è possibile un livello di correlazione nullo "Nul", minimo "Min", medio "Med" e massimo "Mas". Il livello di correlazione massimo è stato ipotizzato doppio del valore medio e quello medio doppio di quello minimo. La somma dei valori d'influenza ponderale di tutti i FATTORI D'IMPATTO su ciascuna COMPONENTE AMBIENTALE è stata normalizzata imponendone la somma pari a 10. Questo ci permetterà di confrontare le diverse componenti tra loro. A questo punto si è costruita la matrice con la quale si individua e si pondera l'influenza diretta di ogni fattore su ciascuna componente.



<div> <div>Fattori di impatto ambientale</div> <div>Componenti ambientali</div> <div>NB.: La casella vuota indica correlazione nulla</div> </div>	Fasi	Destinazione d' uso	Effetti geomorfologici e pedologici	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	Occupazione delle maestranze locali	Emissioni sonore	Effetti sulla fauna	Effetti sulla vegetazione	Interferenza con il sistema idrico superficiale	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	Impatto visivo	Aumento del traffico veicolare	Microclima	Emissioni di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti
Atmosfera	Realizzazione			Med												
	Esercizio														Med	
	Dismissione			Med												
Rumore	Realizzazione					Mas							kkkk	Min		
	Esercizio					Min										
	Dismissione					Mas								Min		
Flora e fauna	Realizzazione	Med					Mas	Med								
	Esercizio	Min					Min								Min	
	Dismissione	Med					Mas	Med								
Suolo	Realizzazione		Mas													
	Esercizio		Min													
	Dismissione		Mas													
Acque superficiali e sotterranee	Realizzazione								Med	Min						
	Esercizio								Min	Min						
	Dismissione								Med	Min						
Sottosuolo	Realizzazione									Min						
	Esercizio									Min						
	Dismissione									Min						
Paesaggio	Realizzazione	Med		Min									Mas	Min		
	Esercizio	Med											Mas			
	Dismissione	Med		Min									Mas	Min		
Assetto socio economico	Realizzazione				Mas									Med		
	Esercizio				Med											
	Dismissione				Mas									Med		
Salute pubblica	Realizzazione			Min		Min					Med	Med		Min		
	Esercizio											Min				Min
	Dismissione			Min		Min					Med	Med		Min		
Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	Realizzazione															
	Esercizio															Mas
	Dismissione															

## **8. Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione**

### **8.1. Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera**

Gli ambiti potenziali di influenza dell'opera, sono stati perimetrati come di seguito indicato:

1. per quanto concerne le emissioni gassose e le emissioni di polveri e la conseguente variazione della qualità dell'aria, si è considerata l'area che si estende fino ad un ambito di indagine di 1,5 km;
2. per quanto riguarda i fattori, rumore e vibrazioni, l'area considerata si estende fino ad una distanza di 2 km dal perimetro dell'impianto, cioè, comprende l'area stimata di maggior impatto;
3. per quanto attiene al paesaggio, l'ambito che si è considerato è quello interessato dai coni di visuale e dal contesto morfologico al contorno.

### **8.2. Analisi delle componenti ambientali**

#### **8.2.1. Atmosfera**

##### **8.2.1.1. Climatologia - Caratterizzazione generale**

Il clima della Sardegna è il tipico clima mediterraneo, di tipo temperato-caldo, a periodismo quotidiano e stagionale, con una stagione estiva caldo-arida ed una stagione più o meno fredda, con variazioni locali anche considerevoli. L'inverno è mite nella zona costiera ed in quelle interne di modesta altitudine, mentre è freddo e maggiormente piovoso in montagna. L'estate è invece calda con la temperatura media del mese più caldo quasi sempre superiore ai 23 °C e arida, con precipitazioni estive sempre inferiori alla media calcolata. Le escursioni termiche considerando territori diversi, sono influenzate più dalla variazione altitudinale che da quella latitudinale o dallo spostarsi verso le aree interne. Tale relativa omogeneità, è dovuta all'influenza regolatrice e mitigatrice del mare che è diretta e uniformemente distribuita su tutto il territorio, grazie anche alla particolare forma e dimensione dell'isola. Le precipitazioni sono un fenomeno molto variabile nel tempo e nello spazio, fondamentalmente, si ha un regime pluviometrico doppiato, uno di tipo autunno-invernale e l'altro di tipo primaverile-estivo con il dato costante della siccità. La piovosità è concentrata prevalentemente nella stagione fredda.

##### **8.2.1.2. Climatologia - Caratterizzazione dell'area**

###### **8.2.1.2.1. Temperature e precipitazioni**

La stazione termopluviometrica più vicina è quella situata in agro di Siliqua situata ad una quota di 53 m s.l.m. I dati indicano una quantità di precipitazioni media annua di 600 mm, con piogge concentrate nei mesi autunnali e all'inizio dell'inverno. Il mese che presenta la maggiore quantità di pioggia è dicembre, con precipitazioni medie di 92,8 mm, mentre il mese più siccitoso è luglio con precipitazioni medie di 6,7 mm. Dai dati termometrici rilevati, la temperatura media diurna è di 16,8°C, il mese più caldo è luglio con una temperatura media mensile di 28,2° C; al contrario il mese più freddo è dicembre con una media mensile di 7,9° C. Il valore medio di escursione termica è di 17,4° C.

Per determinare le caratteristiche climatiche della zona, sono stati elaborati statisticamente i dati contenuti nel "Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna – R.A.S." relativi ai principali elementi climatici: temperatura e precipitazioni. Da questi sono stati poi costruiti i diagrammi termici, pluviometrici ed i relativi diagrammi di Bagnouls e Gaussen delle stazioni considerate per gli anni 1922-1992. Si precisa che per la stazione di Campanasissa sono disponibili solamente dati pluviometrici.



Per tutte le stazioni considerate, risulta che le temperature più basse sono relative ai mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio; a Dicembre si hanno valori compresi tra 10,20 °C (stazione di Terraseu) e 8,8 °C (stazione di Monte Rosas), mentre a Gennaio le medie mostrano valori inferiori a 10,2 °C, e i valori più bassi si registrano nella stazione di Siliqua (7,9 °C). A Febbraio, infine, si hanno valori compresi tra 9,9 °C (stazione di Siliqua) e 8,8 °C (stazione di Terraseu).

I mesi più caldi sono luglio, con valori compresi tra 24,6 °C (stazione di Terraseu) e 25,7 °C (stazione di Villamassargia), ed Agosto, con valori compresi tra 25,0 °C (stazione di Monte Rosas) e 26,5 °C (stazione di Siliqua). Almeno quattro mesi (Giugno, Luglio, Agosto e Settembre), presentano una temperatura media superiore ai 20 °C. Tale innalzamento termico è dovuto alla presenza di masse d'aria tropicali che insistono in questo periodo in tutto il mediterraneo. La temperatura media annua oscilla tra 15,8 °C (stazione di Monte Rosas) e 16,8 °C (stazione di Siliqua). Ciò determina una rapida trasformazione della sostanza organica, che si riflette in un basso tenore in humus nei suoli. Le temperature assumono i caratteri tipici dell'ambiente mediterraneo. L'insularità della Sardegna e la breve distanza dal mare della zona in esame determinano un clima mite; l'entità dei rilievi e la loro distribuzione, grosso modo in senso meridiano, cioè parallelo alla direzione delle correnti dominanti, fa in modo che il Sulcis-Iglesiente sia fortemente influenzato dalle correnti umide medio-atlantiche. Questo determina una maggiore piovosità del Sulcis-Iglesiente rispetto ad altre zone della Sardegna, come ad esempio quelle del basso Campidano. È da tenere presente che la piovosità è in funzione dell'altitudine, aumenta cioè all'aumentare della quota topografica; infatti, la pioggia che cade nell'arco dell'anno è sempre maggiore nelle zone montuose, dove può superare i 1000 mm annui, mentre nelle pianure, come nella Valle del Cixerri in cui è presente l'abitato di Siliqua, non sempre si superano i 600 mm annui.

È interessante notare anche come il periodo di aridità estiva sia mediamente di tre mesi e come in casi non rari superi anche i quattro mesi.

Gli eventi di tipo alluvionale si verificano solitamente nel periodo tardo estivo e nella prima parte dell'autunno. In maniera improvvisa si passa infatti dalla fase di aridità prolungata ad un periodo di piogge consistenti che si verificano in un arco temporale molto breve. Tutto ciò contribuisce sovente al verificarsi di fenomeni alluvionali anche di dimensioni rilevanti.

I mesi più piovosi sono Ottobre, Novembre, Dicembre e Gennaio, al quale fa seguito un periodo asciutto più o meno lungo secondo le annate. I massimi piovosi si hanno, per tutte e cinque le stazioni, nel mese di Dicembre: stazione di Campanasissa con 140,6 mm; stazione di Villamassargia con 98,3 mm; stazione di Monte Rosas con 129,6 mm; stazione di Siliqua con 92,8 mm; stazione di Terraseu con 127,70 mm. Le medie annue delle precipitazioni individuano in Villamassargia (646,8 mm) e Siliqua (622,1 mm) le stazioni meno piovose. Tali valori, essendo registrati nelle stazioni a più bassa quota, possono caratterizzare con buona approssimazione i territori della Valle del Cixerri, ove è compreso il settore più settentrionale subpianeggiante del territorio comunale di Villamassargia. I dati registrati nelle stazioni di Monte Rosas, Terraseu e Campanasissa sono invece sempre superiori a 800 mm. Queste stazioni, essendo prossime al settore più meridionale dell'area Zinnigas ed essendo localizzate a quote superiori rispetto alle precedenti, possono essere quindi utilizzate con buona approssimazione per caratterizzare la piovosità media annua del territorio montano di Siliqua.

Tra l'inizio di Febbraio e l'inizio di Maggio, l'andamento delle precipitazioni è abbastanza costante. I mesi meno piovosi, per tutte e cinque le stazioni, sono invece Luglio e Agosto. Il regime pluviometrico delle stazioni considerate è di tipo A. I. P. E., quindi con valori decrescenti di precipitazioni dall'Autunno-Inverno-Primavera-Estate.

Secondo Le Lannou (1941) e Peguy (1961), la Sardegna è caratterizzata da due regimi massimi raddoppiati: uno autunno-invernale ed uno primaverile. Inoltre, esiste un breve periodo arido invernale, che nell'isola è conosciuto col nome di secche di Gennaio. Infatti, durante i mesi di Gennaio e Febbraio, l'isola cade sotto l'influenza dell'anticiclone freddo continentale, che le assicura un periodo di relativa stabilità climatica, in cui le precipitazioni sono assenti. Il fenomeno, però, può essere piuttosto breve. Per questo le temperature dei mesi di Gennaio, Febbraio e, molto più raramente, Marzo non si discostano troppo dalla media invernale. Le considerazioni fatte per i dati termopluviometrici delle stazioni in esame, concordano con le teorie di Le Lannou (1941) e Peguy (1961).

La quantità delle precipitazioni è variabile da un anno all'altro. Sussiste, quindi, il fenomeno dell'infedeltà pluviometrica (Arrigoni, 1968). In ogni caso, pare che nell'ultimo ventennio le precipitazioni siano diminuite soprattutto nei mesi di Gennaio e Febbraio. Ciò dimostra che nella nostra isola vi è un reale pericolo di andare incontro ad un fenomeno di siccità prolungata.

I diagrammi ombrotermici, inoltre, hanno confermato le somiglianze climatiche delle quattro stazioni considerate: le curve dei diagrammi, pur avendo picchi differenti soprattutto nei valori pluviometrici, mostrano lo stesso andamento, come si può osservare nei grafici seguenti.

Tali grafici riportano sull'ascissa i mesi dell'anno e sull'ordinata le precipitazioni e le temperature. I valori delle precipitazioni sono riportati in scala doppia rispetto alle temperature. Il diagramma così elaborato, consente il confronto grafico fra il regime termico annuale e quello pluviometrico. Secondo Gaussen (1954), quando la curva delle precipitazioni va al di sotto di quella delle temperature ( $P < 2T$ ), il periodo deve considerarsi secco.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
SILQUA	7,90	9,90	12,70	13,00	17,50	21,10	25,50	26,50	23,50	18,60	14,30	9,10
VILLAMASSARGIA	9,50	9,00	13,60	12,40	14,90	21,80	25,70	26,10	24,10	18,10	13,00	9,50
MONTE ROSAS	10,20	8,90	12,70	12,10	15,20	20,60	25,40	25,00	22,60	16,80	12,90	8,80
TERRASEU	9,30	8,80	11,40	12,50	16,20	20,20	24,60	25,20	21,90	17,60	13,30	10,20

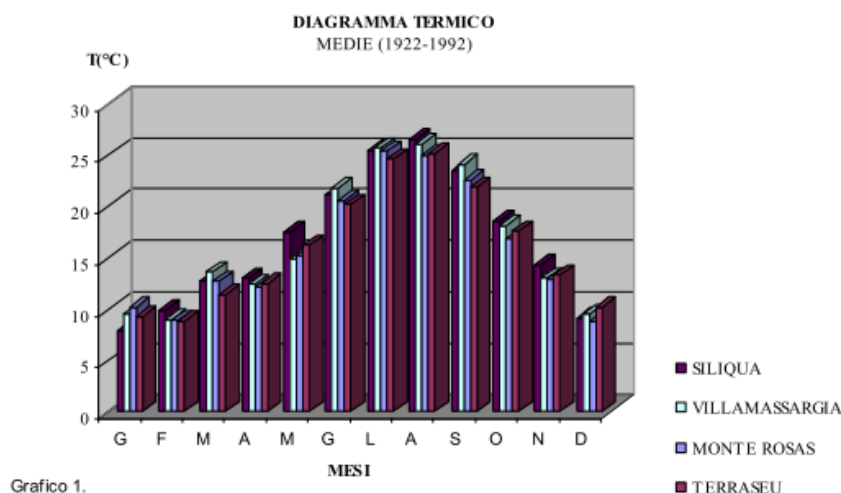


Grafico 1.

**Temperature medie mensili e diagramma termico**

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
SILQUA	70,70	69,70	57,70	45,40	35,90	14,80	5,40	10,80	42,00	85,80	89,00	92,80
CAMPANASSA	109,90	103,30	86,70	58,90	44,80	11,40	7,10	11,60	37,40	110,10	115,80	140,60
VILLAMASSARGIA	86,90	81,40	69,20	52,30	34,00	10,90	3,80	9,30	33,10	76,50	94,90	98,30
MONTE ROSAS	123,20	109,40	89,60	66,80	44,90	12,00	6,10	11,60	39,60	100,10	123,40	129,60
TERRASEU	121,20	109,30	78,30	66,90	46,60	17,00	4,60	12,50	40,80	88,50	115,00	127,70

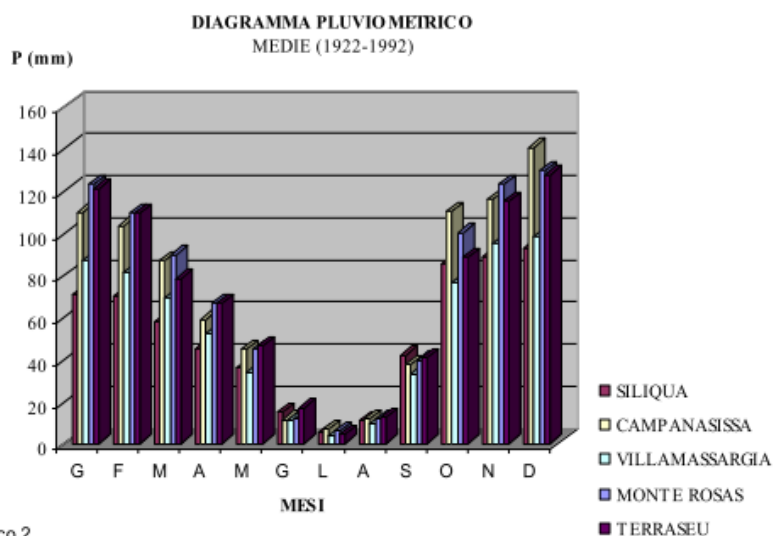
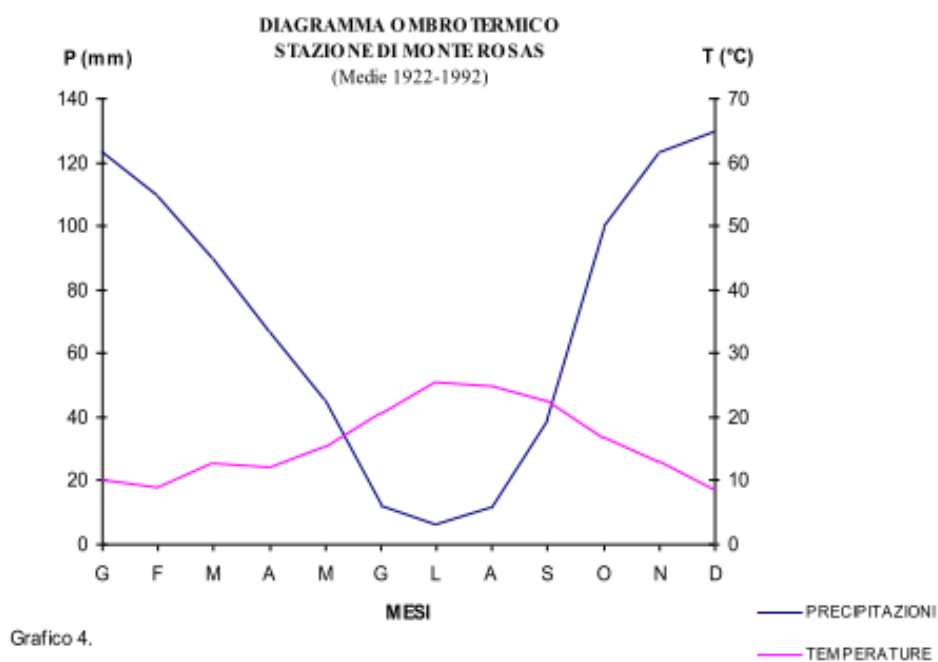
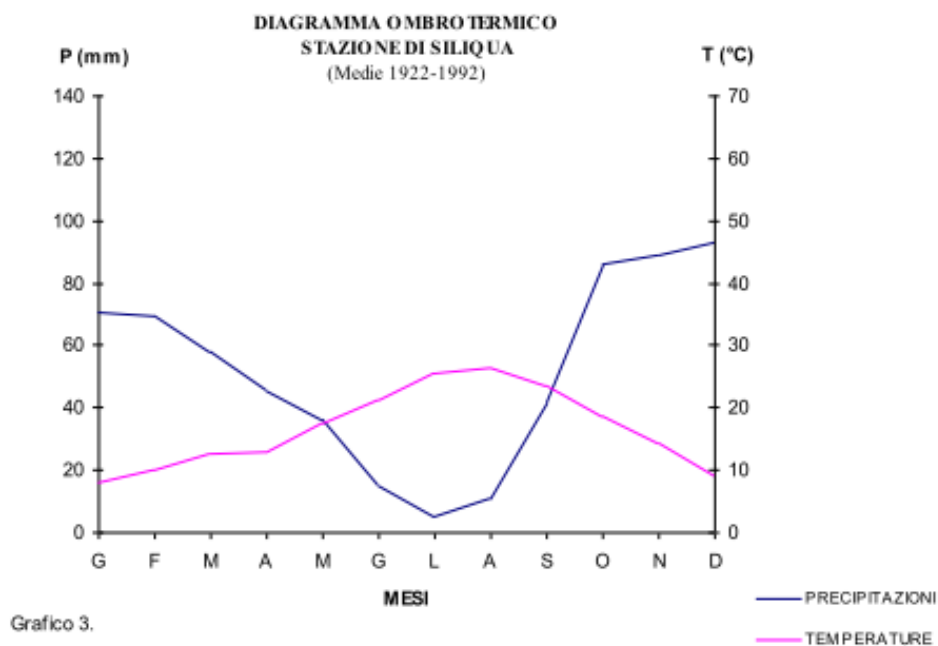


Grafico 2.

**Precipitazioni medie mensili e diagramma pluviometrico**



**Diagramma ombrotermico stazioni di Siliqua e Monte Rosas**



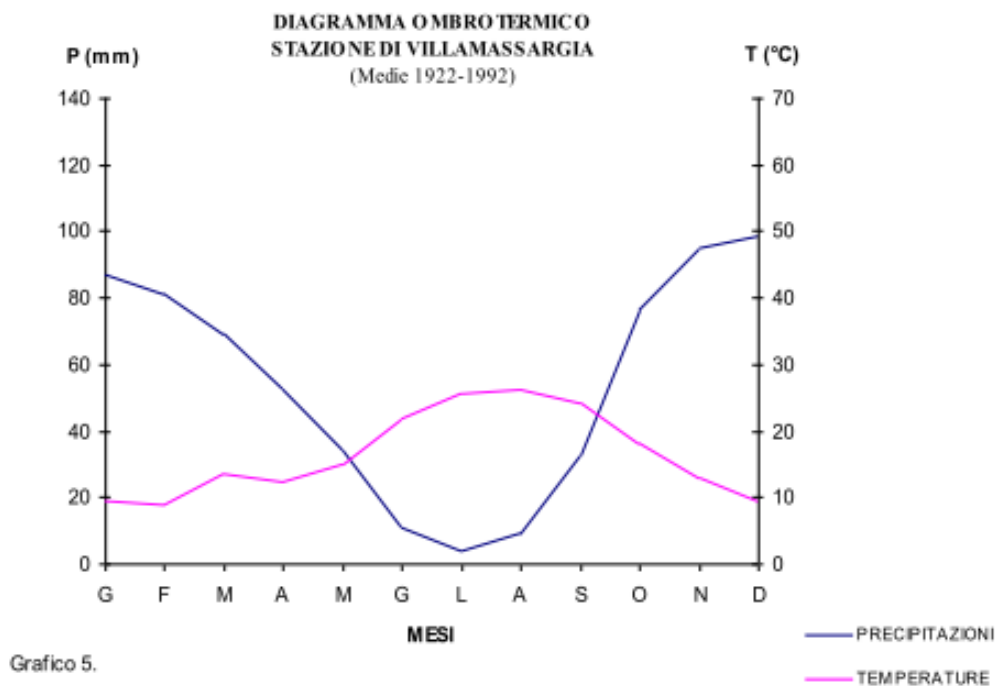


Grafico 5.

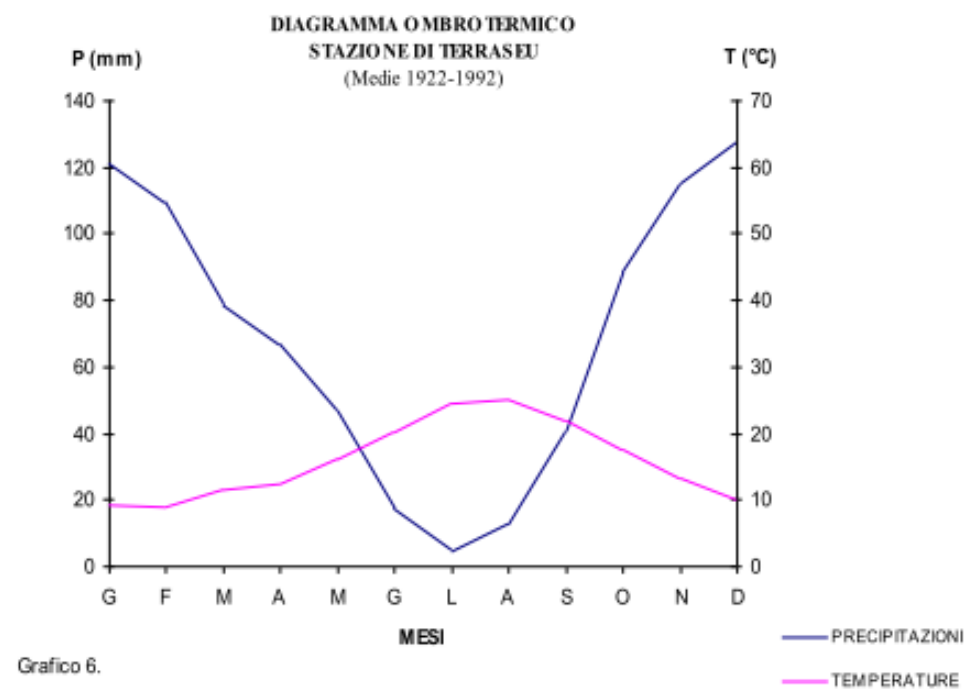


Grafico 6.

**Diagramma ombrotermico stazioni di Villamassargia e Terraseu**

#### 8.2.1.2.2. Venti

L'analisi dei venti rappresenta un altro aspetto importante nello studio del clima di un'area. I venti locali appaiono influenzati sia dalla circolazione atmosferica generale che dal rilievo, quest'ultimo è in grado di modificare anche notevolmente la direzione e l'intensità dei venti. Per verificare quali di questi risultano dominanti nell'area si è fatto riferimento ai dati relativi alle stazioni meteorologiche dell'Aeronautica Militare. Da tali tabulati si evidenzia come nel settore sulcitano si ha una circolazione dominante avente direzione nord-ovest ed una subprevalente con direzione sud-est. Questo concorda anche con l'orientamento generale dei sistemi montuosi che assumono prevalentemente una direzione NW-SE.

Il vento di maestrale tende a disporsi più da nord in tutte le aree costiere dell'Iglesiente e della parte occidentale del Sulcis, dove la vicinanza del rilievo alla costa modifica la direzione del vento.

Nella piana del Cixerri, essendo orientata W-E, ruota in senso inverso disponendosi da W e assumendo i connotati di un vento di ponente.

In tutte le restanti zone non si osservano invece particolari variazioni della direzione.

Per quanto riguarda la componente da sud-est, va notato come anche in questo caso la vicinanza dei rilievi al mare influisce sulla direzione locale dei venti, specie nella parte più occidentale e meridionale del Sulcis. Lo scirocco tende infatti a ruotare e ad assumere la direzione est lungo tutta la costa del sud e nella piana del Cixerri.

#### 8.2.1.2.3. Irraggiamento solare

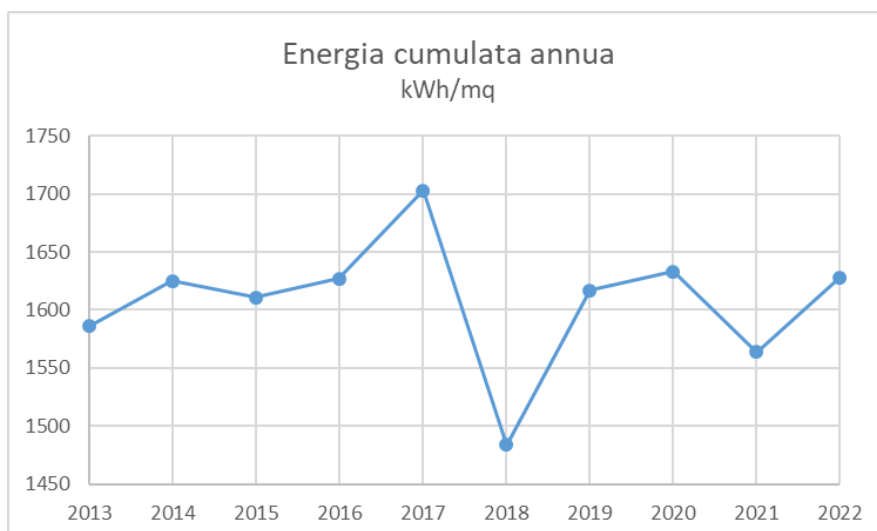
La radiazione solare calcolata in kWh/mq, ha in Sardegna un valore medio di circa 1610, un valore minimo di 1581 e un valore massimo di 1653 su superficie orizzontale.

Considerando la provincia di Cagliari, la radiazione solare calcolata in kWh/mq, ha un valore medio di circa 1619, un valore minimo di 1596 e un valore massimo di 1650 su superficie orizzontale.

Il valore medio per il comune di Siliqua è di 1616 kilowatt/ora annui, i territori dei comuni limitrofi, si attestano su valori molto simili a questo.

L'area interessata dallo studio sita in agro del comune di Siliqua è posizionata a ovest rispetto al centro abitato, ha una energia cumulata annua sempre espressa in kWh/mq, riportata nella tabella seguente:

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
1586	1625	1611	1627	1703	1484	1617	1633	1564	1628	1607.8 kWh/mq



La media dell'irraggiamento solare annuale della zona di interesse, si inquadra nelle aree comprese nella regione Sardegna di tipo pianeggiante con una altimetria media di circa 115 m.s.l.m..

### 8.2.1.3. Quadro normativo di riferimento

La prima legge quadro, in tema di inquinamento atmosferico, è stata la 615 del 1966, che pur con numerose lacune, ha suddiviso il territorio nazionale in due zone di controllo denominate A e B, e quindi ha introdotto una discriminazione tra comuni soggetti alle norme della legge e comuni esclusi da dette norme. La legge 615 introduce per la prima volta il concetto di inquinamento atmosferico. Le norme introdotte riguardano gli impianti termici, i combustibili, le industrie e i veicoli a motore. I regolamenti di attuazione della legge 615, sono stati il DPR 1391 del 1970 e i DPR 322 e 323 del 1971.

- ❖ DPR 15/04/1971 n. 322 - Questo decreto reca il regolamento di attuazione della Legge 615, limitatamente al settore delle industrie. Il DPR 322 ha introdotto la definizione di impianto industriale e di impianto di abbattimento, la definizione degli organi di vigilanza e la fissazione dei limiti di concentrazione per diversi inquinanti (tabella allegata al DPR).
- ❖ DPCM 28/03/1983 - Nel decreto in oggetto, si definisce un piano organico della prevenzione e del controllo dell'inquinamento atmosferico, inoltre, viene eliminato il criterio della territorialità per quanto riguarda i controlli (zone A e B della Legge 615), viene prevista la realizzazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria; viene introdotta una valutazione statistica per la verifica del rispetto degli standard, vengono introdotti ufficialmente metodi di analisi automatizzati e vengono introdotti nuovi limiti per le concentrazioni dei principali inquinanti (Tabelle A e B).
- ❖ DPR 24/05/1988, n. 203 - Aggiorna tutta la normativa precedente in quanto recepisce alcune direttive CEE, concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali. L'inquinamento atmosferico, è definito come "ogni modificazione alla normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati". Vengono inoltre aggiornati i limiti del DPCM 28/03/83 ed introdotti i valori guida di qualità dell'aria.
- ❖ Decreti Ministeriali del 20/05/91 - Nel 1991 al fine di attuare ed integrare il DPCM 28/03/83, vengono emanati due importanti decreti ministeriali, entrambi datati 20 maggio che riguardano:
  1. criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria che fornisce le indicazioni per la formulazione dei piani regionali di rilevamento e risanamento, intesi come strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle attività antropiche con emissioni in atmosfera, ai fini della tutela della salute e dell'ambiente;
  2. criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria che detta precisi criteri per la realizzazione di sistemi di rilevamento dei dati di qualità dell'aria, sia in ambito urbano che industriale, al fine di garantire omogeneità e riproducibilità dei risultati su tutto il territorio nazionale.
- ❖ DPR del 25 luglio 1991 - Il DPR in oggetto riguarda tutte quelle attività a ridotto inquinamento atmosferico e ad inquinamento atmosferico poco significativo. Sono attività ad inquinamento atmosferico poco significativo, quelle di cui all'allegato 1 al decreto, mentre sono attività a ridotto

inquinamento atmosferico tutte le attività i cui impianti producono flussi di massa degli inquinanti, calcolati a monte di eventuali impianti di abbattimento finali, che risultino inferiori a quelli indicati dai provvedimenti del DPR n°203 del 1988, sono altresì, considerate attività a ridotto inquinamento atmosferico anche quelle che utilizzano, nel ciclo di produzione, materie prime ed ausiliarie che non superano le quantità o i requisiti indicati nell'allegato 2 al decreto in oggetto.

- ❖ D. Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Il decreto citato, è in attuazione della direttiva 2001/81/Ce ed è relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. In particolare si individuano gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti organici volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione stabiliti nell'allegato 1.
- ❖ D. Lgs. 30/5/2018 n. 81 - Il decreto in oggetto, si occupa del recepimento della Direttiva (UE) 2016/2284 (Direttiva Nec) del parlamento europeo e del consiglio del 14 dicembre 2016 concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE. Il decreto, è finalizzato al miglioramento della qualità dell'aria, alla salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e ad assicurare una partecipazione più efficace dei cittadini ai processi decisionali. In particolare il decreto, persegue i seguenti obiettivi:
  1. ridurre il complesso delle emissioni nazionali annue di origine antropica di una serie di sostanze per rispettare specifici livelli entro il 2020 e il 2030;
  2. attivare il monitoraggio delle emissioni di una serie di sostanze per cui non sono previsti obblighi di riduzione delle emissioni;
  3. ottenere, attraverso un sistema di monitoraggio, dati relativi agli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

## **8.2.2. Rumore**

### **8.2.2.1. Principale normativa di riferimento**

Le normative in vigore ed applicabili alle emissioni sonore in ambiente esterno, sono le seguenti:

- ❖ DPCM 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno. Il DPCM 1 marzo 1991, che detta i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, rappresenta la prima disciplina nazionale avente quale specifico obiettivo di tutela la protezione degli ambienti abitativi e dell'ambiente esterno dall'inquinamento acustico.
- ❖ Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico. Con la Legge 26 ottobre 1995, n. 447, il legislatore nazionale ha definito i principi fondamentali per la tutela dell'ambiente esterno e di quello abitativo dall'inquinamento acustico. Scopo della legge n. 447/1995 è quello di tutelare l'ambiente esterno e l'ambiente abitativo, inteso come ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità, da sorgenti sonore fisse (art. 2, comma 1, lettera c) o sorgenti sonore mobili (art. 2, comma 1, lettera d), categoria residuale rappresentata da tutte le sorgenti non fisse. Per ciascuna sorgente di rumore, la legge individua il valore limite di emissione (art. 2, comma 1, lettera e) inteso come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa e di immissione (art. 2, comma 1, lettera

- f) come valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- ❖ DPCM 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore, che fissa i valori limite di emissione e di immissione (assoluti e differenziali), i valori di attenzione e i valori di qualità delle sorgenti sonore riferiti alle 6 classi di destinazione d'uso del territorio previste dalle tabelle allegate al decreto e adottate dai Comuni.
  - ❖ Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico. L'atto normativo regola l'utilizzo della strumentazione per la misura del rumore e le norme tecniche che fissano procedure e modalità per effettuarla.
  - ❖ D. Lgs. 19 maggio 2005 n°194 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Il presente decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.
  - ❖ D. Lgs. 17 febbraio 2017 n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. Modifica e integra il D. Lgs. 194/2005 relativo alla gestione del rumore ambientale, e la legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/1995), disciplina la figura professionale di tecnico competente in acustica e introduce l'obbligo di mappature acustiche e di valutazione di impatto acustico.

#### 8.2.2.2. Definizioni

Il *D.P.C.M. del 1 marzo 1991*, definisce rumore "qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente". Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi. Le conseguenze dell'esposizione al rumore possono variare da un individuo all'altro, tuttavia in una relazione dell'OMS del 1996 sul rumore, l'ambiente e la salute si dà particolare risalto ad effetti quali i disturbi del sonno, i danni uditivi o fisiologici (prevalentemente di tipo cardiovascolare) e le difficoltà di comunicazione.

- ❖ Livello  $L_p$  della pressione acustica - Il rumore è generato dal livello della pressione acustica di un fenomeno: il livello  $L_p$  della pressione acustica  $P$  si misura per confronto con la pressione convenzionale  $P_0$ , assunta pari a 20 micropascal, che corrisponde alla soglia di udibilità, secondo la relazione logaritmica:

$$L_p = 10 \cdot \log \left[ \frac{P}{P_0} \right] \quad \text{dB(A)}$$

Poiché l'orecchio umano non è ugualmente sensibile a tutte le frequenze, ma recepisce in modo minore le basse frequenze e quelle più elevate, i vari misuratori di livello sonoro includono la così detta



curva di ponderazione A, che pesa le singole componenti spettrali in modo simile a quanto fatto dall'orecchio umano. Il valore istantaneo della pressione acustica  $P(t)$  viene ponderato secondo la curva A (norma International Electrotechnical Commission n.651 del 1979) ed è espresso in decibel dB(A). Le normali sorgenti sonore presentano le seguenti intensità (dBA): foglie smosse dal vento 20, conversazione a bassa voce 40, conversazione normale 60, macchine calcolatrici 70, automobile a 80 km/h 80, interno motore aereo 100, martello pneumatico 120, aereo al decollo 140.

- ❖ Livello equivalente continuo  $L_{eq}$  - Il livello equivalente continuo  $L_{eq}$ , indicato dalla normativa internazionale quale indice globale di valutazione degli effetti del rumore, rappresenta il valore medio del rumore in un certo intervallo di tempo. Il  $L_{eq}$ , ponderato secondo la curva A, è così definito:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0} dt \right] \quad \text{dB(A)}$$

dove:

$P_0$  = livello di pressione di riferimento =  $20 \times 10^{-6}$  Pascal, corrisponde alla soglia di udibilità;

$P(t)$  = variazione della pressione sonora  $P$ , in funzione del tempo  $t$ ;

$T$  = tempo di misura;

$\int$  = integrale.

Il livello equivalente continuo  $L_{eq}$  corrisponde al livello continuo e costante che nell'intervallo di riferimento  $T$  possiede lo stesso livello energetico medio del rumore originario fluttuante.

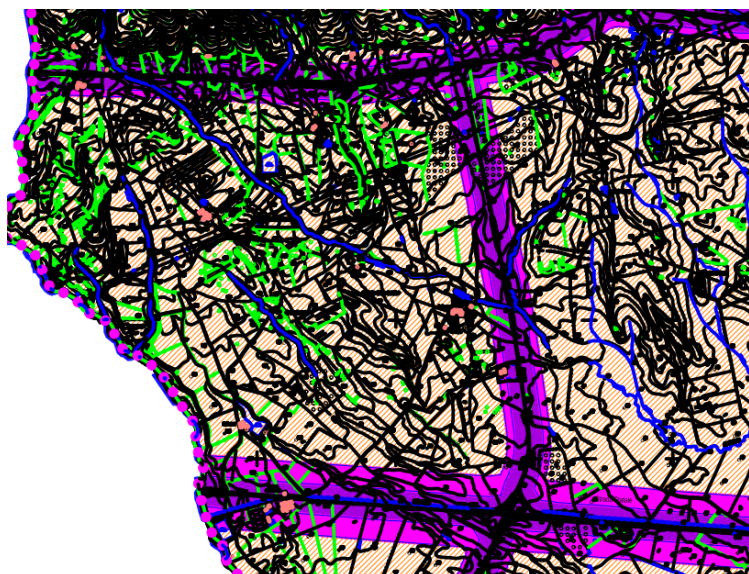
- ❖ Le componenti tonali del rumore - La frequenza caratterizza la tonalità del rumore (da grave a molto acuta). L'intervallo di udibilità dell'orecchio umano è compreso tra circa 20 e 20.000 Hz e viene suddiviso in 9 ottave (l'ottava è l'intervallo entro il quale si raddoppia la frequenza di un suono) o 27 terzi di ottava. Una misura importante, relativa al rumore, è la sua distribuzione in frequenza: si passa dai rumori "a larga banda", cioè con energia distribuita piuttosto uniformemente su tutto lo spettro, alle componenti tonali, caratterizzate da emissioni sonore concentrate in una particolare banda di un terzo d'ottava. Normalmente si tende a riconoscere a queste ultime un particolare effetto disturbante. L'allegato B al D.M. del 16.3.98, al punto 10, prescrive che si riconosce una componente tonale quando il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB; si applica il fattore correttivo  $K_T$  (+3 dB di penalizzazione) soltanto se la componente tonale tocca una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti.
- ❖ Le componenti impulsive del rumore - La presenza di ripetitività di rumori con durata inferiore al secondo, costituisce il criterio identificativo della componente impulsiva. L'evento sonoro si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno che pure, a parità di  $L_{eq}$ , implica un particolare effetto disturbante. Anche in questo caso, qualora sia accertata la presenza di una componente impulsiva, viene introdotto un fattore di correzione  $K_I$  pari a + 3 dB.

### 8.2.2.3. La zonizzazione acustica del territorio

Per una approfondita valutazione in merito, si rimanda alla relazione inserita come allegato e denominata "Valutazione previsionale dell'impatto acustico generato dalla realizzazione e dall'esercizio di un impianto

fotovoltaico in località Cuccuru Serra San Nicola in agro del territorio del Comune di Siliqua (SU)", a firma e timbro dell'ing. Maria Elena Lusci e dell'Ing. Fiorenzo Casti di cui nel seguito si riporta uno stralcio.

L'Amministrazione Comunale di Siliqua ha redatto ed adottato il piano di classificazione acustica comunale. La classe assegnata all'area, in oggetto è la classe III.



ZONIZZAZIONE ACUSTICA			
AREA	COLORE	CLASSE	DESCRIZIONE CLASSE
I	VERDE	I	Aree particolarmente protette
II	GIALLO	II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
III	ARANCIONE	III	Aree di tipo misto
IV	ROSSO	IV	Aree di intensa attività umana
V	VIOLA	V	Aree prevalentemente industriali
VI	BLU	VI	Aree esclusivamente industriali
Aree destinate a manifestazioni a carattere temporaneo			
Aree rispetto stradale			
Aree rispetto ferroviario			

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

A livello nazionale la materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, come detto in precedenza, è disciplinata dalla legge quadro n° 447 del 26/10/1995 che stabilisce che i comuni provvedano alla suddivisione dei territori secondo la classificazione stabilita dal D.P.C.M. 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

La tabella A (riportata di seguito) del decreto, definisce 6 zone omogenee in relazione alla loro destinazione d'uso e per ciascuna di queste sono individuati i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, distinti per i periodi diurno (ore 6,00-22,00) e notturno (ore 22,00-6,00).

Secondo quanto stabilito dalla Legge Quadro 447/95, la determinazione dei criteri di riferimento per la zonizzazione è di competenza regionale (artt. 4 e 6).

Se i Comuni interessati dispongono di zonizzazione del proprio territorio, per i ricettori individuati viene determinata la classe di appartenenza e conseguentemente i limiti di rumore validi per i periodi di riferimento diurno e notturno.

All'art. 15 (Regime transitorio) della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, si precisa che nelle materie oggetto dei provvedimenti di competenza statale e dei regolamenti di esecuzione previsti dalla legge stessa, e fino all'adozione dei provvedimenti/regolamenti medesimi, si applicano le disposizioni contenute nel D.P.C.M. 1 marzo 1991 (con l'esclusione di quanto disposto all'art.2, comma 2 e all'art.6, comma 2, per le infrastrutture di trasporto).

Pertanto, in assenza di zonizzazione acustica del territorio comunale, sono validi i limiti provvisori di cui alla tabella indicata nell'art. 6 del citato D.P.C.M. 1 marzo 1991 (tabella B di seguito riportata).

<b>TABELLA A</b> Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq, A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento (DPCM 14 novembre 1997)	<b>Limiti massimi [Leq in dB(A)]</b> Tempi di riferimento	
	diurno (dalle 6 alle 22)	notturno (dalle 22 alle 6)
<b>Classi di destinazione d'uso del territorio</b>		
<b>I - Aree particolarmente protette</b> Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc	<b>50</b>	<b>40</b>
<b>II - Aree prevalentemente residenziali</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente al traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.	<b>55</b>	<b>45</b>
<b>III - Aree di tipo misto</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.	<b>60</b>	<b>50</b>
<b>IV - Aree di intensa attività umana</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.	<b>65</b>	<b>55</b>
<b>V - Aree prevalentemente industriali</b> Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	<b>70</b>	<b>60</b>
<b>VI - Aree esclusivamente industriali</b> Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.	<b>70</b>	<b>70</b>

<b>TABELLA B</b> Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq, A) relativi alla zonizzazione urbanistica (art. 6, D.P.C.M. 1 marzo 1991)	<b>Limiti massimi [Leq in dB(A)]</b> Tempi di riferimento	
	diurno (dalle 6 alle 22)	notturno (dalle 22 alle 6)
<b>Zonizzazione</b>		
<b>Tutto il territorio nazionale</b>	<b>70</b>	<b>60</b>
Zona urbanistica A (D.M. 1444/68)	<b>65</b>	<b>55</b>
Zona urbanistica B (D.M. 1444/68)	<b>60</b>	<b>50</b>
Zona esclusivamente industriale	<b>70</b>	<b>70</b>

Si sono monitorati i ricettori sensibili come riportato nella relazione previsionale di impatto acustico.

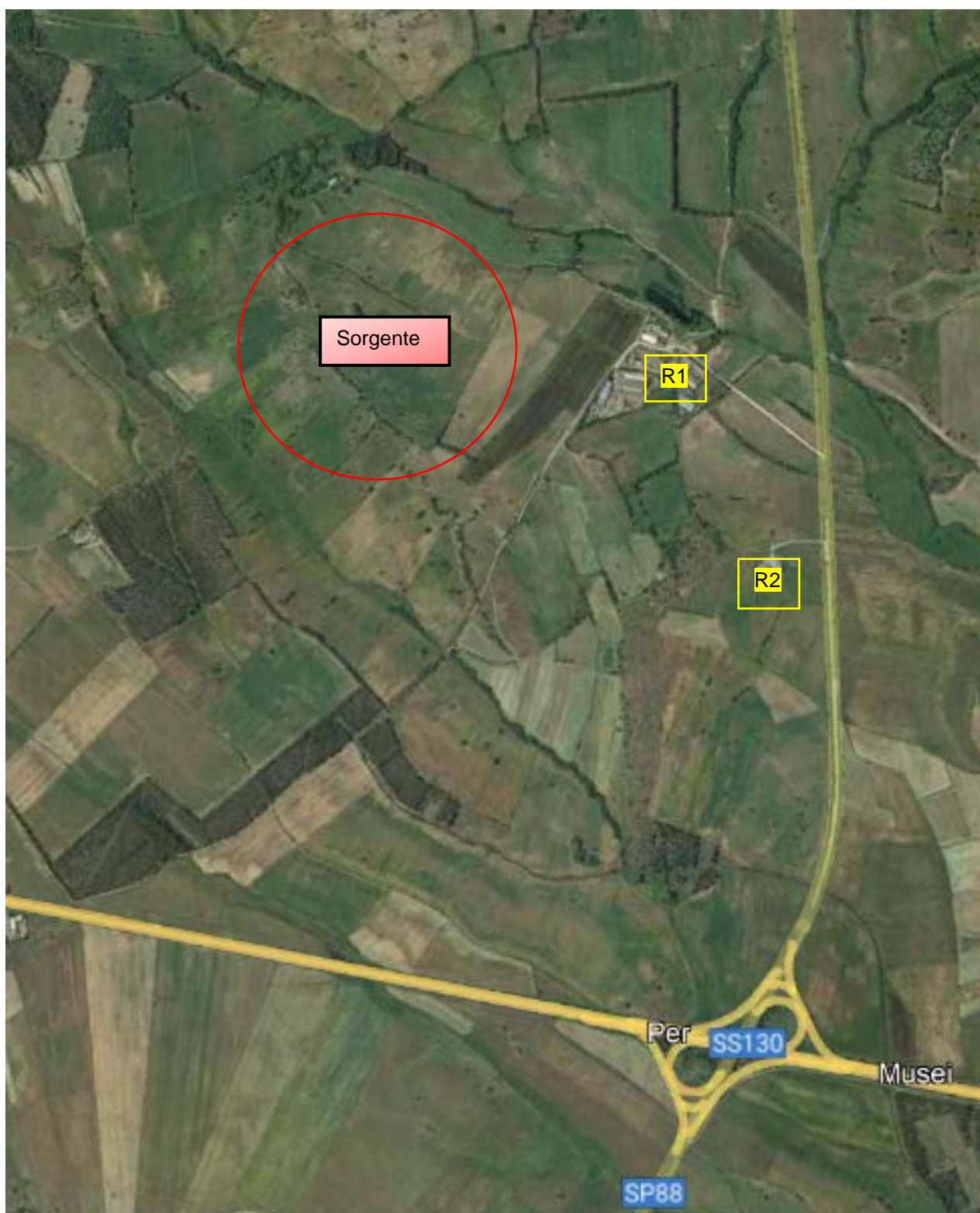
I criteri generali per la scelta delle aree e di monitoraggio si sono basati sull'individuazione di un adeguato numero di ricevitori sensibili atti a garantire la rappresentazione di uno "stato di base", cui riferire l'esito della valutazione previsionale ed i successivi monitoraggi.

Nella fase di redazione della relazione di previsioni di impatto acustico sono state eseguite apposite rilevazioni acustiche su diverse postazioni in modo da rappresentare l'area e i ricettori individuati.

Al fine di valutare il clima acustico attuale, ovvero comprendente già le attività insediate, è stata effettuata una campagna acustica di monitoraggio articolata su diverse misure in periodo diurno (6.00-22.00) per caratterizzare il clima acustico dell'area.

I ricettori sono stati individuati in un'area buffer di 750 metri (R2) di distanza dal perimetro di impianto riportato nella figura successiva, considerato il corpo ricettore più distante.





Come sopra evidenziato, si individuano n.2 possibili ricettori rientranti nell'area indicata. Da un'analisi visiva e catastale dei due edifici risulta che:

- ❖ il ricettore R1 è l'azienda Lancellotti (azienda agricola),
- ❖ il ricettore R2 è la centrale ENEL.

Pertanto solo il ricettore R1 verrà considerato come ricettore abitativo.



Per una completezza di informazione e di dati, sono state comunque effettuate le misurazioni anche per il ricettore R2.

Dai rilievi effettuati è emerso

- ❖ per il ricettore R1 un clima acustico caratterizzato da un livello equivalente di pressione sonora pari a 41.5 dB(A) in diurno e 35 dB(A) in notturno,
- ❖ per il ricettore R2 un clima acustico caratterizzato da un livello equivalente di pressione sonora pari a 45.0 dB(A) in diurno e 39.2 dB(A) in notturno,
- ❖ in condizioni di vento 1-2 m/s.

Per una completa analisi dell'impatto acustico e per adempiere appieno alla legge quadro sull'inquinamento acustico 447/95, è necessario valutare la rumorosità prodotta in fase di cantiere e in fase di dismissione e valutare in tale circostanza il rispetto dei valori limite, le fasi di cantierizzazione e di dismissione possono essere assimilate per tipologia di rumore generato.

Dal punto di vista normativo l'attività di cantiere per la realizzazione delle opere oggetto di questo studio può essere inquadrata ed assimilata come attività rumorosa temporanea.

L'impatto acustico del cantiere sull'ambiente circostante è stato valutato considerando la rumorosità costituita da tutte le macchine presenti con un coefficiente di contemporaneità pari al 60%, per i mezzi di movimentazione e sollevamento e al 70%, per le attrezzature manuali, ipotizzando una distribuzione spaziale uniforme all'interno del cantiere.

Ciò chiaramente, se da una parte non esclude che in alcuni periodi della giornata possano comunque essere effettuate lavorazioni ed operazioni che possono comportare momentanei superamenti dei valori limite di zona, dall'altra garantisce che non si dovrebbero comunque evidenziare superamenti dei valori limite relativi all'intero periodo di riferimento diurno (dalle ore 6.00 alle ore 22.00), se non per le aree poste nelle immediate vicinanze del cantiere stesso sulle quali però non insistono ricettori.

Sono fatti salvi in ogni caso gli orari di lavoro consentiti dalla Legge Regionale n. 3 del 12/02/2002 che per le emissioni sonore provenienti da cantieri edili prevede intervalli orari 7.00-12.00 e 15.00-19.00, fermo restando la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa della Unione Europea e il ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo, salvo deroghe autorizzate dal Comune. Il Comune interessato infatti, può concedere deroghe su richiesta scritta e motivata, prescrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentita la AUSL competente.

Dalle considerazioni ed elaborazioni effettuate, si può concludere che il clima acustico previsto dall'installazione, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico a progetto, presso i ricettori esaminati non supera i valori limite assoluti previsti.

Per quanto riguarda il rispetto del limite differenziale, è stato mostrato nei risultati precedentemente esposti che il limite differenziale, relativamente agli immobili definibili ricettori per l'effettiva possibilità di permanenza di persone e nelle condizioni di applicabilità, è previsionalmente rispettato, nel periodo diurno e notturno, su tutti i ricettori. Da quanto sopra riportato si ritiene che l'impianto in progetto non procuri un'alterazione del clima acustico significativa.



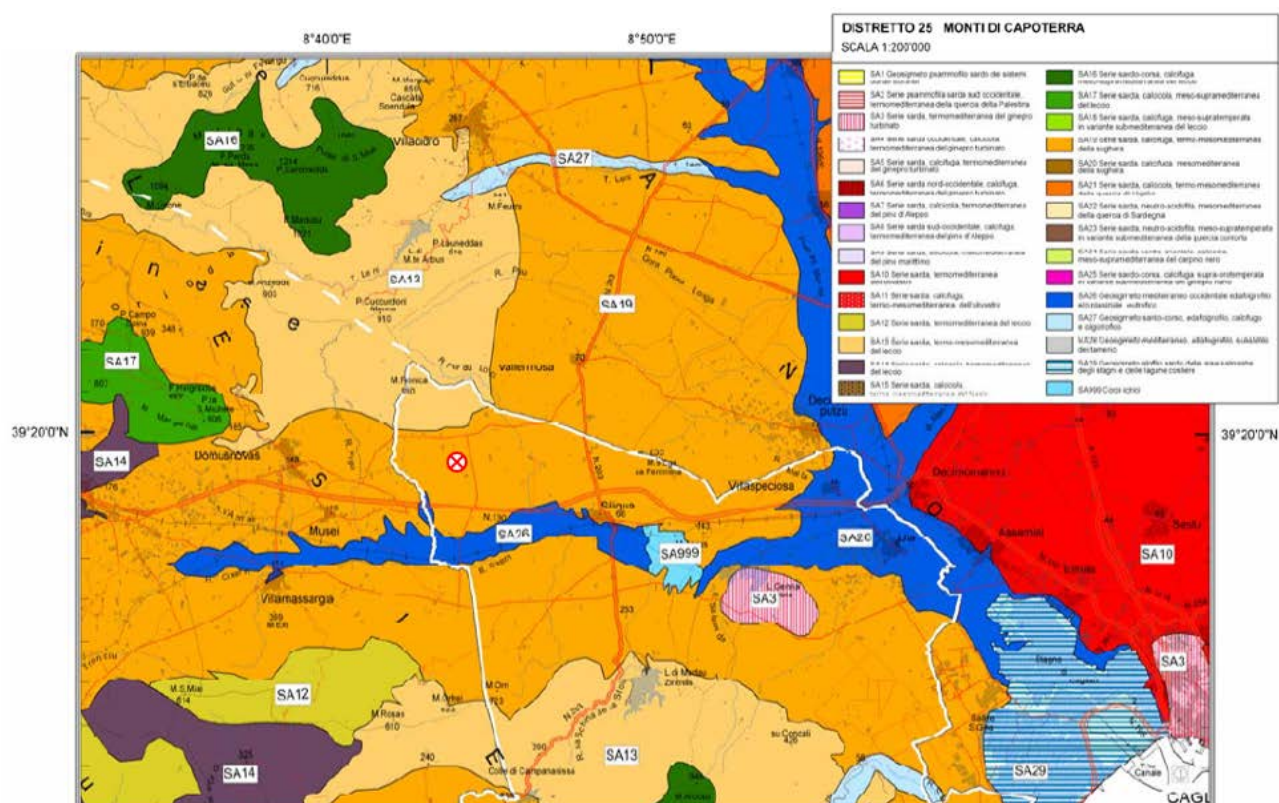
### 8.2.3. Flora e fauna

#### 8.2.3.1. Flora

##### 8.2.3.1.1. Inquadramento dell'area vasta

In virtù della localizzazione strategica tra i due importanti massicci montuosi del *Monte Arcosu-Gùturu Mannu-Pantaleo* e del *Linus-Marganai*, e del ruolo di crocevia per l'accesso alle sub-regioni Sulcitana e Iglesiente, il territorio amministrativo di Siliqua è stato oggetto di indagini geobotaniche susseguite dall'inizio del XIV secolo ai giorni nostri. Tra le entità di maggior rilievo, emergono le endemiche *Allium parviflorum* Viv., *Anchusa formosa* Selvi, Bigazzi & Bacch., *Aristolochia navicularis* E. Nardi, *Aristolochia rotunda* L. subsp. *insularis* (E. Nardi & Arrigoni), *Armeria sulcitana* Arrigoni, *Bituminaria morisiana* (Pignatti & Metlesics) Greuter, *Brimeura fastigiata* (Viv.) Chouard, *Bryonia marmorata* E. Petit, *Carex microcarpa* Bertol. ex Moris, *Crocus minimus* DC, *Cymbalaria aequitriloba* (Viv.) A. Chev., *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm., *Genista corsica* (Loisel.) DC., *Genista morisii* Colla, *Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. subsp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso, *Hypericum hircinum* L. subsp. *hircinum*, *Orchis mascula* (L.) L. subsp. *ichnusae* Corrias, *Ornithogalum corsicum* Jord. & Fourr., *Paeonia morisii* Cesca, Bernardo & N.G. Passal., *Pancratium illyricum* L., *Plagius flosculosus* (L.) Alavi & Heywood, *Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter, *Polygonum scoparium* Req. ex Loisel, *Scrophularia trifoliata* L., *Stachys glutinosa* L., *Teucrium marum* L., *Verbascum conocarpum* Moris subsp. *conocarpum*, *Vinca difformis* subsp. *sardoa* Stearn, molte di queste localizzate in ambito sub-montano e montano, nonché entità non endemiche ma di interesse conservazionistico e fitogeografico tra le quali alcune rappresentanti della famiglia delle Orchidaceae (es. BAGELLA et al., 2023).

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA & SERRA et al., 2007), la vegetazione predominante potenziale dei settori interessati dalle opere in progetto è identificabile in un'unità principale. Infatti, i paesaggi su alluvioni e arenarie eoliche cementate del Pleistocene presentano una notevole attitudine alla quercia da sughero: l'unità principale si riferisce pertanto alla serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), della quale gli aspetti più evoluti sono rappresentati da mesoboschi dominati da *Quercus suber* L. associata a *Quercus ilex* L., *Viburnus tinus* L., *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *Phillyrea latifolia* L., *Myrtus communis* L. subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*. Lo stato erbaceo è caratterizzato da *Galium scabrum* L., *Cyclamen repandum* Sm. e *Ruscus aculeatus* L. Le fasi di degradazione della serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arboree-Arbutetum unedonis* e, per il ripetuto passaggio del fuoco, da garighe a *Cistus monspeliensis* L. e *Cistus salvifolius* L., a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e pratelli terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*.



Vegetazione potenziale del sito. Fonte: Piano forestale ambientale regionale (BACCHETTA & SERRA, 2007), modificata. SA19 = calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). Il segnaposto bianco e rosso indica la localizzazione del sito oggetto degli interventi in progetto.

#### 8.2.3.1.2. Inquadramento dell'area del progetto

I dati indicati nei precedenti paragrafi, ci consentono di collocare l'area, sotto il profilo climatico, nella zona meso-mediterranea caratterizzata da un periodo piovoso concentrato in autunno-inverno ed un periodo con precipitazioni scarse in estate.

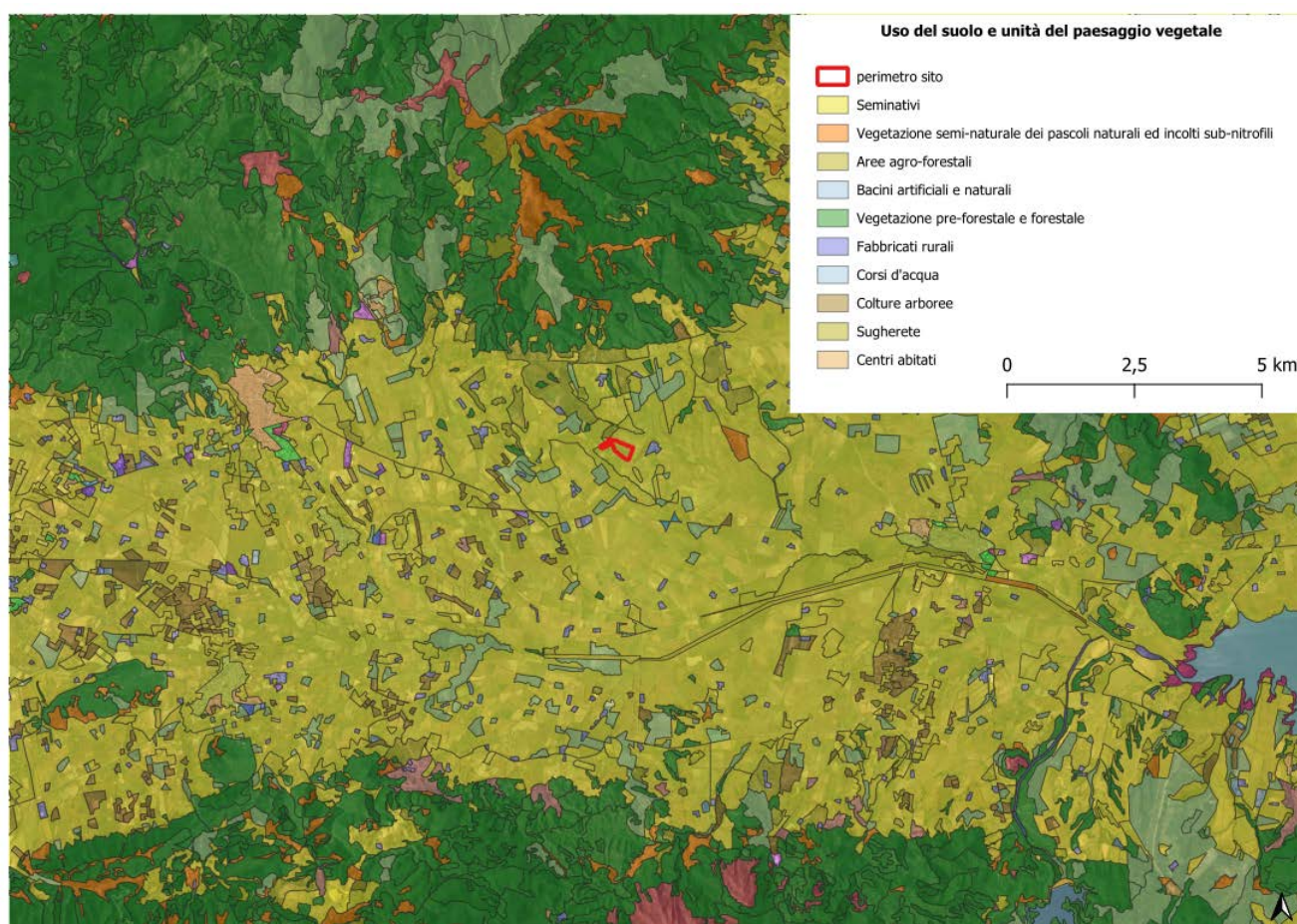
Nel prospetto della classificazione fitoclimatica del Pavari, l'area è inserita nella fascia del Lauretum, sottozona calda. Nel prospetto della classificazione bioclimatica di Emberger è inserita nel bioclina mediterraneo semi-arido, livello inferiore.

A seguito dei sopralluoghi effettuati nel mese di maggio 2023, si sintetizzano di seguito i caratteri predominanti del paesaggio vegetale rilevati, e considerazioni preliminari in riferimento all'eventuale presenza di criticità meritevoli di essere segnalate in fase di *screening*.

L'area interessata dal progetto coinvolge in prevalenza coperture erbacee, da riferire in gran parte agli ambienti artificiali dei seminativi a colture foraggere ai fini dello sfalcio ed uso pabulare diretto, associati a consorzi floristici nitrofilo e sub-nitrofilo, prevalentemente silicicoli, dominati da terofite ed emicriptofite, da inquadrare nella classe vegetazionale *Stellarietea mediae*. In minima parte, si osservano ridotti lembi di vegetazione alto-arbustiva e arborea, a sviluppo prevalentemente lineare in contesto interpodereale ovvero isolata/interposta all'interno della matrice dei seminativi. Si tratta di formazioni residuali dominate da *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot. e *Pistacia lentiscus* L., associate a *Asparagus albus* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Stachys major* (L.) Bartolucci & Peruzzi, *Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin, alle quali partecipa anche l'endemica *Arum pictum* L. f. e



da riferire all'associazione *Asparagus albi-Oleetum sylvestris* dell'alleanza *Olea sylvestris-Ceratonion siliquae*, classe *Quercetea ilicis*. Tali formazioni ospitano talvolta individui arborei di *Olea europaea* var. *sylvestris* di dimensioni degne di nota. All'interno della matrice di seminativi si osservano inoltre singoli individui alto-arbustivi ed arborei, principalmente di *Pyrus spinosa*. In contesto di versante e per una superficie ridotta (ca. 1800 m<sup>2</sup>) si riscontrano comunità erbacee terofitiche semi-naturali e naturali sviluppate su substrati rocciosi ed associati ad individui arbustivi di *Anagryis foetida* L., *Olea europaea* e *Pyrus spinosa*. In corrispondenza di superfici interessate da sentieri di penetrazione agraria sono frequenti comunità pioniere nitrofile e ruderali della classe *Polygono arenastri-Poetea annuae*.



Carta dell'uso del suolo e delle unità del paesaggio vegetale dell'area vasta [da Carta dell'uso del suolo in scala 1:25.000 (elementi poligonali) - 2008, modificata]. Si nota nei settori planiziali la netta prevalenza di ambienti artificiali e secondariamente semi-naturali, occupati da vegetazione di tipo erbaceo.

La presenza di entità floristiche di interesse conservazionistico e/o fitogeografico si limita ad *Arum pictum* L. f., aracea endemica di Arcipelago delle Baleari, Corsica e Sardegna.

Il mancato rilevamento di formazioni vegetazionali di interesse conservazionistico suggerisce l'assenza di aspetti ad alta rappresentatività di Habitat di Direttiva 92/43 CEE.

In conclusione, nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte solare, non si ravvisano criticità di rilievo per quanto concerne la componente floristico-vegetazionale. I pochi, ridotti nuclei di vegetazione alto-arbustiva ed arborea relittuali sviluppati in contesto interpodereale e in posizione isolata/interposta all'interno della matrice dei

seminativi rappresentano tuttavia un importante elemento di discontinuità ambientale e paesaggistica, ricoprendo ruolo di corridoio ecologico e di rifugio per la biodiversità. Per le ridotte superfici interessate nonché la relativa localizzazione spaziale, questi non costituiscono elemento di interferenza con le opere in progetto e potranno essere tutelati in fase di cantiere e mantenuti *in situ* in fase di esercizio.

#### 8.2.3.2. Fauna

Sulla base dell'attuale assetto pianificatorio regionale e del valore istitutivo riguardante nello specifico la tutela e conservazione della fauna, si evidenzia che la superficie in cui è proposta l'installazione dell'impianto per la produzione energetica da fonte rinnovabile solare in località Cuccuru Serra S. Nicolò (Siliqua), non ricade all'interno di nessuna area della Rete Natura 2000.

La più vicina è la ZSC denominata "Monte Linas - Marganai" distante dal sito d'intervento 5,7 km.

Non sono interessate altre tipologie di Aree Protette previste dalle norme regionali, inoltre il sito d'intervento progettuale, non ricade all'interno di "aree non idonee", secondo quanto indicato dalla DGR 59/90, limitatamente alle tipologie di aree che richiamano l'attenzione su aspetti di interesse faunistico.

Nell'area vasta sono presenti:

- ❖ un'area di Rilevante Interesse Naturalistico, denominata Grotta di San Giovanni di Domusnovas, i cui confini distano dall'area in esame 8.3 km (L.R. 31/89).
- ❖ secondo la L.R. 23/98, una Zona Temporanea di Ripopolamento e Cattura denominata "Bruncu Miali Monte Perdosu" distante 3.5 km e
- ❖ diverse autogestite di caccia la più vicina delle quali, denominata "Sant'Umberto", è distante dal sito d'intervento progettuale 2,3 km.

I tematismi estrapolati dalla Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano che l'area dell'impianto fotovoltaico ricade in un ambito ambientale in cui è ritenuto molto basso il valore ecologico (VE); tale tendenza è rispettata anche nella maggior parte delle superfici circostanti a eccezione di alcuni settori circoscritti classificati a basso VE.

Il VE è il risultato dell'impiego di un set d'indicatori quali aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (n. specie flora e fauna) e infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

La sensibilità ecologica SE, invece, rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione; sotto questo aspetto l'area in esame anche in questo caso ricade in una classe di sensibilità ecologica definita molto bassa e rientrano nella stessa classe anche le superfici contermini.

In base ai modelli d'idoneità ambientale della REN, in particolare secondo il modello che riassume tutte e quattro le classi di Vertebrati, il sito oggetto d'intervento ricade in un ambito più vasto che comprende la categoria media in termini di numero di specie complessive potenziali; tale tendenza è rispettata anche nell'ambito della distribuzione del numero di specie potenziali per la classe degli uccelli, dei mammiferi e degli anfibi, mentre per la classe dei rettili l'ambito in cui ricade l'area d'intervento rientra nella categoria "alto numero di specie potenziali".



L'area d'intervento proposta non ricade all'interno di nessuna tipologia di aree protette previste dalle normative attualmente in vigore.

Nell'ambito dell'area vasta circostante, sono state individuate aree istituite anche per fini di tutela faunistici che, tuttavia, si ritiene siano ubicate a distanze tali non compromettere la salvaguardia delle componenti naturalistiche che ne hanno determinato l'istituzione.

A seguito dei sopralluoghi condotti nell'area di studio si è rilevata la presenza all'interno dell'area d'indagine delle seguenti specie di avifauna:

- Picchio rosso maggiore (*Dendrocopus major*)
- Cornacchia grigia (*Corvus cornix*)
- Tortora dal collare (*Streptopelia decaocto*)
- Beccamoschino (*Cisticola juncidis*)
- Verdone (*Carduelis chloris*)
- Tottavilla (*Lullula arborea*)
- Cinciallegra (*Parus major*)
- Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*)
- Rondone pallido (*Apus pallidus*)
- Rondine comune (*Hirundo rustica*)
- Colombaccio (*Columba palumbus*)
- Merlo (*Turdus merula*)
- Poiana (*Buteo buteo*)
- Strillozzo (*Emberiza calandra*)

che utilizzano le superfici a pascolo essenzialmente per ragioni trofiche e in parte anche per nidificazione.

Sono probabilmente presenti il

- Gheppio (*Falco tinnunculus*), la
- Passera sarda (*Passer hispaniolensis*) e la
- Pernice sarda (*Alectoris barbara*).

Per quanto riguarda i mammiferi sono state rilevate tracce e segni di presenza delle seguenti specie:

- Volpe (*Vulpes vulpes ichnusae*) e
- Cinghiale (*Sus scrofa*);

infine per i rettili è stata accertata la presenza della

- Lucertola campestre (*Podarcis siculus*)

mentre è ritenuta molto probabile la presenza del

- Biacco (*Hierophis viridiflavus*), della
- Luscengola comune (*Chalcides chalcides*), del
- Gongilo (*Chalcides ocellatus*) e del
- Geco comune (*Tarentola mauritanica*).

In merito alle caratterizzazioni d'uso delle superfici oggetto d'intervento e a quelle a esse adiacenti, possono verosimilmente essere associate specie comuni, a plasticità ecologica elevata e sinantropiche, cioè





in ragione della diffusa presenza di ambienti particolarmente modificati dalle attività produttive soprattutto di tipo agro-zootecnico.

Per quanto riguarda la classe degli anfibi, è possibile la presenza del

- Rospo smeraldino (*Bufo viridis*)

anche nelle superfici proposte per l'installazione dell'impianto fotovoltaico mentre, limitatamente alle zone umide minori circostanti (corso d'acqua a nord del sito d'intervento progettuale proposto), si ritiene molto probabile la presenza della

- Raganella tirrenica/sarda (*Hyla sarda*).

Per la classe dei rettili e dei mammiferi, oltre alle specie rilevate all'interno del sito d'intervento progettuale, si suppone la presenza di

- *Podaris tiliguerta*, di
- *Erinaceus europaeus* e di
- *Mustela nivalis*

mentre è incerta quella di entrambe le specie di lagomorfi, probabilmente assente il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus huxleyi*) mentre basse densità si suppongono per la

- Lepre sarda (*Lepus capensis*).

Pur constatando la prossimità di diverse aree protette, le modalità operative dell'impianto proposto in progetto non possano determinare effetti di potenziale impatto negativo significativo sulla componente faunistica.

In relazione alle caratteristiche ambientali rilevate nell'ambito dell'area oggetto di intervento, all'estensione e all'ubicazione della stessa, non si evidenziano criticità significative che possano determinare il degrado di un ecosistema terrestre di importanza conservazionistica sotto il profilo faunistico. In merito a quest'ultima componente, nonostante le carte tematiche dei modelli di idoneità ambientale, circa il numero potenziale di specie presenti, indichino per 3 classi che l'area in esame potrebbe essere interessata da un moderato numero di specie, elevato invece per quanto riguarda i rettili, si precisa che tali modelli risultano essere realistici su piccola scala e pertanto su aree vaste; al contrario il sito d'intervento progettuale proposto interessa una superficie ridotta pari a 9,0 Ha che, in relazione all'attuale destinazione d'uso della superficie, si esclude possa essere caratterizzata da un'elevata o significativa biodiversità.

In relazione all'attuale destinazione d'uso del territorio oggetto di proposta progettuale e delle aree limitrofe ad oggi caratterizzate da estese aree a pascolo su incolti erbacei e seminativi, si ritiene che le modalità di realizzazione dell'opera proposta nella fase di cantiere e di quella di esercizio nella fase operativa, non possano determinare l'insorgenza di impatti negativi di tipo critico a danno della componente faunistica che caratterizza l'area in esame; ciò in ragione dei livelli acustici non eccessivi previsti durante la fase di cantiere e ancora più bassi durante l'operatività dell'impianto fotovoltaico. Anche per quanto riguarda gli stimoli ottici determinati dalla presenza del personale addetto e dai mezzi meccanici durante la fase di cantiere non si ravvisano criticità significativa oltre la norma che caratterizza l'area d'intervento; si consideri infatti che l'attuale destinazione d'uso dei territori comporta l'abituale presenza di allevatori con i cani da pastore a seguito delle greggi, oltre all'impiego di macchinari agricoli per la coltivazione delle foraggere. Nella fase di esercizio la presenza del personale sarà ridotta e limitata alla manutenzione ordinaria delle superfici e delle apparecchiature.

#### 8.2.4. Suolo

Dal punto di vista pedoclimatico, il regime idrico dei suoli è xerico e xerico secco, localmente udico; il regime termico è termico, localmente mesico.

Fondamentalmente nella zona, secondo la carta dei suoli della Sardegna (Aru, Baldaccini, Vacca; ediz. giugno 1991) si possono individuare diverse unità di paesaggio di seguito elencate:

- ❖ paesaggi su argille, arenarie e conglomerati (formazione del Cixerri e di Ussana) dell'Eocene, Oligocene e Miocene (prima unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene (seconda unità di paesaggio).

Nella lettura della descrizione delle singole unità di paesaggio, si usano le seguenti classificazioni:

- profondità dei suoli  
poco profondi inferiori a 50 cm, mediamente profondi tra 50 e 100 cm, profondi oltre 100 cm;
- permeabilità  
poco permeabili con conduttività idraulica bassa, mediamente permeabili con conduttività idraulica media, permeabili con conduttività idraulica normale, molto permeabili con conduttività idraulica elevata
- reazione  
acidi pH inferiore a 5,6, subacidi pH tra 5,6 e 6,5, neutri pH tra 6,6 e 7,3, subalcalini pH tra 7,4 e 7,8, alcalini pH oltre 7,8
- saturazione ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ )  
desaturati saturazione inferiore al 35%, parzialmente desaturati dal 35 al 75%, saturi oltre il 75%.

##### 8.2.4.1. Prima unità di paesaggio

La prima unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di argille, arenarie e conglomerati (formazione del Cixerri e di Ussana) dell'Eocene, Oligocene e Miocene.

Si tratta di aree caratterizzate da forme ondulate con brevi tratti subpianeggianti.

Nella zona in esame, sono presenti in aree limitate a sud della strada statale.

I suoli hanno profilo A-C, A-Bw-C e A-Bk-C, sono dei suoli da poco profondi a profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso-argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare ed angolare, reazione da neutra a subalcalina, carbonati da scarsi ad elevati, presenza scarsa di sostanza organica, saturi.

I suoli predominanti secondo la classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) sono: Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Xerochrepts, Calcixerollic Xerochrepts.

##### 8.2.4.2. Seconda unità di paesaggio

La seconda unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di sabbie eoliche dell'Olocene.

Il substrato è unico ed è rappresentato da aree da pianeggianti ad ondulate, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea.

Il suolo ha profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbiosi a sabbioso franchi, da permeabili a molto permeabili, a tratti poco permeabili in profondità, da neutri a subalcalini, saturi.

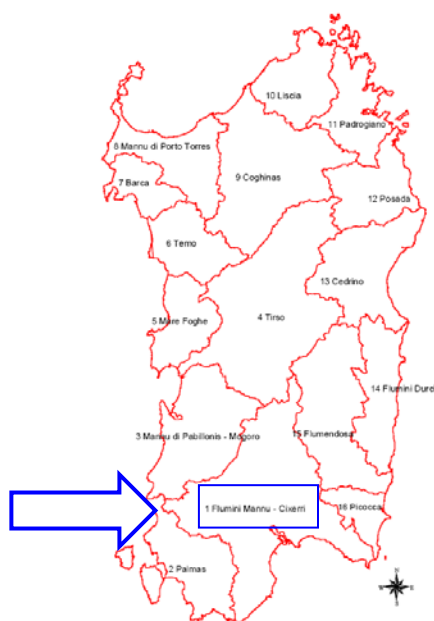
La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica rispettivamente come Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Haplic Nitisols.

## 8.2.5. Acque superficiali e sotterranee

### 8.2.5.1. Acque superficiali

#### 8.2.5.1.1. U.I.O. del Flumini Mannu di Cagliari-Cixerri

Il territorio regionale è stato suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) ognuna costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi. Attualmente si è proceduto alla suddivisione dell'intero territorio regionale, a partire dai bacini drenanti sui corpi idrici significativi del 1° ordine accorpandovi i bacini minori territorialmente omogenei per caratteristiche geomorfologiche o idrografiche o idrologiche. Tale individuazione ha portato alla designazione di 16 U.I.O. individuate per il territorio regionale la cui denominazione è quella del bacino principale. Nel nostro caso, si ricade all'interno della U.I.O. denominata del Flumini Mannu di Cagliari-Cixerri, con una superficie di circa 3566 kmq. L'immagine che segue mostra la suddivisione descritta per i bacini della Sardegna.



L'U.I.O. del Flumini Mannu-Cixerri è la più estesa tra le U.I.O. individuate con i suoi 3.566 kmq di superficie e comprende, oltre ai bacini principali del Flumini Mannu e del Cixerri, una serie di bacini minori costieri della costa meridionale della Sardegna.

È delimitata a nord dall'altopiano del Sarcidano, a est dal massiccio del Sarrabus-Gerrei, a ovest dai massicci dell'Iglesiente e del Sulcis e a sud dal Golfo di Cagliari.

Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e con una lunghezza dell'asta principale di circa 96 km, rappresenta il più importante fiume della Sardegna meridionale.

Il suo corso, si sviluppa in direzione nord est-sud ovest, ha origine nell'altipiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa attraverso la Marmilla e sbocca nella piana del Campidano sfociando in prossimità di Cagliari nello Stagno di S. Gilla.

Il Flumini Mannu di Cagliari si differenzia notevolmente dagli altri corsi d'acqua dell'Isola per i caratteri topografici del suo bacino imbrifero, infatti, l'asta principale per quasi metà del suo sviluppo si svolge in pianura, al contrario della maggior parte dei corsi d'acqua sardi aventi come caratteristica la brevità del corso pianeggiante rispetto a quello montano.

Gli affluenti principali del Flumini Mannu di Cagliari sono:

1. in destra: il Canale Vittorio Emanuele e il Torrente Leni,
2. in sinistra: il Torrente Lanessi e il Riu Mannu di San Sperate.

Lungo il corso principale è ubicato l'invaso di Is Barroccus, con capacità massima di invaso di 12 milioni di metri cubi.

Il Riu Cixerri, l'altro fiume principale di questa U.I.O., ha le sue sorgenti nel versante settentrionale del massiccio del Sulcis e scorre poi pressoché perpendicolare alla linea di costa occidentale.

Altro elemento caratteristico dell'idrografia superficiale di questa U.I.O. è lo Stagno di Santa Gilla, dove confluiscono le acque sia del Flumini Mannu che del Cixerri, oltre che di una serie di corsi d'acqua minori, tra cui si segnalano il Rio Sa Nuscedda, il Riu Murta, il Riu di Sestu, il Rio di Santa Lucia.

Oltre ai due fiumi principali, si segnalano:

1. il Riu di Corongiu che drena le acque della parte meridionale del massiccio del Sarrabus,
2. il Riu di Sestu che drena le acque della parte meridionale delle colline del Parteolla,
3. il Rio di Santa Lucia che drena le acque le acque della parte nord - orientale del massiccio del Sulcis (monti di Capoterra),
4. il Riu di Pula che drena le acque provenienti dalle pendici sud – orientali del massiccio del Sulcis.

Di seguito si riporta l'elenco dei centri urbani limitrofi all'area di interesse con il relativo bacino di primo ordine di appartenenza.

<i>Comune</i>	<i>Bacino 1° ordine</i>
Siliqua	Riu Cixerri
Vallermosa	Flumini Mannu
Musei	Riu Cixerri
Villamassargia	Flumini Mannu



Complessivamente nella U.I.O. del Flumini Mannu–Cixerri si contano, 43 corsi d'acqua del primo ordine e 170 corsi d'acqua del secondo ordine, si tratta di corsi d'acqua aventi estensione limitata, ad eccezione del Riu Mannu di San Sperate, lungo circa 43 km, che è anche un corso d'acqua significativo.



#### 8.2.5.1.2. Idrografia dell'area

I lineamenti idrologici del territorio, risentono chiaramente della morfologia dello stesso e per la maggior parte lo attraversano con direzione prevalente est ovest con deflusso generale delle acque verso le zone orientali in relazione alla presenza delle aree a minor quota proprio in tale direzione, a questa direzione si associa quella nord ovest-sud est, preferenziale nelle aree limitrofe a quella di intervento.

Tali direzioni preferenziali, sono ovviamente correlabili con la natura delle litologie presenti e con l'apporto proveniente dalle zone a maggior quota nelle aree circostanti, prioritariamente presenti nelle zone a nord ovest.

I lineamenti secondari, hanno invece una direzione preponderante da sud ovest-nord est, sud sud ovest-nord nord est e ovest-est.

Il reticolo idrografico si presenta secondo lineamenti semplici e lineari.

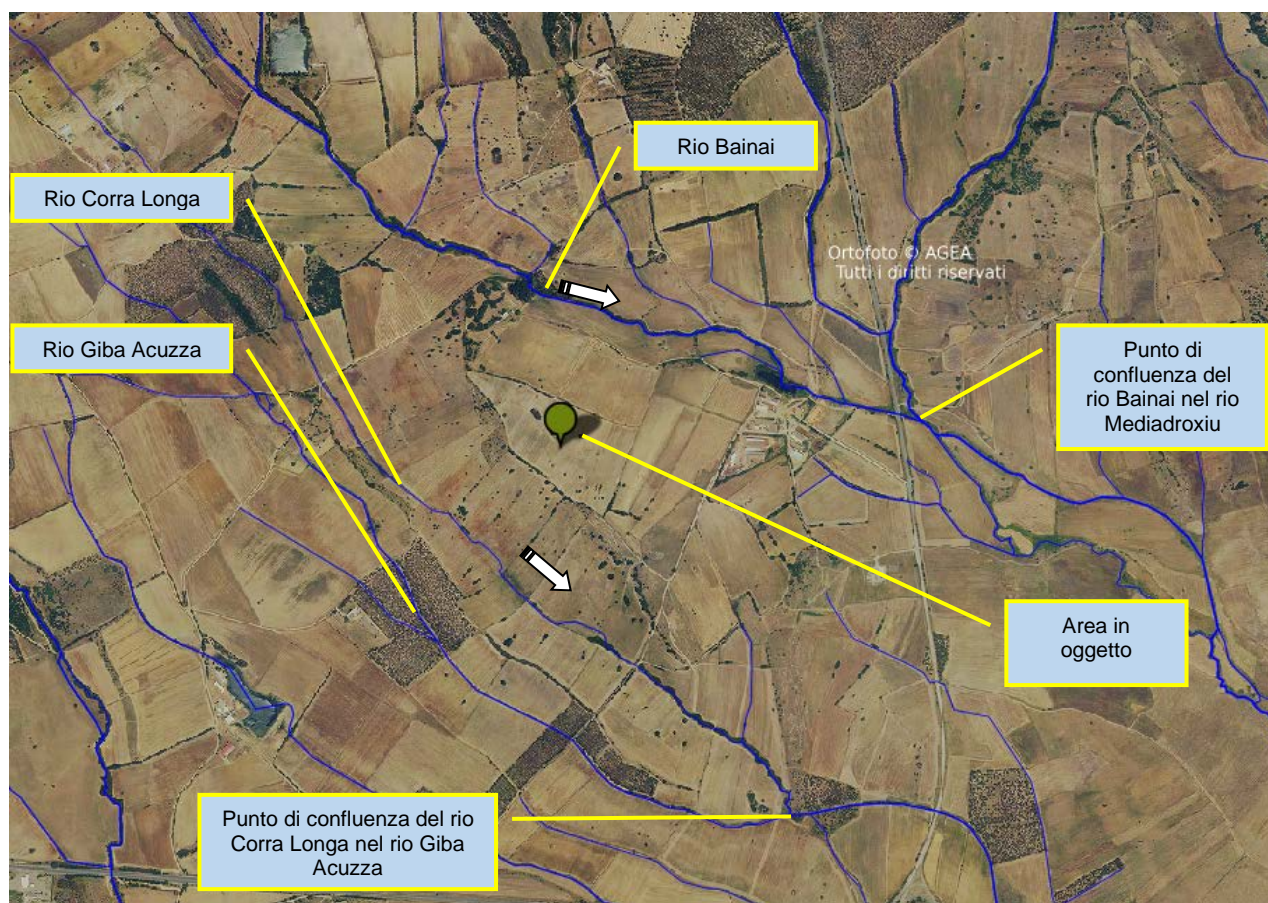
L'area è drenata da un compluvio principale, ubicato a sud che è il Riu Cixerri che proveniente da ovest con direzione circa ovest est, passa nei pressi della parte meridionale rispetto a quella in oggetto.

Su questo compluvio principale, si riversano i compluvi drenanti secondari.

I deflussi principali dell'area in oggetto e di quella limitrofa sono rappresentati da:

- ❖ rio Bainai (ordine Strahler 3), ubicato a nord rispetto al sito di interesse, con direzione di scorrimento delle acque da nord ovest verso sud est e sviluppo in direzione circa nord ovest-sud est, fino a confluire nel Rio Mediadroxiu in una zona a est rispetto al sito di interesse. La sua asta è lunga 6,45 chilometri, nasce a nord rispetto al sito,
- ❖ rio Corra Longa (ordine Strahler 1), ubicato a sud rispetto al sito di interesse, con direzione di scorrimento delle acque da nord ovest verso sud est e sviluppo in direzione circa nord ovest-sud est, fino a confluire nel Rio Giba Acuzza in una zona a sud rispetto al sito di interesse. La sua asta è lunga 3,45 chilometri, nasce a nord ovest rispetto al sito,

come mostra l'immagine seguente, tratta da <https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/>.



Tutti i corsi d'acqua presentano un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto durante le stagioni siccitose estive.

#### 8.2.5.2. Acque sotterranee

Sulla base del quadro conoscitivo attuale, sono stati individuati, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

I complessi acquiferi significativi, sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità.

Per quanto riguarda questo secondo aspetto, è stato dato maggiore risalto agli acquiferi quaternari costieri, maggiormente vulnerabili (centri abitati, insediamenti turistici, ingressione marina, agricoltura intensiva), rispetto ad alcuni acquiferi profondi siti in aree scarsamente antropizzate.

Gli acquiferi presenti nella U.I.O. del Flumini Mannu di Cagliari-Cixerri, sono di seguito elencati:

1. acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano
2. acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Villasimius
3. acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri
4. acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Campidano Orientale
5. acquifero Detritico-Carbonatico Eocenico del Salto di Quirra
6. acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Trexenta e della Marmilla
7. acquifero dei Carbonati Mesozoici della Barbagia e del Sarcidano

8. acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Monte Arci
9. acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Giara di Gesturi
10. acquifero dei Carbonati Cambriani del Sulcis- Iglesiente
11. acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Pula- Sarroch
12. acquifero Detritico-Alluvionale Quaternario di Capoterra-Pula.

Di seguito, si descrive l'acquifero detritico-alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri presente nell'area e le sue caratteristiche idrogeologiche principali.

All'interno dell'acquifero, si distinguono diverse unità idrogeologiche di seguito elencate:

1. unità detritico-carbonatica quaternaria;
2. unità delle alluvioni plio-quaternarie.

La permeabilità per porosità complessiva è medio-bassa, ma laddove sono presenti localmente le litologie a matrice più grossolana diventa medio-alta.

Nelle facies carbonatiche, diventa medio-alta anche per fessurazione.

Lo spessore medio di questo acquifero è sui 20 metri.

E' caratterizzato da prelievi scarsi e dalla rarità o assenza di sorgenti.

In questo acquifero, le litologie presenti, in relazione alla loro deposizione, presentano una variabilità sia orizzontale che verticale, evidenziando litologie con caratteristiche da argillose a ghiaiose con passaggi a litologie intermedie di tipo sabbioso.

Una situazione stratigrafica di questo tipo, può generare localmente delle condizioni ideali per l'accumulo e la migrazione della risorsa idrica, per la presenza per esempio di litologie a granulometria più elevata ed in assenza di parti o orizzonti argillosi e limosi.

Le litologie ghiaiose e sabbiose, determinano le condizioni migliori per la risorsa idrica per potersi trasmettere e immagazzinare, infatti, sono dotate di importanti valori della trasmissività e della capacità di immagazzinamento.

Al contrario, le litologie argillose e limose, possono costituire delle autentiche barriere per la migrazione della risorsa e sono delle litologie a bassissima capacità di immagazzinamento.

## **8.2.6. Sottosuolo**

### **8.2.6.1. Geologia dell'area**

In questo paragrafo, si descrive brevemente la geologia della zona e la sua storia strutturale, limitatamente ai depositi presenti nell'area, le unità che interessano la zona in esame, sono:

- ❖ la successione vulcano-sedimentaria terziaria e
- ❖ i depositi quaternari.

#### **8.2.6.1.1. Le successioni terziarie**

All'inizio dell'Eocene, il mare riprende la trasgressione su buona parte della Sardegna e depositi eocenici si ritrovano nella Sardegna meridionale e centro orientale.

La trasgressione è anticipata da movimenti tettonici, infatti i depositi eocenici poggiano sui termini della successione mesozoica o più spesso sul basamento paleozoico.

Nel Sulcis Iglesiente, sono predominanti i depositi transizionali, dapprima con termini paralic con faune oligotipiche e poi con sedimenti di ambiente alluvionale evoluto.

Le condizioni di continentalità si ristabiliscono nell'isola nell'Eocene medio-superiore e tali condizioni si instaurano fino a tutto l'Oligocene.

Questo intervallo di tempo è caratterizzato da una relativa stabilità tettonica avvalorata da una pressoché assenza di attività vulcanica fino all'Oligocene superiore.

Nell'Oligocene superiore-Miocene inferiore, il blocco sardo-corso, non subisce grossi effetti per la collisione tra il margine sud-europeo e il margine apulo che fu la causa della messa in posto della catena appenninica.

Il blocco sardo-corso, in questa fase. Nel sistema di collisione descritto, rappresenta la zona di retropaese. Sempre in questo lasso di tempo, si ha una imponente tettonica di tipo trascorrente con rigetti plurichilometrici che si evidenziano nella Sardegna centro-settentrionale e nella vicina Corsica.

Alle aree che si caratterizzano per le faglie trascorrenti, si associano aree di transpressione caratterizzate da raddoppi tettonici in cui oltre alla semplice azione di taglio, si ha una simultanea componente di compressione perpendicolare al piano di faglia e aree transtensive in cui alle strutture estensionali (faglie normali, graben) si associano strutture a strappo (faglie trascorrenti).

A queste zone transtensive, sono spesso associati bacini di pull-apart (bacino strutturale in cui due faglie sovrapposte o una curva di faglia creano un'area di estensione in cui la tensione che si sviluppa fa approfondire il bacino per crollo) che a causa della loro forma e della loro messa in posto sono riempiti da potenti depositi continentali dell'Oligocene superiore-Aquitano associati a importanti depositi vulcanici della stessa età.

La rotazione antioraria del blocco sardo-corso avvenuta nel Burdigaliano e l'apertura del bacino balearico e del Tirreno settentrionale, si origina una fase distensiva che dà origine tra il Golfo di Cagliari e quello dell'Asinara ad un sistema di fosse colmate con notevoli quantità e spessori ingenti di sedimenti prevalentemente marini e vulcanici a chimismo calcoalcalino, il tutto durante il Miocene inferiore creando la cosiddetta Fossa Sarda.

La tettonica trascorrente e quella distensiva, si accompagnano ad un corposo vulcanismo denominato oligo-miocenico sardo che a tutti gli effetti è uno degli eventi geologici più importanti nel quadro del Mediterraneo occidentale durante il Terziario.

L'estensione degli affioramenti e i rilevanti spessori dei depositi vulcanici che sono dell'ordine di parecchie centinaia di metri, contribuiscono all'importanza di questo ciclo vulcanico, caratterizzato da prodotti con affinità principalmente calco alcalina, con la presenza di serie vulcaniche da basaltico-andesitiche a dacitiche con messa in posto di tipo in colate laviche e domi lavici e di serie da dacitiche a riolitiche con messa in posto del tipo piroclastico di flusso.

Le caratteristiche geodinamiche di questo ciclo vulcanico, avvalorato dai caratteri petrografici e geochimici delle rocce che indicano una genesi da fusione parziale di rocce del mantello, sono date da un ambiente di subduzione oceanica.

Il ciclo vulcanico calco alcalino, si concentra prioritariamente tra l'Aquitano e il Burdigaliano in cui si ha il passaggio dalla tettonica compressiva alla tettonica distensiva post collisionale, la prima associata alla catena appenninica, la seconda all'apertura del bacino balearico e tirreniano settentrionale.

In ogni caso, il lasso di tempo del vulcanismo, è ben più ampio coprendo l'intervallo di tempo compreso tra l'Oligocene superiore e il Miocene medio.



L'arco di tempo che copre il periodo che va dal Miocene superiore al Pliocene-Pleistocene, si caratterizza per una nuova e importante fase distensiva alla quale si associa una nuova fase vulcanica ad affinità alcalina, transizionale e tholeitica.

L'ambiente geodinamico è di tipo distensivo con estensione litosferica caratterizzata dall'apertura del bacino tirrenico centro-meridionale che in Sardegna origina il Graben del Campidano un semigraben con orientazione nord ovest-sud est, delimitato a sud ovest da una faglia principale attiva durante il Pliocene e che ha controllato la sedimentazione anche nel Miocene.

I sedimenti di riempimento della struttura a semigraben, sono costituiti da elementi clastici grossolani che appartengono alla cosiddetta formazione di Samassi con spessori di circa 600 metri.

Nell'area di interesse, tali depositi terziari, sono dati da una successione sedimentaria principalmente di origine fluviale con alla base livelli carboniferi a lignite, inoltre si ritrovano anche prodotti vulcanici oligocenici.

#### **8.2.6.1.2. I depositi quaternari**

Il quaternario, in Sardegna, si caratterizza per la presenza di depositi di origine continentale e subordinatamente da sedimenti marini questi ultimi di estensione spessori limitati ed attribuibili al tirreniano e all'Olocene.

Il quaternario antico (Pleistocene) diffuso in tutta l'isola ma in particolar modo nella piana del Campidano e del Cixerri e nella Nurra è rappresentato dalle alluvioni antiche che si caratterizzano per un ambiente di deposizione di conoide e di piana alluvionale, da sedimenti di natura fluviale depositi durante i periodi freddo-aridi e successivamente reincisi e terrazzati in periodi caldo-umidi.

I sistemi morfoclimatici di tipo periglaciale descritti, hanno permesso inoltre la deposizione di detriti di versante che si trovano associati ai depositi precedenti.

In Sardegna sono caratteristici i depositi costituiti da materiale clastico spigoloso non evoluto più o meno grossolano.

In essi si rinviene una stratificazione evidenziata da frequenti variazioni granulometriche, determinate dalle variazioni energetiche date dalle oscillazioni climatiche con periodi di gelo e disgelo frequenti e intensi che si svilupparono principalmente nel wurmiano (Pleistocene superiore).

Estesi depositi di natura eolica, in genere rappresentati da dune fossili a composizione arenacea più o meno compatta, con presenza di stratificazione incrociata, anch'esse messe in posto in condizioni periglaciali.

La loro presenza si ha lungo le coste in particolare su quella occidentale e più raramente su quella orientale e in esse si rinvencono frammenti di bivalvi e resti di mammiferi, la loro età è riferibile al Pleistocene medio e superiore.

Di notevole importanza sono i sedimenti litorali del Tirreniano la cosiddetta Panchina Tirreniana a strombus i cui affioramenti più caratteristici sono visibili a Cagliari, Nora, Alghero, Santa Teresa di Gallura e nel Sinis di età variabile tra 138.000 e 90.000 anni.

L'Olocene che si caratterizza per la presenza di:

- ❖ depositi ghiaioso-sabbiosi delle piane alluvionali e dei fondovalle
- ❖ sabbie e ghiaie delle spiagge,



- ❖ sabbie eoliche delle zone di retrospiaggia che talora presentano formazioni dunari la cui estensione può essere di qualche chilometro nell'entroterra
- ❖ depositi limoso-argillosi presenti nelle lagune e negli stagni costieri.

Nella nostra area di interesse, quelli principali sono dati da sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale.

#### **8.2.6.2. Litologie dell'area**

##### **8.2.6.2.1. La successione sedimentaria paleogenica**

Tale successione inquadrabile nell'intervallo eocene-oligocene, corrisponde ad un ciclo trasgressivo-regressivo.

La successione è ben rappresentata nelle aree occidentali dove la sua ricostruzione è stata effettuata attraverso numerosi sondaggi della Carbosulcis Spa e dal basso verso l'alto comprende: Calcari a microforaminiferi, miliolitico auct., lignitifero auct., formazione del Cixerri, mentre, andando verso est, progressivamente non si ritrovano i termini inferiori della successione ed il basamento paleozoico è ricoperto prima dal miliolitico, quindi dal lignitifero e successivamente dalla formazione del Cixerri.

La raccolta dei dati di campagna riguardanti osservazioni geologiche e stratigrafiche e la distribuzione areale delle formazioni, suffragati dai dati provenienti dai sondaggi, indicano che la direzione della trasgressione marina proveniva da ovest.

Nel proseguo della descrizione, soffermeremo l'attenzione solamente sugli elementi presenti nell'area o in zone immediatamente limitrofe.

##### **8.2.6.2.1.1. La Formazione del Cixerri (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969)**

Tale formazione, costituisce il substrato di tutta la valle del Cixerri, i suoi affioramenti molto discontinui sono assai diffusi e la loro occlusione si deve alla copertura operata da sottili depositi quaternari.

La formazione continentale costituita prevalentemente, da arenarie quarzose variegata, a cemento carbonatico con intercalate lenti argillose e, spesso, marnoso-siltose. I potenti banchi conglomeratici che costituiscono la parte più alta, presentano dei clasti poligenici, eterometrici e policromi a prevalente componente Paleozoica (quarzo, scisti, arenarie, granitoidi) ed in sub-ordine Mesozoica.

Dall'analisi delle caratteristiche morfometriche, risulta una lunga elaborazione, in ambiente fluviale, con una successiva deposizione in area di delta.

La parte basale, interessata al passaggio con il Produttivo, è caratterizzata da un aumento delle litologie siltoso-arenacee, di colore grigio, intervallate da argille nerastre e, talora, da carbone.

L'età della formazione del Cixerri dato il suo scarso contenuto paleontologico è di difficile attribuzione.

L'ambiente di deposizione è a prevalenza di tipo continentale, riconducibile ad una deposizione fluvio-lacustre avvenuta in un sistema vasto del tipo di piana alluvionale con carattere distale in un clima temperato, caldo e umido.

Lo spessore massimo rinvenuto in affioramento, si ha presso Monte Gioiosa Guardia ed è di 40 metri.

Al centro della valle del Cixerri, lo spessore massimo rinvenuto in sondaggio è pari a 140 metri con alternanze di livelli arenacei e siltosi, mentre, nei sondaggi delle campagne Carbosulcis, lo spessore è arrivato fino a 300 metri.

Tali litologi non affiorano nell'area dell'intervento.

#### **8.2.6.2.2. Il complesso vulcanico di Siliqua**

La zona della valle del Cixerri, si caratterizza per l'affioramento di rocce subvulcaniche e effusive.

Occorre tra queste citare la cosiddetta soglia di Siliqua costituita da un apparato domico arealmente esteso per circa 4 kmq ed ubicato in prossimità del bordo occidentale del graben del Campidano.

Il bordo meridionale è invece caratterizzato dalla presenza di strutture cupuliformi che alcuni autori indicano come veri e propri neck, tra questi annoveriamo il castello di Acquafredda e il monte Gioiosa Guardia.

Per quanto riguarda l'apparato subvulcanico, di questo non si conosce con esattezza la profondità di messa in posto, ma la sua originaria altezza si può desumere indirettamente dalla presenza nelle piroclastiti di Siliqua di elementi clastici di grandi dimensioni la cui messa in posto, si deve a meccanismi di block and ash flow. Tali elementi, fanno propendere per un apparato vulcanico con altezze superiori di diverse centinaia di metri rispetto alla morfologia attuale.

Queste rocce magmatiche, sono ad affinità calcoalcalina e sono inquadrabili nel ciclo vulcanico oligo-miocenico sardo ma slegate e non direttamente correlabili con le altre rocce vulcaniche dello stesso ciclo magmatico della Sardegna meridionale.

Infatti, le rocce di questa area, sono prioritariamente di messa in posto intrusiva a differenza di quelle del ciclo calcalalino terziario della Sardegna che sono prevalentemente date da messa in posto effusiva, inoltre, le differenze l'età, recenti datazioni le attribuiscono a periodi precedenti rispetto alle altre vulcaniti.

Appartengono a questo complesso vulcanico le

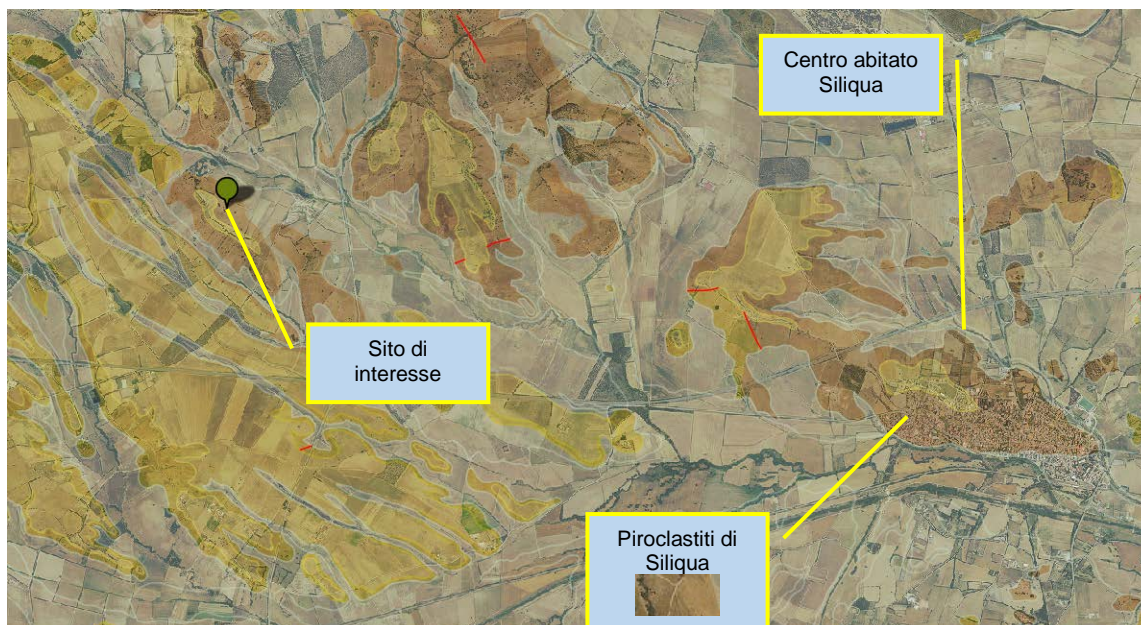
- ❖ daciti e andesiti di Monte Sa Pibionada, le
- ❖ tonaliti di Monte Su Silixianu e le
- ❖ piroclastiti di Siliqua.

Solo queste ultime affiorano nel sito in esame e pertanto di queste si farà una descrizione nel paragrafo seguente.

##### **8.2.6.2.2.1. Le piroclastiti di Siliqua**

Gli affioramenti nella zona di Siliqua, sono compresi tra il centro abitato, la strada pedemontana per Vallermosa e a nord lungo la SS 293, come è visibile nell'immagine seguente:

(<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>)



Sono inoltre presenti piccoli affioramenti lungo la SS 130. La loro forma è data da piccole colline che si ergono sulla pianura circostante di qualche decina di metri.

Si caratterizzano per l'alternanza di depositi di flusso piroclastico ed epiclastiti queste ultime date da arenarie vulcanoclastiche più o meno conglomeratiche.

I depositi piroclastici si caratterizzano per:

- ❖ presenza di unità deposizionali di flusso con spessori che in molti casi sono di 2-3 metri
- ❖ clasti angolosi di egual dimensioni fino a subarrotondati
- ❖ clasti costituiti da lava microvescicolata andesitica
- ❖ clasti con dimensioni variabili da pochi centimetri a 1 metro
- ❖ clasti di metamorfiti in rarissimi casi
- ❖ matrice cineritica ricca di cristalli
- ❖ rapporto matrice/clasti di circa 1/10
- ❖ assenza di pomici

In taluni casi, le unità deposizionali, si caratterizzano per la presenza di clasti più grandi al tetto determinando la cosiddetta gradazione inversa.

I depositi epiclastici si caratterizzano per:

- ❖ presenza di strati decimetrici di arenarie grossolane alternate ad arenarie a granulometria fine
- ❖ si riscontrano granuli di quarzo e cristalli di biotite, anfibolo e plagioclasio
- ❖ si ritrovano in molti casi clasti sub arrotondati di andesiti
- ❖ i clasti andesitici in taluni casi, possono raggiungere volumetrie di 1 mc.

Il contatto basale della unità, si ritrova in affioramento ma raramente, in prossimità del complesso domico di Monte su Silixianu, i depositi poggiano direttamente sulle daciti e andesiti di Monte Sa Pibionada, mentre tra il rio Cixerri e il limite settentrionale della valle, le piroclastiti poggiano direttamente sulla formazione del Cixerri.

Da un punto di vista cronostratigrafico, si può dedurre che è successivo alle vulcaniti ipoabissali dell'Oligocene superiore e precedente alle marne di Gesturi del Miocene inferiore.

Per avere una sezione di una parte di queste piroclastiti, si ha l'affioramento in prossimità di Su Truncu de is Tanas situato a pochi chilometri a nord del centro abitato di Siliqua.

Schematicamente per una esposizione di circa 3 metri si ha la sovrapposizione delle piroclastiti su un livello basale epiclastico, come riassunto nel seguito.

		Caratteristiche	Spessore
Deposito piroclastico		Deposito di flusso a matrice cineritica subordinata ai clasti Clasti lavici di lava microvescicolata andesitica, eterometrici, monogenici Dimensione dei clasti medie di 50 centimetri, si ossevano clasti di dimensione allungata con asse maggiore disposto circa parallelamente alla stratificazione Il deposito deriva da ripetuti crolli gravitativi di duomi di lava	280 centimetri
Deposito epiclastico	Strato apicale	Conglomerato Clasti vulcanici subangolosi con dimensioni 5-15 mm Matrice di arenaria fine	5 centimetri
	Strato intermedio	Arenaria fine Laminazione ondulata Cristalli detritici di plagioclasio, biotite, anfibolo e granuli di quarzo	5 centimetri
	Strato basale	Strato arenaceo grossolano, biancastro. Cristalli detritici di plagioclasio, biotite, anfibolo e granuli di quarzo Rari clasti millimetrici di andesiti.	10 centimetri

#### 8.2.6.2.3. I depositi quaternari

Si individuano due principali unità deposizionali, il cui confine è segnato da una superficie di erosione che corrisponde ad una fase di incisione e terrazzamento, la posizione della quale non si è potuta datare cronologicamente per la scarsità di dati radiometrici a disposizione e la cui posizione si è individuata per analogia con le altre superfici datate in Italia, esse sono:

- ❖ il sintema di Portovesme del Pleistocene, rappresentato da depositi di piana alluvionale che si caratterizzano per passaggi laterali a depositi di conoide detriti di pendio e
- ❖ i depositi dell'Olocene, che al loro interno, risultano suddivisi in varie sub unità in relazione agli ambienti deposizionali per cui si distinguono depositi alluvionali, di spiaggia, eolici, ecc..

##### 8.2.6.2.3.1. I depositi pleistocenici

Nell'area di interesse, sono visibili i depositi alluvionali attribuibili al Pleistocene superiore e conosciuti nella letteratura come Alluvioni antiche auct..

##### 8.2.6.2.3.1.1. Sintema di Portovesme

Questa unità che affiora nell'area di interesse, affiora poi estesamente anche nelle aree limitrofe.

Il sintema su vasta scala, è suddivisibile in due subsintemi, quello di Portoscuso e quello di Cala Mosca, nelle aree di nostro interesse e in quelle limitrofe, affiora solo il primo.

Stratigraficamente questi sedimenti si caratterizzano per:

- ❖ messa in posto in climi aridi e freddi,
- ❖ ai piedi dei versanti la loro messa in posto è preceduta dalla modellizzazione di pediment di varia estensione,
- ❖ sono precedenti all'Olocene e costituiscono una unità alluvionale.

Il subsintema di Portoscuso, si caratterizza per:

- ❖ presenza di depositi di conoide alluvionale,

- ❖ costituiti in prevalenza da ghiaie grossolane sino alle dimensioni dei blocchi,
- ❖ clasti con spigoli subangolosi e arrotondati,
- ❖ talora si rinvenivano strutture incrociate concave al cui ampiezza e profondità è limitata,
- ❖ si rinvenivano frequenti lenti e livelli piano paralleli o massivi.

Ai sedimenti grossolani, si intercalano sedimenti più fini, le cui caratteristiche principali sono le seguenti:

- ❖ sono presenti in modo molto subordinato,
- ❖ sono in genere rappresentati da sabbie grossolane,
- ❖ si rinvenivano in lenti e livelli che si intercalano ai livelli principali ghiaiosi,
- ❖ la loro deposizione si deve all'opera dei corsi d'acqua con reticolo a canali intrecciati.

La parte basale del deposito è netta, frequentemente poggia sulla formazione del Cixerri e raramente è incisa da paleoalvei.

La superficie di erosione testimonia che prima della fase generale di conformazione delle conoidi alluvionali, i versanti erano stati modellati da estese superfici di spianamento a debole inclinazione caratteristiche di ambienti aridi e subaridi.

La parte sommitale dei depositi, in taluni casi mostra la presenza di orizzonti profondi di luvisuolo e alfisuoli di colorazione rossastra. Al passaggio con i sedimenti alluvionali si osservano bande di decolorazione grigiastre dovute al ristagno stagionale di acqua con carenza di ossigeno.

Gli spessori medi di questi depositi in queste aree e in quelle limitrofe non superano i 5 metri.

In prossimità delle zone di versante limitatamente ad alcune località, si ritrovano intercalazioni di lenti di ghiaie con clasti angolosi e subangolosi, che indicano un trasporto limitato e la presenza di processi da attribuire verosimilmente all'azione di gelo e disgelo sui versanti sovrastanti.

Nelle aree distanti dalla zona di interesse, si sono individuati evidenti cunei di pietre con profondità anche superiore al metro ad indicare la presenza di suoli poligonali tipici dell'alternanza del congelamento e dello scongelamento del suolo.

I depositi, come detto in precedenza, formano terrazzi alluvionali che si ritrovano lateralmente ai lineamenti idrologici maggiori attuali e ai depositi alluvionali olocenici anch'essi terrazzati, con scarpate di altezza da decine di metri fino a qualche metro.

Gli studi effettuati sulle morfologie di tali depositi e sulle loro reciproche interazioni, ha consentito di ricostruire che questi creassero delle estese conoidi alluvionali che si situavano ai lati della depressione del Cixerri e sovralluvionavano il substrato costituito dal fondovalle.

In taluni casi le dinamiche erosive generatesi nell'Olocene hanno troncato i depositi.

#### **8.2.6.2.3.2. I depositi olocenici**

Tra i depositi di questo periodo si ritrovano

- ❖ i sedimenti attuali,
- ❖ i sedimenti derivati dalle modificazioni dell'ambiente olocenico che si caratterizzano per gradi differenti di inattività e seppellimento,
- ❖ i depositi alluvionali terrazzati situati a quote inferiori rispetto a quelli del Pleistocene.

Tra tutti quelli più estesi in affioramento sono quelli di piana alluvionale che passano gradatamente a quelli di conoide alluvionale.

In aree non prossime a quella di interesse, si ritrovano anche depositi di versante.



#### **8.2.6.2.3.2.1. I depositi alluvionali terrazzati**

Si ritrovano estesamente nelle zone limitrofe ed anche in una parte dell'area di nostro interesse.

La loro posizione stratigrafica, fa sì che ricoprano i sedimenti del sintema di Portovesme e siano ricoperti dai depositi alluvionali attuali.

Si caratterizzano per:

- ❖ presenza di ghiaie a stratificazione incrociata concava,
- ❖ deposizione in canali bassi con bassa persistenza, che in taluni casi possono incidere il substrato,
- ❖ si ritrovano ai lati dei lineamenti idrologici attuali o dei tratti di alveo regimati ma non intaccati dalla dinamica attuale, anche se lo potrebbero in caso di eventi meteorici importanti,
- ❖ presenza di ghiaie con stratificazione piana e parallela che si alternano alle prime,
- ❖ in talune situazioni, si ritrovano livelli sabbiosi con stratificazione piana e parallela o incrociata concava,
- ❖ in alcuni casi, si rinvencono sottili livelli pedogenizzati per la presenza di suoli poco evoluti.

Lo spessore di questi depositi, può superare i 10 metri come evidenziano le sezioni esposte lungo le scarpate di erosione fluviale in cui è attiva la dinamica erosiva o in fronti di cava.

In taluni casi, si osserva in situazioni locali, la presenza di approfondimenti del reticolo idrografico fino ad interessare il sottostante substrato.

Nella zona di Vallermosa, il rio Pau, genera una conoide alluvionale appiattita che viene alimentata da altri lineamenti idrologici minori che provenendo dai versanti si riversano sulla zona di pianura.

Nelle aree in posizione elevata delle conoidi, la separazione con i sottostanti depositi del Pleistocene superiore, avviene tramite una scarpata, mentre, nella posizione medio-distale, l'acqua proveniente dalla parte alta ed infiltratasi ha generato dei torrenti e delle vallecicole, che talvolta con il loro progressivo approfondimento hanno indotto la cattura del canale principale contribuendo a generare delle lunghe valli abbandonate.

Nella zona interna alla valle del Cixerri, le conoidi hanno condizionato la dinamica di deposizione del fondovalle.

In genere le differenze cronologiche tra un terrazzo e l'altro si possono desumere dalla freschezza dei sedimenti e dall'assenza di coperture pedologiche.

I depositi terrazzati più recenti, in genere, mostrano una quasi totale assenza di alterazione, mentre nei terrazzi più elevati può dare origine a suoli cambici, luvisuoli o alfisuoli, in quest'ultimo caso favorita dalla natura silicatica dei sedimenti, dalla assenza di basi, dalle caratteristiche climatiche con accentuate differenze stagionali e annuali.

#### **8.2.6.2.3.2.2. I depositi alluvionali**

L'area di nostro interesse, è drenata dal rio Cixerri che scorre a sud con direzione circa ovest est nella omonima valle, su questo lineamento principale, si raccordano diffusi affluenti minori caratterizzati da un regime torrentizio.

Il corso d'acqua principale per le sue caratteristiche idrauliche e per i suoi diversi attraversamenti dei centri abitati, è stato regimato, delimitato con argini artificiali e incanalato.

I depositi alluvionali, si caratterizzano per:

- ❖ presenza di sedimenti grossolani,

- ❖ locali presenze di intercalazioni di lenti e sottili livelli sabbiosi,
- ❖ strutture sedimentarie che non si differenziano da quelle dei depositi olocenici terrazzati descritti in precedenza,
- ❖ i sedimenti fini aumentano andando in direzione est,
- ❖ spostandoci verso gli alti morfologici ed i loro versanti, i sedimenti posti all'interno degli alvei aumentano di dimensioni fino a molto grossolani con ciottoli e blocchi.

Lo spessore dei depositi alluvionali è assai variabile ma in genere non supera i 5 metri.

I corsi d'acqua che provenendo dagli alti morfologici, sboccano nelle valli, sono incisi entro le conoidi alluvionali e confinati da scarpate che possono raggiungere diversi metri di altezza.

L'età dei depositi non è nota ma si può affermare che siano caratteristici degli ambienti deposizionali creatisi in relazione alla fase trasgressiva olocenica.

Nell'area di studio, sono presenti nella zona occidentale subito esternamente al campo fotovoltaico.

### 8.2.6.3. Tettonica

Nel 1973, Cocozza & Schaffer affermano che le faglie dirette che hanno dato origine ai "Graben" della Sardegna si sono individuate a partire dall'eocene inferiore quando, in tutto il Mediterraneo e nell'Europa Centrale e Orientale, si stabilì un campo di tensioni, con  $\sigma_1$  regionale SSW-NNE parallelo alle faglie, determinato sia dal movimento verso nord della placca africana che dall'aumento della velocità di apertura dei sistemi di "rift" nord atlantici e artici. I compartimenti abbassati dai movimenti verticali vengono invasi dal mare nell'Eocene inferiore e in corrispondenza di essi ha inizio la sedimentazione dei bacini terziari. L'orientazione del campo regionale delle tensioni varia, secondo i suddetti Autori, nel corso del tempo. Nell'Oligocene, durante la rotazione antioraria della Sardegna, il  $\sigma_1$  regionale assume una direzione nord-sud e determina la formazione del sistema di faglie nord ovest-sud est, nord-sud e sud ovest-nord est.

Nel Neogene l'orientazione del  $\sigma_1$  regionale è nord ovest-sud est; a questo è legato il collasso del blocco tirrenico secondo fratture orientate nord-sud. In precedenza, Valera (1967) aveva sostenuto che le principali strutture legate alla tettonica disgiuntiva di età alpina derivano dalla riattivazione di faglie paleozoiche orientate nord30°ovest, che è la direzione del Graben del Campidano, e nord 65°est, che è la direzione della struttura del Cixerri. Tali zone di frattura sono state la sede, secondo l'Autore, di imponenti fenomeni disgiuntivi in epoche anche recentissime che hanno determinato lo sprofondamento, documentato da valli sospese e da fenomeni di cattura, di tutto il settore ad occidente dell'attuale costa sarda. Anche Arthaud & Matte (1975) affermano che importanti strutture terziarie della Sardegna derivano dalla riattivazione di faglie del Paleozoico superiore che sono state generate da spinte orizzontali mediamente orientate nord 10°. Si tratta di faglie trascorrenti destre (nord ovest-sud est) e sinistre (sud ovest-nord est) che formano domini distribuiti in una grande zona di taglio legata al movimento destro del complesso Scudo Canadese-Groenlandia-Europa rispetto al blocco africano. In seguito, le faglie predette si sarebbero rimosse con movimenti verticali prevalenti ed avrebbero dato origine, ad esempio, alla struttura terziaria del Campidano che si sarebbe, infatti, impostata su una grande faglia trascorrente destra nord ovest-sud est di età paleozoica.

## 8.2.7. Paesaggio

Per paesaggio, si intende 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 (fonte: Convenzione Europea del Paesaggio, Firenze 20 ottobre 2000).

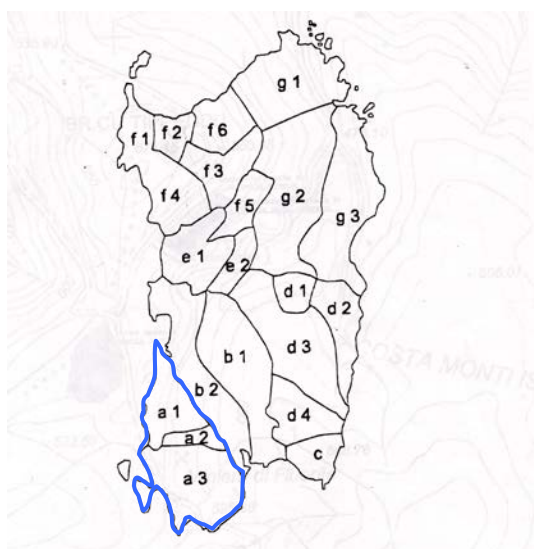
### 8.2.7.1. Geomorfologia

#### 8.2.7.1.1. Inquadramento generale

Secondo la suddivisione operata dal Pelletier, la Sardegna risulta suddivisa in sette grandi unità morfologiche, così denominate:

- ❖ Regioni del sud-ovest (a);
- ❖ Campidano (b);
- ❖ Massiccio dei Sette Fratelli (c);
- ❖ La dorsale del Gennargentu ed il bacino del Flumendosa (d);
- ❖ La regione vulcanica di Campeda e della media valle del Tirso (e);
- ❖ I rilievi del nord-ovest (f);
- ❖ Il gruppo degli altipiani e delle creste a nord del Gennargentu (g).

L'area in esame ricade entro l'area A, nella sub regione delle regioni del sud-ovest denominata Sulcis.



La zona dell'Iglesiente, fa parte della zona più vasta denominata del Sulcis-Iglesiente.

Il Sulcis-Iglesiente, è delimitato nella sua zona settentrionale (da Capo Frasca ai monti di Capoterra) dalla frattura che ha impostato la pianura del Campidano, ed arriva nelle sue aree meridionali fino a Capo Teulada e Capo Spartivento.

Dal punto di vista morfologico non è un'area omogenea ed è divisa in due parti dalla fossa del Cixerri.

Percorrendo l'area da sud verso nord, ritroviamo prima le regioni del Sulcis, quindi la fossa del Cixerri e l'Iglesiente, quest'ultimo nella sua zona nord-occidentale, si divide in Fluminese e Arburese.

Il massiccio dell'Iglesiente, termina a sud nella fossa del Cixerri che lo limita in parte anche nella zona a est, a nord e a sud termina nella pianura del Campidano e ad ovest nel mare.

Morfologicamente, come detto in precedenza, lo si può dividere in tre parti, l'Iglesiente vero e proprio, e le due sub regioni del Fluminese e dell'Arburese.



Il paesaggio, si caratterizza per la presenza di superfici arrotondate, creste ripide con presenza di numerosi ed in molti casi estesi burroni, con versanti in cui è evidente la presenza di detriti di falda ed evidenti dissezioni.

Il paesaggio è, inoltre, caratterizzato dalle evidenze antropiche legate alle pregresse attività minerarie che hanno lasciato in eredità i segni evidenti del loro operato, scavi, detriti, residui delle laverie e vecchi ruderi.

Le montagne dell'Iglesiente, nel loro complesso si mostrano con forme regolari e poco differenziate.

Nel suo settore orientale, sono presenti i rilievi di maggiore importanza, caratterizzati da quote che diminuiscono da settentrione verso meridione, nel settore a nord est, dell'Arburese, è presente il Monte Linas con quota di 1236 metri, sono da citare anche Punta Magusu (1021 metri) e Punta di Santu Miali (1032 metri), mentre, nel settore occidentale le quote sono inferiori e la maggiore ha un valore di 692 metri rappresentata dal Monte Scrocca, procedendo verso sud ovest, si ha una continua diminuzione dove nei pressi di Gonnese si raggiungono i 328 metri di Monte Onixeddu.

Il complesso che forma le cime è molto metamorfosato e poggia sul grande batolite granitico, risulta allineato secondo la direttrice nord nord ovest-sud sud est (Monte Linas, Monte Acqua Pizzinna e Monte Cuccurdoni Mannu) ed a nord, presenta un fronte molto ripido che si affaccia sulla pianura del Campidano, dove occorre citare la caratteristica zona di Villacidro e quella con forme più morbide di Vallermosa.

Il settore posto a nord-est rispetto alla città di Iglesias, mostra la presenza delle creste più dissimetriche di tutto il complesso, tra queste annoveriamo Punta San Michele con quota di 906 metri e più a nord Campu Spina con quota di 939 metri, che sono attraversati da profonde incisioni vallive formatesi per opera dell'intensa azione erosiva delle acque.

La presenza di notevoli affioramenti carbonatici nell'area del complesso montuoso, non ha creato le condizioni per la presenza di estesi fenomeni carsici superficiali, poiché la roccia molto compatta e molto fratturata, ha creato invece le condizioni favorevoli per una erosione profonda.

Il complesso del Marganai è, infatti, di grande importanza per la presenza del carsismo ipogeo, si ritrovano numerose cavità carsiche sia a prevalente sviluppo verticale che orizzontale con grotte attraversate da corsi d'acqua.

Le grotte sono concentrate in aree ben precise tra le quali le più importanti sono: il complesso Gutturu Pala-Su Mannau nel fluminese, l'area del Monte Marganai in particolare la località di Corongiu 'e Mari tra Iglesias e Domusnovas e il Monte San Giovanni tra Iglesias e Gonnese.

L'area del Fluminese, presenta da Buggerru fino al Monte Linas, una serie di creste impostate su litologie sedimentarie, metamorfiche ed eruttive in cui il paesaggio mostra zone estremamente aspre alternate ad aree depresse con forme poco movimentate.

Tra queste aree occorre citare per la loro peculiare caratterizzazione le creste calcaree del Monte Serrau allineate secondo la direttrice est ovest e quelle presenti tra la valle di Fluminimaggiore ed il mare con la presenza in alcuni punti di una stratificazione quasi verticale.

Un'altra area molto suggestiva è quella che domina la vallata del Rio sa Duchessa, sormontato nella sua zona a est e nord est da una serie di creste comprese tra la zona di Malacalzetta e quella di Marganai.

Le litologie su cui si è modellato il paesaggio, sono rappresentate da arenarie, dolomie e calcari su questi ultimi si modellano delle forme aspre e irregolari, mentre, sulle dolomie le forme sono più morbide e regolari.

In queste aree con litologie carbonatiche sono presenti aree carsiche con presenza di doline (zona tra Conca S'Ormu e Canali Bingias) e aree con microcarsismo superficiale.

La zona di Capo Pecora, è caratterizzata dalla presenza di rilievi su litologie calcaree di colore nero metamorfosato fino alla marmorizzazione come Punta Mummullonis (499 metri) e Punte de Su Guardianu (477 metri), con forme ben definite.

La zona è caratterizzata dalla notevole presenza di litologie carbonatiche ma a questa presenza non corrisponde una altrettanto estesa presenza di fenomeni carsici superficiali e tale fatto è dovuto alla possibilità delle acque di essere drenate verso il sottosuolo per la presenza di una fitta rete di fratturazione nell'ammasso roccioso che favorisce l'erosione profonda.

Il carsismo superficiale si limita a poche aree tra le quali ricordiamo l'area di Conca S'Ormu, la valle carsica nei pressi della grotta di San Giovanni, alcune aree presso la diga di Monteponi, mentre, sono notevolmente più numerosi e diffusi gli eventi ricollegabili ai fenomeni carsici profondi tra i quali si annoverano oltre 500 grotte, tra le quali una delle più interessanti ed unica nel suo genere è la grotta di Santa Barbara.

Il complesso del Marganai dove si trova la grotta di San Giovanni, è molto importante per la presenza di pozzi, cioè di carsismo a sviluppo verticale e di grotte collegate fra loro per vie orizzontali.

I ritrovamenti carsici, sono concentrati in zone ben precise e tra queste le maggiori sono nel Fluminese con il complesso Gutturu Pala-Su Mannau, nell'area del Marganai tra Iglesias e Domusnovas e tra Iglesias e Gonnessa con il Monte San Giovanni.

La zona dell'Arburese, si sviluppa su un altopiano lungo una decina di chilometri e largo circa quattro con direzione sud sud ovest-nord nord est, da questo contesto occorre estrapolare i rilievi vulcanici delle aree settentrionali.

Le forme principali sono incise sulle litologie paleozoiche e sulle rocce vulcaniche, con l'area del Monte Linas in cui predominano le litologie granitiche.

L'altopiano è dominato dai rilievi circostanti e a sua volta domina l'area del Campidano.

La zona orientale è caratterizzata dalla presenza del Monte Linas e da una serie di creste ad andamento rettilineo che partendo ad ovest di Guspini arrivano fino a Punta Tintillonis a sud.

La valle del rio Terra Maistus, scavata sui graniti, caratterizza la zona tra Arbus e Guspini indicando il passaggio alla zona del Campidano.

Nella zona nord orientale, l'altopiano che ha una debole pendenza verso nord, si esaurisce nella serie di rilievi che caratterizzano quest'area e nei quali spicca il colle che domina Arbus con i suoi 559 metri, si tratta del Monte Furone Mannu.

La fossa del Cixerri, è una struttura tettonica a graben percorsa dall'omonimo fiume, affluente del rio Mannu di Cagliari, ha una larghezza media da nord a sud di circa 8 chilometri e che si estende in lunghezza da Iglesias al Campidano per circa 30 chilometri, è delimitata a nord dal massiccio dell'iglesiente, ad ovest dagli alti morfologici di Gonnessa e a sud dai rilievi del Sulcis.

All'interno della fossa le quote non superano mai i 150 metri.

Nonostante la somiglianza morfologica apparente con la pianura del Campidano, la pianura del Cixerri ha una impostazione tettonica più antica.



Le litologie appartenenti al substrato, non sono in profondità, in molti casi sono a bassissime profondità e spesso affiorano (Villamassargia, Siliqua, Domusnovas) tra le alluvioni antiche e recenti che occupano la maggior parte della superficie.

La fossa è colmata da alluvioni, le cui superfici sono costituite da piani inclinati che si incastrano fra di loro e la cui inclinazione è da ovest verso est, con i corsi dei fiumi che hanno creato degli alvei profondi anche 10-12 metri.

Le forme che si ergono al centro della pianura, sono molto eterogenee, con rilievi differenziati per la loro origine e per il loro aspetto.

Al centro della pianura, sono presenti dei coni vulcanici del tipo isolato, la cui messa in posto si deve probabilmente a manifestazioni vulcaniche violente di materiali viscosi a rapida solidificazione.

Tra questi citiamo: il Monte Truxionis con quota di 125 metri, il Monte Exi con quota di 369 metri, il Monte Gioiosa Guardia con quota di 396 metri e il colle del castello Acqua Fredda presso Siliqua con una quota di 253 metri.

Oltre a questi alti morfologici, si trovano dei rilievi la cui messa in posto, sempre di origine vulcanica, è originata dalla intrusione di materiali vulcanici entro fratture presenti nei materiali preesistenti, così si sono originati, Monti Accas, Monte Idda ed altri.

Tra queste forme aspre, si trovano anche forme meno nette ma sempre con versanti ben delineati e marcati e tra questi citiamo nei pressi di Villamassargia il complesso impostato sulle litologie calcaree del paleozoico, che si sviluppa con direzione circa ovest sud ovest-est nord est e su cui spicca il Monte Ollastus con i suoi 174 metri di altitudine.

La morfologia dell'area si modifica andando dalla pianura del Cixerri verso nord dove si erge il massiccio montuoso dell'Iglesiente che nel suo settore sud-ovest giunge fino a Gonnese e che per i suoi connotati morfologici, come detto in precedenza, viene suddiviso in tre aree: l'Iglesiente vero e proprio e le due sub-regioni del Fluminese e dell'Arburese.

#### **8.2.7.1.2. Descrizione dell'area limitrofa**

Le aree limitrofe alla zona del futuro cantiere, sono state analizzate spostandoci dalla zona oggetto verso i diversi punti cardinali.

L'area a nord, è caratterizzata da un graduale aumento delle quote, dove si ritrova Cuccuru picciau con quota di 413 mslmm, al di là del quale le quote diminuiscono per la presenza di un compluvio rappresentato dal Rio Marchioni in prossimità del quale le quote calano bruscamente fino a 255 mslmm. Continuando il percorso verso nord, le quote aumentano e in tale aree ritroviamo allineate in direzione circa ovest est gli alti morfologici di Guardia Nanni con quota 543 mslmm, quindi Monte Cumburu con quota di 432 mslmm ed infine più a est Monte Candelatzu con quota di 323 mslmm.

Verso est, si assiste ad una graduale e progressiva diminuzione delle quote con pendenze gradualmente ed in questo territorio subpianeggiante si inseriscono i compluvi di diversi rii e gli alti morfologici tra i quali citiamo Seddas su Sparau con quota di 96 mslmm e Vallone Stracosciu con quota di 101 mslmm.

Verso sud, si ha una progressiva diminuzione delle quote e tale area si caratterizza per la presenza di diversi lineamenti idrologici data la prossimità con la linea drenante principale rappresentata dal rio Cixerri e di rari e isolati alti morfologici.

Verso occidente, si ha un territorio pianeggiante o subpianeggiante in cui risaltano rari alti morfologici come quello presso case Congiu con quota di 129 mslmm e frequenti lineamenti idrologici che provenienti dalle aree montuose ubicate a nord convogliano le acque verso il drenaggio principale (rio Cixerri).

#### 8.2.7.2. Inquadramento paesaggistico

La zona è caratterizzata dalla presenza di un paesaggio nel quale non solo la vegetazione, ma anche la fauna, non sono state radicalmente modificate per le esigenze delle attività produttive quali quelle agricole, orticole o arboricole. Il territorio circostante l'area della miniera, si presenta con vegetazione naturale, essenzialmente costituita da raggruppamenti molto limitati arealmente e quantitativamente di specie arboree e arbustive, queste ultime generalmente sotto forma di siepi. Tutti questi elementi, hanno origine naturale e sono costituiti da specie autoctone, ad eccezione di specie arboree quali eucalipti, che vengono utilizzati per la costituzione di filari frangivento o di bonifiche produttive per la produzione di legna da ardere. Al fine di poter effettuare una valutazione paesistica del territorio in analisi, si sono rilevate e analizzate le componenti paesistiche maggiori (biotopi come per esempio, boschi, acque correnti, acque stagnanti, sorgenti, rocce, doline, dune, ecc.) e quelle minori (elementi vegetali, elementi geologico-morfologici, elementi idrologici, confini) ed è stato assegnato a ciascuno un punteggio da 1 (negativo) a 5 (positivo) attraverso delle check-list di valutazione analitica delle componenti paesistiche. I punteggi parziali sommati fra loro, danno un punteggio totale che varia da 4 a un massimo di 20. In base al punteggio totale, si stabiliscono le seguenti classi di valore paesaggistico:

- ❖ classe 1 (valore modesto) : punteggio totale da 4 a 8
- ❖ classe 2 (valore medio) : punteggio totale da 9 a 14
- ❖ classe 3 (valore alto) : punteggio totale da 15 a 20
- ❖ indipendentemente dal punteggio totale conseguito (quindi da 4 a 20), la presenza di una difesa giuridica (per es. un monumento o una piccola riserva naturale) comporta l'inserimento in classe 4.

Nel caso in oggetto, il valore finale assegnato è pari a 12, pertanto l'ambito è inserito in classe 2 con valore paesistico medio.

#### 8.2.7.3. Elementi ambientali

Il territorio comunale di Siliqua, è censito come territorio non costiero dal PPR, la sua superficie è pari a 189.81 kmq di cui 8.80 kmq in territorio d'ambito pari al 4.64% dell'intero territorio.

Considerando l'area delimitata dal territorio d'ambito numero 7 al quale appartiene il territorio comunale, così come definito dal Piano Paesaggistico Regionale, costituiscono elementi ambientali:

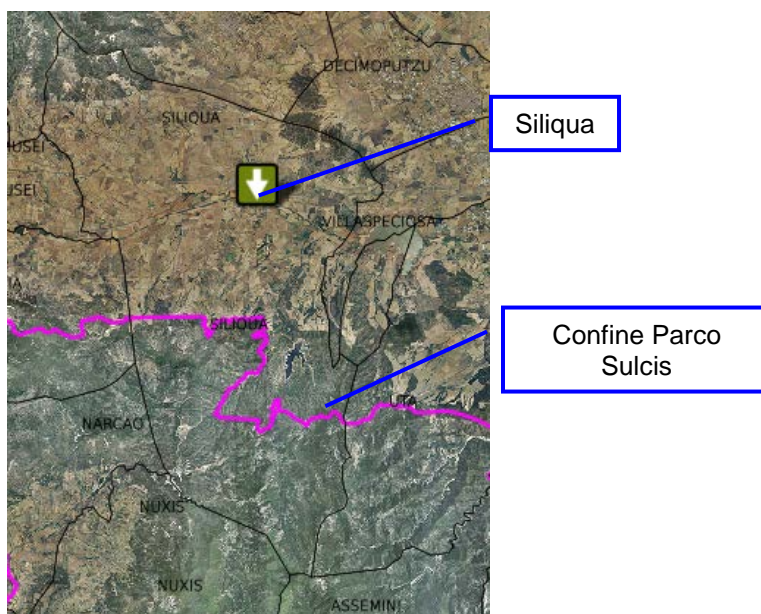
- ❖ il sistema di spiaggia di Portixeddu che si allunga con un ampio arco sabbioso per 2,8 chilometri ed un vasto campo dunare stabilizzato tra le località di Portixeddu e San Nicolò;
- ❖ il sistema oro-idrografico del Rio Bega e affluenti del sistema fluviale del Rio Mannu di Fluminimaggiore, che sfocia nella baia di Portixeddu;
- ❖ il sistema oro-idrografico del Rio Bau Porcu e del Rio Is Arrus afferente al bacino del Rio Antas;
- ❖ il sistema orografico carbonatico di Su Mannau, Gutturu Pala, Serra de Baueddu e sistemi carbonatici di Buggerru e San Nicolò, Monte Pira Roma-Punta su Liberau, Punta Seucci e Monte Segarino;
- ❖ l'altopiano di Pranu Sartu, il promontorio di Torre Domestica e il Porto di Canal Grande;
- ❖ la valle di Acquaresi e i bacini minerari;

- ❖ le Unità carbonatiche cambriane del sistema orografico del Marganai-Iglesiente, dell'anello metallifero del bacino minerario dell'Iglesiente e del settore di Gonnese;
- ❖ la valle di Iglesias e del bacino del Rio San Giorgio;
- ❖ la piana costiera di Gonnese e sistema di spiaggia e dunare di Fontamare, comprendente la zona umida di Sa Masa;
- ❖ il sistema colluvio-alluvionale della testata della piana del Cixerri;
- ❖ le aree minerarie del bacino del metallifero;
- ❖ i siti di importanza comunitaria: Costa di Nebida, da Is Arenas a Tonnara (Marina di Gonnese), Monte Linas-Marganai, Is Compinxius-campo dunale Buggerru-Portixeddu, Capo Pecora

#### 8.2.7.3.1. Principali emergenze naturalistiche del comune di Siliqua

La legge quadro regionale sulle aree naturali protette (Legge Regionale n.31 del 1989) prevedendo l'istituzione del Parco del Sulcis, ha indicato una delimitazione provvisoria dei suoi confini estremamente ampia (68.868 ettari), previsione che si è verificata non realizzabile.

Si estende nei territori di Assemini, Pula, Santadi, Sarroch, Siliqua, Uta e Villa San Pietro, nella Zona di Protezione Speciale ITB044009 e nel Sito di Interesse Comunitario ITB001106 - Foresta di Monte Arcosu e quindi interessa parzialmente il territorio comunale di Siliqua nella sua parte a sud come mostra l'immagine seguente:



La particolarità del territorio delimitato dalla legge quadro è costituita dalla presenza di una delle foreste più antiche e più estese del bacino del Mediterraneo. Si tratta di circa 35.000 ettari di copertura vegetale senza soluzione di continuità (bosco, macchia-foresta, macchia alta) di inestimabile valore naturalistico, dove vivono specie endemiche tra le più rappresentative della fauna sarda come ad esempio: il cervo, l'astore, il gatto selvatico, il geotritone. Il disegno di legge proposto prevede la realizzazione di un parco meno esteso (circa 22.000 ettari) su cui insistono 3 oasi di protezione faunistica istituite dall'Assessore della Difesa dell'Ambiente, denominate:

- ❖ "Gutturu Mannu" di ettari 5.454,
- ❖ "Piscina Manna-Is Cannoneris" di ettari 7.199 e

❖ "Pantaleo" di ettari 1.600,  
per complessivi ettari 14.253.

In queste oasi è operante il divieto all'esercizio della caccia ed è presente l'Ente Foreste della Sardegna che gestisce direttamente, a vario titolo, la quasi totalità del territorio forestale (demaniale e non). Inoltre, nell'area del Parco è presente la Zona di Protezione Speciale (ZPS) ITB044009, della rete Natura 2000 e in attuazione delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE, che ha la finalità di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. La ZPS è ubicata all'interno del proposto Sito di Interesse Comunitario ITB001106 (Foresta di Monte Arcosu). Pur nella sua eterogeneità cronologica il massiccio del Sulcis, di origine paleozoica, è una delle formazioni geologiche più antiche, come testimoniano le modeste altezze dei rilievi (7-900 metri, con l'eccezione di alcune vette che superano di poco i 1000 metri). I rilievi montuosi sono numerosi e data l'uniformità delle altezze sono quasi nascoste, alla vista dalle pianure circostanti, dai rilievi più esterni di 5-600 metri. Fa eccezione il Monte Arcosu, ben visibile dalle pianure del Campidano e del Cixerri in quanto si tratta della vetta più esterna, a nord, fra quelle di maggiore elevazione.

Il domo lavico dell'Acquafredda, che divide il nome con il sovrastante castello, per la sua posizione singolare allo sbocco della valle del Riu de Sa Schina de Sa Stoia, dove occupa una superficie di 20 ettari, è la più importante fra le strutture vulcaniche allineate al margine meridionale della Piana del Cixerri. Il domo, con la sua altitudine da 80 a 253 metri, non è che la terza in ordine di altezza, ma per la posizione topografica e la forma è la più spettacolare. L'edificio vulcanico è costituito da andesiti, lave massive a struttura porfirica con grossi fenocristalli di plagioclasio zonato ed anfibolo (orneblenda). La presenza dell'anfibolo indica che il magma era ricco e saturo in acqua, con pressioni di cristallizzazione sicuramente superiori a quelle delle andesiti s.s., povere d'anfibolo, affioranti in altre parti dell'Isola (Coulon, 1977). Il domo lavico si è formato per raffreddamento e consolidamento rapido di lava, che, spinta dal basso all'uscita di una bocca vulcanica, per la sua viscosità si è ammassata sul posto senza espandersi in superficie. L'attività eruttiva viene da alcuni fatta risalire al terziario. Due datazioni eseguite dal Savelli (1975) col metodo K-Ar mostrano un'età di 27,6 e di 27,8 milioni di anni. Il domo emerge dai depositi detritici che ricoprono la valle del Rio Cixerri, al margine meridionale del suo tratto mediano. La compattezza della struttura cupoliforme aumentava la sicurezza del castello medievale costruito sulla cima dai conti della Gherardesca per difendere la vallata e del quale rimangono le rovine. L'accesso alla cima, infatti, non può avvenire se non risalendo a piedi uno dei due valloncelli che, orientati in senso meridiano, corrispondono ai piani di sbancamento più evidenti. Circondato alla base da un bosco artificiale di eucalipti e conifere, il colle presenta più in alto macchia con lentischi, olivastri, euforbie e similace. Il carattere di rarità di questa emergenza deriva anche dal contesto geologico e paleogeografico in cui si inserisce. Il domo si situa nella parte mediana della valle del Cixerri, ritenuta unica in Italia per le testimonianze delle più antiche fasi continentali del Paleozoico (Maxia, 1935). L'unità paesaggistico-naturale di appartenenza è quella dei conetti vulcanici e guglie andesitiche di tipo peleano che costellano il lato meridionale della depressione tettonica del Cixerri, nonché i margini della fossa campidanese. La valle del Cixerri, che si allunga per circa 30 km in direzione est-ovest, ha avuto sostanzialmente una genesi tettonica, essendosi impostata su un graben o fossa tettonica, formatasi per lo sprofondamento di alcuni blocchi dell'imbasamento scistoso paleozoico rispetto ai pilastri dei rilievi che la delimitano attualmente. I rilievi

scistoso-calcarei paleozoici sono orlati da una fascia di detriti, costituiti da grandi conoidi di deiezione modellati in una successione di ampi terrazzi, riferiti a diverse idrografie del pliocene e del quaternario. Nelle incisioni dei depositi terrigeni continentali del fondovalle affiorano la Formazione del Cixerri e alcuni edifici coniformi di vulcaniti oligo-mioceniche. La Formazione del Cixerri è in prevalenza costituita da arenarie quarzose grigio-violacee, bianco-verdastre o rossastre, spesso conglomeratiche, alternate a marne ed argille siltose ben stratificate. Essendo discordante sul paleozoico e sul mesozoico, essa viene dalla maggior parte degli autori attribuita all'oligocene e rappresenta comunque il tetto del "lignitifero", di età eocenica. È ricoperta dalle vulcaniti pre-mioceniche (Pecorini e Pomesano Cherchi, 1969). Alcuni coni vulcanici sono isolati (Monte Exi, Monte Gioiosa Guardia, Monte Truxionis e l'Acquafredda), altri si presentano raggruppati: ad oriente di Siliqua si addensa una decina di edifici vulcanici (Monte S'Ega Sa Femmina, 253 m, Punta Sa Pibionada, Monte Niu de Crobu, Monte Idda, Punta de Su Ferru, ecc). Il rilievo vulcanico, le cui forme hanno una notevole freschezza, si presenta in giacitura anomala in riferimento ai rilievi scistosi circostanti, rispetto ai quali appare morfologicamente estraneo. Il geologo Carmelo Maxia, vi individuava tre distretti: eminenze situate lungo il bordo meridionale della valle, da Monte Exi a Monte Truxionis, alcune corrispondenti a filoni e spuntoni andesitici, altre a cupole trachi-andesitiche isolate, tra queste appunto il domo dell'Acquafredda. Il secondo distretto, formato da emergenze poco evidenti a prima vista, si trova tra Domusnovas, Siliqua e Vallermosa in corrispondenza di un'altra frattura che corre parallela a quella di Monte Exi, e i cui rilievi, oggi smantellati, rappresentano probabilmente la testimonianza dell'ultima fase eruttiva nella valle del Cixerri. Un terzo raggruppamento si trova sul bordo occidentale del Campidano, ed ha la sua sommità nel Monte Idda. Consiste di cime coniche che si alzano sulla pianura di 100-150 metri e si addensano proprio dove convergono le fratture delle due fosse del Campidano e del Cixerri. L'erosione fluviale, ripresa in seguito al sollevamento di età pleistocenica, e forse tuttora in corso, ha successivamente inciso lo sbarramento, terrazzando le alluvioni precedenti. Di un certo interesse la fauna ornitica che abita il colle: piccioni torraioli, rapaci notturni, pipistrelli e soprattutto falchi grillai, una specie a forte rischio d'estinzione.

#### **8.2.7.3.2. Principali emergenze storiche del comune di Siliqua**

Nel territorio di Siliqua, annoveriamo:

❖ Parrocchiale di San Giorgio Martire,

che si trova nel centro storico del paese, quasi di fronte al Monte Granatico. Lo studio più completo, dedicato alla chiesa, è quello condotto da Stefano Basciu in La Chiesa di San Giorgio a Siliqua, pubblicato nel XXXII volume della rivista "Studi Sardi" nel 1999, in cui ne viene ricostruita l'evoluzione dal primo impianto romanico fino ai lavori di restauro del 1984. Tre sono le date da cui non si può prescindere per la ricostruzione dell'evoluzione architettonica della chiesa: termine ante quem il 1594, anno della prima attestazione documentata nei Cinque Libri; il 1614, in cui furono costruite le cappelle laterali vicino al presbiterio; infine il 1777, data in cui l'edificio risulta già configurato come oggi. La chiesa, dato il suo impianto romanico, risale al medioevo, sebbene non ci sia pervenuta alcuna fonte documentaria che ne attesti l'esistenza in quel periodo. Non si ha alcuna testimonianza scritta neppure della sua trasformazione in forme tardo gotiche, cioè con un'unica navata, una cappella presbiteriale e quattro cappelle per lato. La rimozione degli intonaci della parte mediana della facciata, avvenuta nel corso dei lavori di restauro del 1984, ha messo in luce l'antico paramento murario, consentendo l'individuazione di strutture pertinenti al



primo impianto dell'edificio. Nella facciata sono visibili tre bassorilievi, uno a destra e gli altri due a sinistra rispetto al rosone. In quello a destra è scolpito "uno scudo a sei bande, affiancato dal profilo di un colle sulla cima del quale svetta un maniero" collegato ad una torre attraverso una serie di sei arcate; nella parte inferiore del maniero si intravedono "tre torri merlate raccordate da cortine murarie, anch'esse merlate". Gli altri due bassorilievi "raffigurano ciascuno uno stemma capovolto": uno è apparentemente senza incisioni, l'altro presenta "uno scudo con unica fascia spezzata a zig zag e laccetto".

#### ❖ Chiesa di Sant'Anna

che è di particolare interesse in quanto testimonianza dell'architettura della prima età aragonese in Sardegna. Di essa non si conoscono né la data di fondazione né quella di consacrazione, ma è certo che esistesse già prima del 1481, perché un documento di quell'anno ne attesta i lavori di riedificazione essendo la chiesa preesistente completamente in rovina. Pur modesta quanto a impegno e risultato edilizio, la chiesa costituisce un episodio architettonico tipico della completa assimilazione, da parte di maestranze locali, degli elementi culturali trasmessi da quelle catalane trasferitesi in Sardegna e impegnate nel territorio. È interamente concepita secondo lo schema gotico catalano. La chiesa ha un campanile ordinario a vela, un tempo con scala esterna portatile e in legno, e una campana (nel 1761 erano due).

#### ❖ Chiesa di Sant'Antonio

che si trova nelle vicinanze della Parrocchia e risale anch'essa al periodo della dominazione aragonese, ricorda, infatti, nelle merlature e nel campanile a vela lo stile della chiesa di Sant'Anna. Ha quattro ingressi: il portone principale che si apre sulla piazza, un altro ingresso sul lato sinistro rispetto al portone, e due nella Sagrestia, uno che si affaccia su Via Mannu, l'altro sul cortile. Nel presbiterio vi sono tre nicchie: in quella sopra l'altare è posta la statua di Sant'Antonio, in quelle laterali sono esposte le statue del Sacro Cuore e di Santa Cecilia. Questa chiesa ha un solo altare con una nicchia al centro provvista di vetrata e velo, dove si trova l'immagine di detto S. Antonio a mezzo busto, e un'altra immagine dello stesso Santo, a corpo intero, al lato dell'altare.

#### ❖ Chiesa di San Sebastiano

si trova nella piazza Martiri, di fronte al monumento dei caduti. L'edificio, attualmente, presenta una facciata segnata da una cornice a doppia inflessione e muratura a vista. È costituita da un'unica navata, di modeste dimensioni, sicuramente secentesca con lesene interne destinate a sostenere archi trasversi per la copertura, che sono rimaste interrotte al livello dei capitelli. Oltre all'ingresso principale sulla piazza, ve ne sono altri due ai lati della chiesa. Nella parte destra della facciata si trova una placca di ferro posta dall'Istituto Geografico Militare che indica la quota altimetrica di Siliqua pari a 66 metri sul livello del mare e la scritta caposaldo di livellazione dell' Istituto Geografico Militare. In origine la chiesa aveva una struttura molto più articolata che può essere ricostruita tramite l'inventario del 1761. Ha il suo campanile, ordinario, con una campana piccola e una scala portatile dalla parte esterna e una sua tettoia sul davanti.

#### ❖ Chiesa di San Giuseppe Calasanzio,

fu edificata, nel 1754, dal sacerdote Giuseppe Serra sotto il diverso titolo del Santissimo nome di Maria e ubicata nell'omonimo rione di San Giuseppe. Dall'inventario del 1761 la chiesa risultava distante mezzo miglio dal paese. Il tetto era in canne e tegole senza assito, escluso il tratto occupato dall'altare ricoperto di tavole. Aveva un unico altare, con una nicchia dove era posta la statua del beato Giuseppe Calasanzio e nella parte più alta il dipinto del Nome di Maria con vetrata e velo. I due ingressi si aprivano uno sulla

facciata e l'altro sul lato destro. Il campanile era ordinario senza campane e senza scala. La sacrestia, di ordinaria costruzione, aveva una finestrella con rete in legno ma senza vetri.

❖ Chiesa Campestre San Giacomo di Stia Orro,

apparteneva ad un antico centro abitato di epoca medievale. Nelle sue vicinanze sono ancora visibili i ruderi di un antico convento costruito probabilmente dai padri vittorini di Marsiglia intorno all'XI secolo. Esempio di un'architettura minore, probabilmente di origine monastica, la chiesa è formata da un nucleo centrale più antico di forma rettangolare orientata con l'altare verso est. Le murature sono in pietrame, legato con malta di pessima qualità ma, in alcuni tratti, si intravedono conci in pietra da taglio ben lavorata. La facciata sulla quale si apre una porta ad arco è successiva e risale alla prima metà del 1600. Sovrastano il portale d'ingresso una piccola finestra ottagonale e un campanile a vela. Nei pressi della chiesa si trovano due fonti, sa mitza de santu laccu e sa mitza de Danielli.

❖ Chiesa di Santa Margherita

si trova a poca distanza dal castello di Acquafredda. Secondo l'inventario del 1761, fu ricostruita a spese del nobile don Gaetano Cardia nel 1758. L'edificio presentava già da allora una navata unica e il tetto in tegole e tavole di legno. All'interno della chiesa vi era un solo altare con una nicchia in cui era esposta l'immagine della Santa. Oggi, anche dopo il restauro, nel 1947, ad opera dei ferrovieri delle ferrovie meridionali, presenta forme gotico catalane con facciata a terminale piano orlato di merlatura che risale probabilmente al 1600.

❖ Chiesa campestre San Marco,

di cui oggi rimangono solo pochi ruderi, non si conosce né quando né da chi fu edificata. Aveva un'unica navata, il tetto in canne e tegole senza assito. Aveva due porte, una grande sulla facciata e una piccola dalla parte dell'epistola, un campanile piccolo e ordinario senza campana e scala, altare senza retablo. L'uso della chiesa fu interdetto dal Canonico Ignazio Vincy il 24 maggio 1760 poiché il tetto era pericolante. Essa non fu probabilmente ristrutturata e lentamente andò in rovina: infatti, già in un documento del 1777, conservato presso l'archivio della Curia Arcivescovile di Cagliari, non risulta più citata tra le chiese rurali di Siliqua.

❖ Ruderi della chiesa di Santa Maria,

si trovano a pochi chilometri dal paese nella località chiamata anticamente salto cabalis e oggi nota col nome di Gibasoli. Fu edificata, in epoca medievale, secondo gli schemi dell'architettura romanica sopra le rovine di un edificio termale di età romana. Vicino sono visibili i resti del ponte e dell'acquedotto romano. Era costituita da un'unica navata con tetto in serradizos e tegole. Nel 1761 la parte sopra l'altare fu coperta con tavole in legno. Non possedeva né campana né scala. Davanti e nella parte del Vangelo, ossia a sinistra rispetto all'altare, aveva una tettoia.

❖ Chiesa dedicata a Santa Barbara,

nei pressi del castello di Acquafredda, citata in alcuni antichi documenti risalenti all'epoca giudicale. Diverse sono le ipotesi sull'esatta ubicazione della chiesa. Da alcuni documenti, datati 1215, 1216, 1238, si può dedurre l'esistenza di una cappella sul monte del castello. In alcuni di essi è citato il prebiteru Iohanni Spina capellanu miu de su Monti de Aquafriida, in altri Benitu castellanu de su Monti de Aquafriida (castellanu è probabilmente un errore e va letto capellanu, secondo Gianni Serreli, Simona Sitzia e Stefano Castello autori di La Curadoria del Sigerro). La cappella ricordata in questi documenti potrebbe essere la chiesa di

Santa Barbara. Un'altra ipotesi, non confermata, la identifica con l'attuale chiesa di Santa Margherita, anche se il ritrovamento di un capitello e di alcuni elementi architettonici all'interno della cinta muraria, durante gli scavi del 1999, introducono una nuova ipotesi di ubicazione della chiesa.

#### **8.2.7.3.3. Principali emergenze archeologiche del comune di Siliqua**

Nel territorio di *Siliqua*, occorre citare il Monumento Naturale del colle di Acquafredda e il suo castello medievale che dominano la valle del Cixerri, in un sito rilevante per la flora, la fauna ed il paesaggio. La tradizione attribuisce la costruzione del suggestivo castello di Acquafredda ai conti della Gherardesca, nella persona del famigerato Ugolino, ricordato nell'*Inferno* dantesco. Di fatto, in mancanza di sicure attestazioni documentarie, l'impianto della fortificazione si può collocare per via ipotetica nella prima metà del XIII secolo. I Donoratico della Gherardesca entrarono in possesso della parte sud ovest della Sardegna dopo la caduta del regno di Cagliari. Con la prigionia di Ugolino nella torre della Fame, il castello passò nelle mani dell'amministrazione pisana e successivamente, nel 1326, finì sotto il controllo della Corona d'Aragona. È del 1408 un documento che sancisce la smobilitazione delle truppe ancora alloggiate nel castello, ormai inutile in un'isola quasi interamente conquistata dalle truppe aragonesi. Divenuto feudo, fu affidato a Pietro Otger e successivamente fu costituito in baronia nel XVI secolo. Non è chiaro se il castello fosse allora abitabile. La prima notizia documentaria dello stato di abbandono si ha nel 1785, quando il castello viene definito "distrutto". La fortificazione si articola su tre livelli: il borgo, la torre cisterna e il castello vero e proprio. Il borgo era la parte più bassa di tutto il complesso e comprendeva una serie di ambienti atti ad ospitare servi, truppe, stalle e magazzini. Il tutto era difeso da una cinta muraria merlata, lunga circa 80 metri, nella quale sono stati individuate le tracce di quattro torri e del cammino di ronda. Nel borgo è stata ritrovata anche una cisterna, voltata a botte e realizzata in mattoncini di laterizio. Al secondo livello è ben visibile una torre cisterna, anch'essa voltata a botte e articolata in tre vani che potevano essere interamente riempiti d'acqua. A 256 metri di altezza si trova il castello vero e proprio, oggi in avanzato stato di degrado nonostante i ripetuti restauri. Doveva avere una pianta ad "U" e tre piani, di cui uno sotterraneo e due in elevato. Non rimane nulla del torrione principale mentre si conserva la torre di guardia, posta poco più in basso rispetto all'ingresso. Le rovine del Castello, costruito dalla famiglia pisana Donoratico della Gherardesca, si conservano sul versante meridionale e sulla cima. Esse contribuiscono non poco alla celebrità del sito, menzionato in tutte le guide e carte turistiche della Sardegna. Il castello faceva parte, insieme alla rocca del Monte Gioiosa Guardia, di cui resta molto poco, del sistema difensivo creato dai Pisani attorno all'area mineraria. La cinta muraria esterna, crollata in alcune parti, contiene ancora fabbricati in origine destinati ad alloggi, magazzini, stalle, frantoi, mulini e cisterne per l'acqua. Ai piedi del domo, ad est, sorge la Chiesa di Santa Barbara di Acquafredda che venne donata ai monaci Vittorini di Marsiglia nel 1094 da Costantino, régolo di Cagliari. L'Angius riferisce che ai suoi tempi i resti del castello e delle opere connesse erano ancora notevoli (tre cameroni a volta, alcune cisterne e parti delle mura). L'accesso difficile ha fatto sì che non sia mai stato preso con le armi, cosicché solo il tempo e l'incuria sono stati responsabili della sua distruzione. Molti sono gli studi che riguardano questo castello, per esempio, si veda la voce "Siliqua" (1850) di Vittorio Angius, di qualche anno successivo è il contributo di Carlo Brundo. Più recenti lo studio di Mario Pintor e l'articolo di Foiso Fois. Di quest'ultimo è anche il contributo nel volume "Castelli della Sardegna medioevale" (1992). Esce nel 1995 l'articolo di Donatella Salvi, mentre del 2000 è quello di Stefano Castello e Simonetta.

Per maggiori dettagli vedasi la relazione sulla Valutazione preliminare del rischio archeologico.

#### **8.2.7.4. Carta dell'uso del suolo**

L'uso del suolo descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, corpi idrici, infrastrutture, ricreative, naturalistiche, ecc.), alla scala di indagine e con la metodologia utilizzata.

È l'unico indicatore che visualizza l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio, ed è in grado di individuare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura.

La carta dell'uso del suolo è allegata alla presente come allegato Tematismi di gestione 03\_04.

#### **8.2.8. Assetto socio economico**

##### **8.2.8.1. Trasporti**

###### **8.2.8.1.1. La rete stradale**

Le direttrici principali presenti in Sardegna, sono rappresentate dalle reti di connessione dei centri urbani di livello superiore, pertanto la zona in oggetto non è interessata da tali strutture.

Per quanto riguarda la Sardegna, le strade che appartengono alla rete di 1° livello sono:

- ❖ SS 131 Porto Torres-Sassari-Cagliari;
- ❖ SS 597-SS 199 Olbia-Sassari;
- ❖ SS 291 Sassari-Aeroporto di Alghero.

Si nota come queste strade, siano quelle che formano la cosiddetta "Y", ovvero che garantiscono i collegamenti con i principali porti (Cagliari, Olbia, Porto Torres) ed aeroporti (Cagliari, Olbia, Alghero) dell'isola. Le altre strade che in Sardegna fanno parte dello SNIT, ma non della rete di 1° livello, sono tutte le strade che restano di competenza dello Stato dopo il conferimento alle Regioni e agli enti locali delle funzioni in materia di viabilità. Il sistema stradale sardo è attualmente composto da una rete di circa 49.000 km, suddivisa, dal punto di vista amministrativo, secondo la seguente ripartizione: rete statale, di circa 3.002 Km, rete provinciale, di circa 5.541 Km e rete comunale ed altri, di circa 40.457 Km.

Il collegamento con il sistema infrastrutturale regionale e, quindi, con gli altri ambiti territoriali, è garantito dall'ossatura fondamentale, costituita:

- ❖ sulla dorsale est ovest dalla SS 130 e
- ❖ nella parte restante, dalla presenza di strade statali e provinciali.

Nella zona di interesse, queste direttrici che si configurano come le direttrici principali dello sviluppo territoriale, sono date dalla presenza delle seguenti strade statali:

- ❖ n° 130 che funge da asse di collegamento tra Iglesias e Cagliari e quindi con la direttrice regionale principale;
- ❖ n° 293 che permette il collegamento del centro abitato di Siliqua con quello di Vallermosa.

La rete è completata da una serie di strade provinciali, tra le quali occorre citare:

- ❖ la SP n° 88 che permette il collegamento della SP 2 (pedemontana) con la strada provinciale 89;
- ❖ la SP n° 89 che permette il collegamento del centro di Musei con quello di Vallermosa.

Queste ultime due passano in prossimità del sito la prima in direzione est e la seconda in direzione nord.

###### **8.2.8.1.2. La rete ferroviaria**

La rete sarda complementare e secondaria, gestita da Rfi spa, è costituita da  $\approx 430$  km di linee (2,7% del totale nazionale) a scartamento ordinario non elettrificate a binario unico, eccettuati i 16,6 km della Cagliari-Decimo in esercizio a doppio binario. Lo schema della rete, praticamente risalente al 1881, è elementare: una dorsale longitudinale di  $\approx 300$  km collegante Cagliari con Golfo Aranci (nel nord-est) dalla quale si diramano, all'altezza di Chilivani (nel centro-nord), verso nord-ovest una tratta di 66 km per Sassari-Porto Torres e, all'altezza di Decimo (a sud), verso ovest, una tratta di 8 km per la città di Iglesias con una sub-diramazione di 22 km all'altezza di Villamassargia per la città di Carbonia. L'area è servita dalla rete di livello nazionale secondaria attraverso il collegamento Decimomannu Iglesias che attraversa il centro abitato di Siliqua. L'area non è attraversata dalle direttrici del trasporto locale appartenenti alle Ferrovie della Sardegna.

#### **8.2.8.1.3. La rete aeroportuale**

La rete aeroportuale sarda è costituita dagli scali di Cagliari-Elmas, Alghero-Fertilia, Olbia-Costa Smeralda che rappresentano tre dei ventitré scali del Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti così come definito dal PGT. L'aeroporto di Cagliari sorge nel territorio del comune di Elmas, lo scalo olbiese rappresenta il secondo scalo sardo in ordine di importanza e per volumi di traffico movimentato, l'aeroporto di Alghero-Fertilia dista 12 chilometri dal centro della città di Alghero e circa 25 chilometri da Sassari. Gli aeroporti secondari sono rappresentati da quello di Tortolì e da quello di Oristano, che costituiscono una parte trascurabile del movimento totale in quanto il primo è uno scalo stagionale, operativo da maggio a settembre, il secondo è attualmente inattivo. Nessuno di questi scali insiste sull'area del territorio considerato, l'area è collegata attraverso diverse strade provinciali e statali allo scalo di Cagliari-Elmas.

#### **8.2.8.1.4. La rete portuale**

Il sistema dei collegamenti marittimi tra Sardegna e Continente, può essere sinteticamente rappresentato secondo due direttrici fondamentali:

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

In dettaglio tale schema può così essere sintetizzato:

- ❖ Polo di Cagliari (porto commerciale, scalo industriale noto come Porto Canale e terminal industriali di Assemini e di Porto Foxi comprendente due terminal petroli);
- ❖ Polo del Sulcis-Iglesiente;
- ❖ Polo di Oristano (porto industriale);
- ❖ Polo di Porto Torres, (porto commerciale e porto industriale);
- ❖ Polo Nord Orientale, (porti di Palau, La Maddalena e Santa Teresa di Gallura);
- ❖ Polo di Olbia, (porto commerciale e industriale e terminale ferroviario di Golfo Aranci);
- ❖ Polo di Arbatax, (porto commerciale e industriale di Tortolì-Arbatax).

A tale assetto è poi necessario aggiungere gli 81 porti turistici localizzati lungo le coste che completano il sistema portuale sardo: alcuni di questi scali sono esclusivamente dedicati al diportismo come nel nostro bacino quello di Portoscuso. Nell'area periferica del territorio considerato, si trova una parte del sistema portuale definito come polo del Sulcis-Iglesiente, che nella sua totalità è costituito dal sistema portuale di



Portovesme-Sant'Antioco (principalmente a supporto dei locali nuclei industriali) e da quello di Carloforte e Calasetta, questi ultimi utilizzati principalmente per i collegamenti di breve raggio con l'isola di San Pietro.

### 8.2.8.2. Inquadramento antropico

#### 8.2.8.2.1. Analisi dell'area

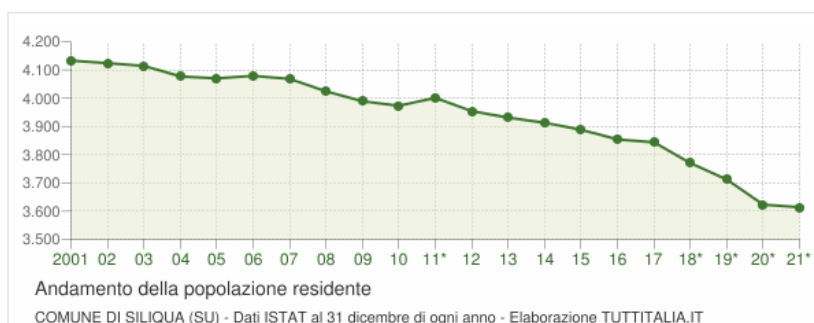
Per avere un inquadramento dell'area in cui insiste l'attività in oggetto, si sono presi in considerazione i dati relativi ai comuni di Musei, Domusnovas, Villamassargia, Vallermosa, Decimoputzu, Villaspeciosa e Siliqua limitrofi all'area di interesse.

#### 8.2.8.2.2. Popolazione

La popolazione risiede principalmente nei paesi limitrofi, mentre, le campagne sono a bassa densità abitativa. La popolazione residente nei centri sopraccitati e la densità di popolazione, secondo i dati provenienti dall'ISTAT, è riportata nella tabella che segue:

<b>Comune</b>	<b>Abitanti 31 dic 2021</b>	<b>Densità di popolazione Abitanti/kmq</b>
<b>Siliqua</b>	3614	18,74
<b>Musei</b>	1512	74,33
<b>Domusnovas</b>	5922	72,77
<b>Villamassargia</b>	3440	36,88
<b>Vallermosa</b>	1810	29,21
<b>Decimoputzu</b>	4205	93,16
<b>Villaspeciosa</b>	2536	94,54

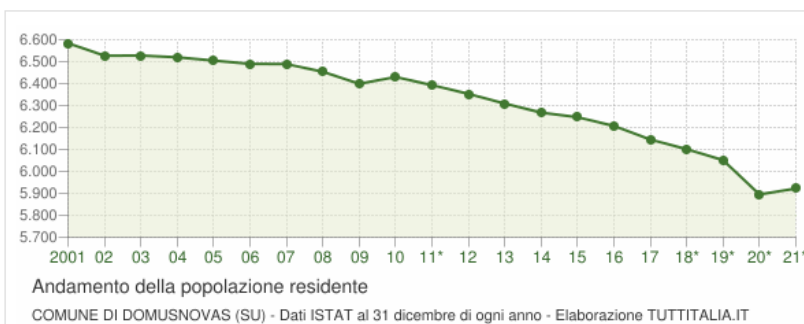
Il comune di Siliqua ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 4.133 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 4.001 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 3.614 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al -12,6%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



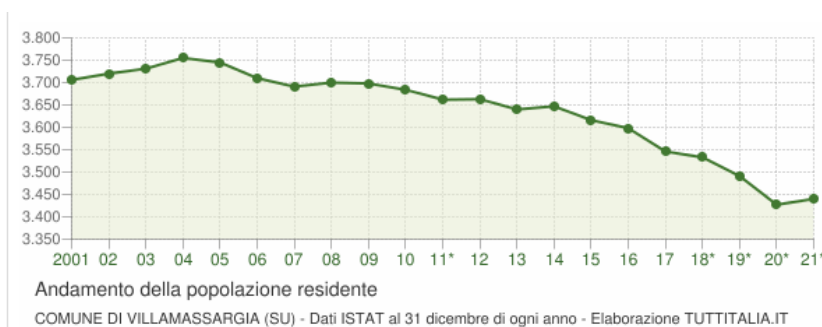
Il comune di Musei ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 1.499 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.527 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.512 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al +0,9%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



Il comune di Domusnovas ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 6.584 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 6.393 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 5.922 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al -10,1%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



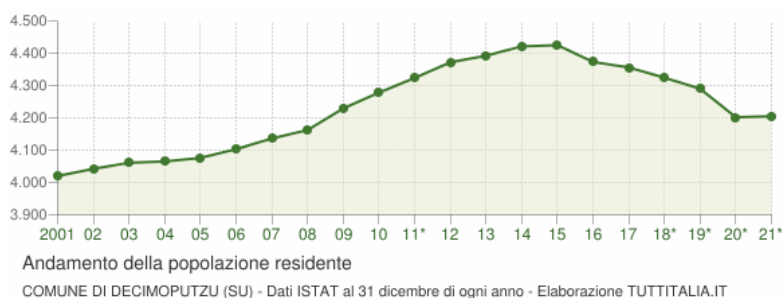
Il comune di Villamassargia ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 3.706 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 3.662 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 3.440 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al -7,2%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



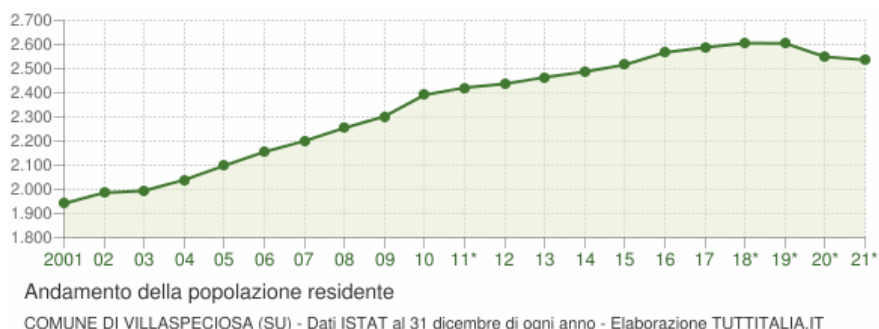
Il comune di Vallermosa ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 2.005 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.940 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.810 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al -9,7%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



Il comune di Decimoputzu ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 4.020 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 4.323 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 4.205 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al +4,6%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.



Il comune di Villaspeciosa ha fatto registrare nel censimento del 2001 una popolazione pari a 1.941 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 2.421 abitanti, nel censimento del 2021 ha fatto registrare una popolazione pari a 2.536 abitanti mostrando quindi nel ventennio 2001-2021 una variazione percentuale di abitanti pari al +30,7%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2021, secondo i dati ISTAT.

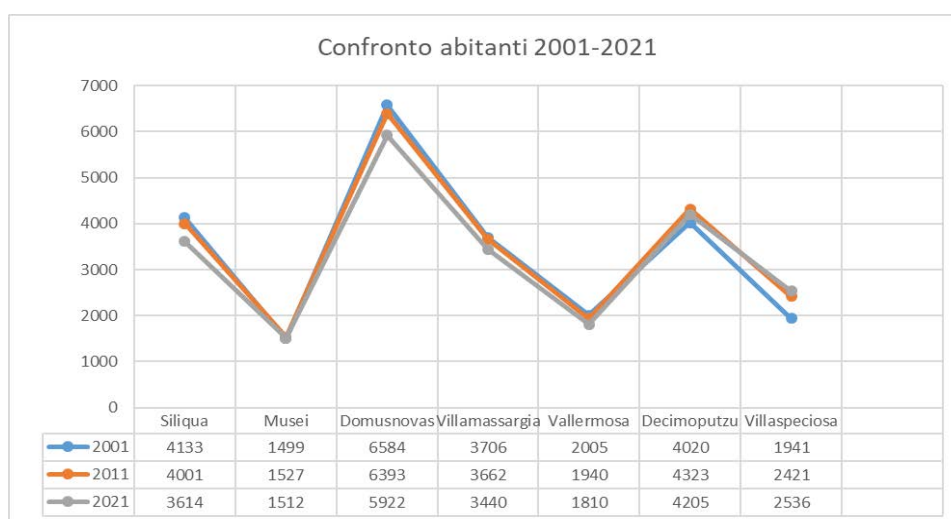


Considerando l'insieme dei comuni indicati in precedenza, i dati sono riassunti nella tabella e nel grafico seguente:

	2001	2011	2021	variazione 2001-2021	variazione 2001-2022
	n°	n°	n°	n°	%
<b>Siliqua</b>	4133	4001	3614	-519	-12,6

<b>Musei</b>	1499	1527	1512	13	0,9
<b>Domusnovas</b>	6584	6393	5922	-662	-10,1
<b>Villamassargia</b>	3706	3662	3440	-266	-7,2
<b>Vallermosa</b>	2005	1940	1810	-195	-9,7
<b>Decimoputzu</b>	4020	4323	4205	185	4,6
<b>Villaspeciosa</b>	1941	2421	2536	595	30,7

<b>Totale comuni</b>	23888	24267	23039	-849	-3,6
----------------------	-------	-------	-------	------	------

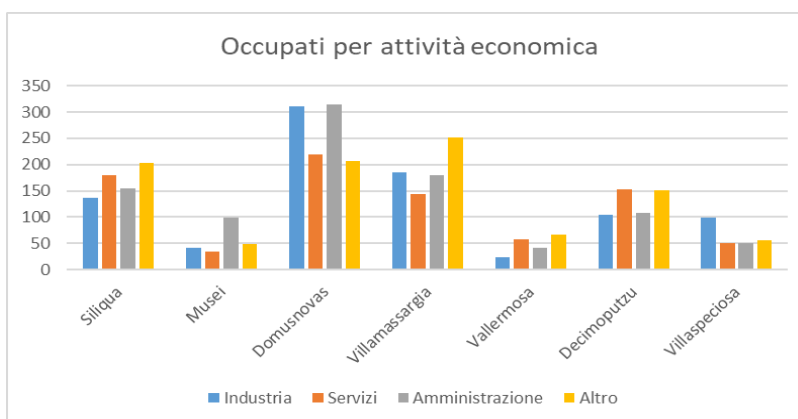


### 8.2.8.2.3. Occupazione

I dati e i grafici del numero degli occupati e delle imprese, suddivisi per attività economica e relativi ai 7 centri considerati, sono i seguenti:

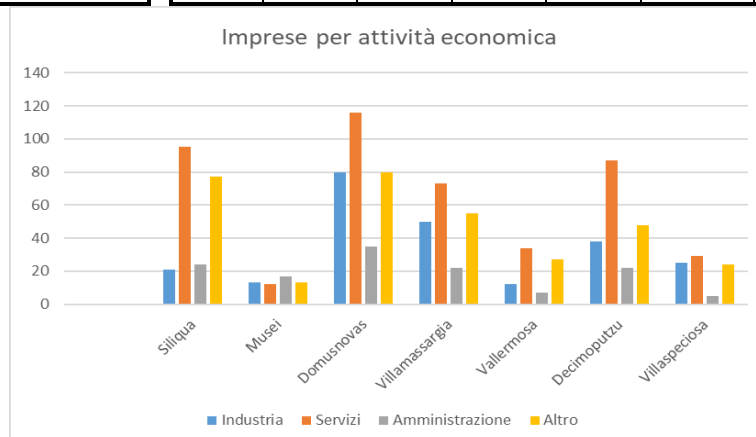
#### Occupati per attività economica

	Siliqua	Musei	Domusnovas	Villamassargia	Vallermosa	Decimoputzu	Villaspeciosa
Industria	136	42	311	186	24	104	99
Servizi	179	34	220	144	58	153	51
Amministrazione	154	98	314	179	41	107	50
Altro	203	48	207	252	66	151	55



#### Imprese per attività economica

	Siliqua	Musei	Domusnovas	Villamassargia	Valdermosa	Decimoputzu	Villaspeciosa
Industria	21	13	80	50	12	38	25
Servizi	95	12	116	73	34	87	29
Amministrazione	24	17	35	22	7	22	5
Altro	77	13	80	55	27	48	24



#### 8.2.8.2.4. Individuazione, descrizione e analisi dei territori

Nonostante la relativa vicinanza con l'area metropolitana di Cagliari, il Sulcis Iglesiente, non ha mai costituito una semplice appendice di Cagliari, infatti, ha sul piano produttivo manifestato, una certa autonomia.

La regione del Sulcis Iglesiente, si trova nella parte occidentale della Sardegna meridionale e comprende due zone distinte, separate dalla valle del Cixerri:

- ❖ l'Iglesiente, che ha come centro principale la città di Iglesias, è costituito da un ampio tratto montagnoso delimitato dalla valle citata a sud, dal Campidano a est e dal Guspinese-Arburese a nord e



- ❖ il Sulcis, ha invece Carbonia come suo centro principale ed include tutto il territorio a sud ovest della valle del Cixerri.

Queste due zone, comprendono 25 comuni, ma ai fini della presente, si è considerato un territorio più ampio che coincide con l'area Pit nel quale fanno parte anche i centri di Carloforte, Decimoputzu e Villaspeciosa, tale unione fa parte di una volontà programmatica delle comunità locali, ai fini della costruzione dei Progetti integrati territoriali ed espressa al tavolo di concertazione provinciale.

Quest'area comprende integralmente i due sistemi locali del lavoro di Iglesias e di Sant'Antioco e si estende anche ad altri quattro comuni: Teulada, Uta, Decimoputzu e Villaspeciosa per una superficie di circa 2.100 chilometri quadrati, che rappresenta più di un terzo della provincia di Cagliari.

La ripartizione del territorio è disomogenea, data dalla notevole differenza di superficie dei diversi territori comunali, infatti, Iglesias, Teulada e Siliqua possiedono sommandoli quasi il 30% dell'area complessiva, mentre realtà come Musei, Piscinas e Masainas nell'insieme non raggiungono il 3%.

L'Area Pit del Sulcis Ighesiente, annovera una popolazione di circa 153.000 residenti, concentrata in pochi comuni, tra i quali i principali sono Carbonia e Iglesias che possiedono insieme il 40% della popolazione complessiva.

Altro centro di dimensioni importanti è Sant'Antioco, che quasi raggiunge i 12.000 residenti ed attorno a questi tre centri principali, si raccolgono altri 5 comuni: Gonnessa, San Giovanni Suergiu, Domusnovas, Carloforte e Portoscuso con una popolazione consistente (tra le 5 e le 6.000 persone).

La densità demografica superiore alla media regionale rappresenta uno degli elementi di spicco di questa area, il dato maggiore è quello di Carbonia con 208 abitanti per chilometro quadrato a cui segue quello di Iglesias con un valore di 140, per contro ci sono dei centri con bassissimi valori.

Nell'ultimo decennio è però tutto il Sulcis Ighesiente a subire un intenso decremento della popolazione, a ritmi doppi rispetto alla media regionale e quadrupli rispetto a quella provinciale.

Il fenomeno non risparmia i centri più importanti tra cui Carbonia e Carloforte.

Il peso delle classi più anziane su quelle giovani, testimoniato dall'indice di vecchiaia, supera nell'area il valore 100, contro una media provinciale e regionale molto inferiore (89).

L'indice di dipendenza, che misura la incidenza dei giovani e degli anziani ed in pratica indica la popolazione improduttiva su quella in età da lavoro, è molto elevato e quasi doppio rispetto alla media provinciale.

Tali dati indicano una perdita progressiva della realtà produttiva che la zona del Sulcis Ighesiente si era guadagnato nel corso del tempo.

Nel Sulcis Ighesiente che, vanta un terzo della superficie provinciale e un quarto della popolazione, si produce relativamente meno reddito rispetto agli aggregati di riferimento. L'area in esame infatti, pur possedendo il 21% dei contribuenti della provincia di Cagliari, genera "solo" il 18% del reddito imponibile. Ciò dipende dal più basso reddito pro-capite (11.863), che rappresenta solo l'88% della media provinciale (13.682 euro) e il 98% di quella regionale (12.552 euro).

Gli unici comuni in cui il reddito pro-capite raggiunge livelli paragonabili alla media provinciale sono quelli maggiori, Portoscuso con 13.675 euro, Carbonia con 13.502 euro, Iglesias con 13.258 euro e Carloforte con 12.469 euro, a questi si contrappongono i redditi medi molto più bassi che si hanno nei piccoli centri come Decimoputzu (8.109), Masainas (8.370) e Villaperuccio (8.832).

La realtà di Portoscuso, in cui si ha il dato più elevato, fa risaltare l'importanza che svolge la grande industria nella produzione del reddito, mentre, la concentrazione dell'imponibile nei due comuni maggiori di Carbonia e Iglesias, che insieme arrivano al 45% del totale, fa capire che qui risiede buona parte della ricchezza.

Nel Sulcis Iglesiente vive più del 20% dei lavoratori agricoli della provincia di Cagliari e opera il 25% delle aziende censite, che lavorano su una equivalente parte della superficie agricola utilizzata. L'attività si svolge prevalentemente lungo la valle del Cixerri, da Uta e Decimoputzu, passando per Siliqua, Narcao, Iglesias e Carbonia, sino ad arrivare al comune di San Giovanni Suergiu (980 aziende) che è, insieme a Calasetta (711), quello con più aziende. In testa alla classifica per numero di lavoratori agricoli troviamo ancora San Giovanni Suergiu (2.717), seguito da Uta (circa 2.100).

Il Sulcis Iglesiente ha una densità di occupati in agricoltura inferiore alla media regionale, tale fatto, indica l'assenza della monocoltura del settore primario e la presenza di una realtà economica più ricca e articolata che altrove.

Nel settore zootecnico i segmenti di maggiore specializzazione sono quelli ovino (179 mila capi) e caprino (35 mila). Nel settore ovino, che vanta il 57% del patrimonio zootecnico complessivo, il maggior numero di capi si concentra a Siliqua (più di 40.000), le altre realtà importanti sono Iglesias, Carbonia, Decimoputzu e Villamassargia con una presenza di circa 15.000 capi ciascuno.

Il settore caprino ha nell'area la specializzazione più elevata, con l'11% dei capi, quasi il triplo della media regionale (4%) con le realtà di Fluminimaggiore, Iglesias e Teulada che hanno il maggior numero di capi (tra i 5.000 ed i 6.000).

Scarsa è invece l'incidenza del settore equino e la presenza di bovini e di suini.

Il Sulcis Iglesiente ha da sempre rappresentato l'area isolana con il maggior sviluppo ed impegno industriale.

Il settore assorbe nel Sulcis Iglesiente il 32,5% della manodopera, contro una media regionale e provinciale che si situano al 24 per cento. Alcune realtà costituiscono delle vere e proprie città industriali, come Portoscuso dove più dell'80% degli abitanti lavora nel comparto e Gonnese e Narcao dove si supera il 50 per cento. L'attività commerciale e quella delle istituzioni hanno una incidenza in linea con quella rivestita nei bacini di riferimento. Meno presenti sono invece i servizi di mercato (al netto di quelli commerciali) che occupano il 23% degli addetti, contro il 29% a livello regionale.

Va sottolineato inoltre l'incremento dell'occupazione e del peso del settore pubblico, in controtendenza rispetto ai contesti di riferimento.

Il Sulcis Iglesiente vede anche la presenza di una cospicua componente di imprese artigiane, che sono pari al 34% del totale.

Un ulteriore elemento distintivo per il contesto in esame è la particolare presenza non solo dell'industria estrattiva, ma anche di quella manifatturiera ed energetica nonché la minore importanza, rispetto al panorama regionale, dell'edilizia. In quest'ultimo il settore secondario si caratterizza infatti per la prevalenza delle costruzioni.

Il settore dei servizi vendibili ruota prevalentemente attorno all'attività commerciale. Gli altri comparti, tra cui i trasporti, sono infatti sottodimensionati. L'industria turistica è poco sviluppata. Anche le realtà più vocate,

come Calasetta, Carloforte, Buggerru, Teulada e Sant'Anna Arresi, hanno un'offerta di posti letto molto limitata.

### **8.2.9. Salute pubblica**

La Legge Regionale 6 maggio 1991, n. 16 ha come peculiarità quella dell'Istituzione dell'Osservatorio epidemiologico regionale.

#### **8.2.9.1. Il piano regionale dei servizi sociali e sanitari**

L'epidemiologia è funzione trasversale a tutte le figure professionali e a tutti i servizi del SSR in quanto strumento metodologico di rilevazione e analisi dei bisogni sanitari e di valutazione del sistema dell'offerta.

La complessità della metodologia e delle tecniche epidemiologiche richiedono la presenza di professionisti specificamente dedicati, capaci di facilitare il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- ❖ raccogliere, elaborare e diffondere conoscenze sui bisogni di salute della popolazione e sui fattori di rischio per la salute;
- ❖ contribuire all'identificazione, anche attraverso ricerche ad hoc, delle priorità di intervento, con particolare attenzione agli obiettivi di equità dei cittadini nella salute e alla tutela delle fragilità sociali;
- ❖ contribuire alla identificazione, sperimentazione e messa a regime di nuovi flussi informativi mirati a valutare l'equità di accesso, l'appropriatezza d'uso, l'efficacia e l'efficienza dei servizi sanitari;
- ❖ supportare le funzioni di governo e gestione del SSR a livello regionale e locale;
- ❖ promuovere la cultura epidemiologica tra tutti gli operatori sanitari.

La Rete Epidemiologica della Sardegna si articola nell'Osservatorio Epidemiologico Regionale (OER), istituito come area di progetto, all'interno dell'Agenzia Regionale Sanitaria, con funzioni di coordinamento generale della rete, e i Centri Epidemiologici Aziendali (CEA). I CEA rappresentano la struttura portante della rete epidemiologica, come snodo per la funzione epidemiologica sia del centro regionale (OER) sia di tutte le unità operative e servizi delle aziende e zone territoriali. Il Piano Regionale dei Servizi Sociali e Sanitari emanato nel novembre del 2005, promuove un'attenta valutazione del legame fra salute e ambiente, questo recita testualmente: è noto, che il benessere delle persone è direttamente collegato all'ambiente fisico nel quale gli individui vivono e lavorano. Il contesto ambientale è quindi uno dei pre-requisiti fondamentali per il miglioramento dei livelli di salute della popolazione. A sua volta la salute è una risorsa significativa per lo sviluppo sociale ed economico della collettività. Salute, ambiente e sviluppo sono pertanto fortemente correlati e richiedono un'efficace azione strategica per la crescita della Sardegna. Nello specifico, la regione Sardegna è caratterizzata da una situazione sanitaria e ambientale piuttosto diversificata. Sotto il profilo sanitario, si registrano aree con tassi di longevità del tutto eccezionali (verosimilmente sintomo di una buona qualità della vita e di un ambiente sufficientemente protetto) e territori con elevata incidenza di importanti patologie (rispetto alle quali devono essere attentamente valutati gli specifici fattori di rischio); sotto il profilo ambientale coesistono aree naturali per lo più incontaminate (nelle quali il suolo, l'aria, l'acqua e gli alimenti sono di fatto preservati dalla maggior parte degli inquinanti) e zone a elevato rischio di contaminazione (per la presenza di inquinanti chimici, di sorgenti di campi elettromagnetici, di discariche abusive, di inquinanti atmosferici, di amianto, ecc.). In particolare in Sardegna si registrano numerose aree a forte pressione ambientale, per la presenza di insediamenti industriali chimici, petrolchimici e metallurgici (Portoscuso-Portovesme, Macchiareddu, Porto Torres,



Sarroch e Ottana), di siti minerari dismessi (Guspinese, Sulcis Iglesiente), di territori interessati da esercitazioni ed attività militari (Teulada, La Maddalena, Quirra). Più in generale, è necessaria un'attenta valutazione del problema dei rifiuti (urbani, industriali e della zootecnia) che, ove non adeguatamente smaltiti, possono contaminare il suolo e le acque, con conseguenti rischi per la salute. Il problema appare rilevante perché in molti casi la discarica, abusiva o non controllata, costituisce il sistema più diffuso di smaltimento dei rifiuti, cui si ricorre in quanto meno costoso rispetto a sistemi alternativi. Rispetto a tali aree, è necessario un preciso impegno da parte della Regione a risposta delle esigenze di informazioni complete e accurate sullo stato dell'ambiente e sui rischi per la salute, nonché di interventi di prevenzione, sorveglianza e risanamento. Più specificamente, la presenza di aree già dichiarate "ad elevato rischio di crisi ambientale", e rispetto alle quali è in corso uno specifico "Piano di risanamento", richiede un rafforzamento della capacità di intervento della Regione, attraverso un'azione congiunta degli Assessorati più direttamente interessati, in termini di identificazione e valutazione dei rischi per la salute, sorveglianza e bonifica dei siti contaminati, informazione e comunicazione a tutti i portatori di interessi. Nelle singole aziende USL sono istituiti Gruppi di lavoro sulle aree a rischio finalizzati alla realizzazione di analisi e valutazioni tecniche del rischio oncogeno, anche in collaborazione con l'Arpas. I Gruppi contribuiscono alla predisposizione di una mappa del territorio nella quale siano identificate le fonti di emissioni ambientali che costituiscono un potenziale fattore di rischio oncogeno per la popolazione e le aree suscettibili di monitoraggio. I Gruppi contribuiscono altresì alla valutazione di impatto ambientale, in tema di effetti sulla salute della popolazione e in particolare al potenziale rischio oncogeno, nel quadro delle attività di studio e analisi delle azioni rivolte a limitare e prevenire le cause morbigene di matrice ambientale, più ampiamente trattate nello specifico capitolo.

#### 8.2.9.2. Conclusioni

In attesa di dare piena attuazione ai propositi elencati nel piano regionale, che potranno sicuramente fornire dati per le valutazioni, si sono effettuate ricerche bibliografiche e ricerche presso gli enti preposti, sono emersi studi epidemiologici riguardanti patologie legate alle attività industriali presenti nella zona ed effettuati sull'area denominata Sulcis Iglesiente Guspinese, la cui scheda di caratterizzazione viene proposta nel seguito.

Tale studio denominato SENTIERI è lo studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento e riguarda il profilo di salute delle popolazioni che risiedono in 45 siti di interesse nazionale o regionale per le bonifiche, basata su metodi e fonti informative accreditati, e che include la mortalità, l'ospedalizzazione, l'incidenza oncologica e la prevalenza delle malformazioni congenite.

Sulcis-Iglesiente-Guspinese	
Regione	Sardegna
Legge istitutiva	D.M. 468/01
Norma perimetrazione	Decreto 12 marzo 2003
Superficie	
Terra	61918 ha
Mare	89121 ha
Tipologia impianti	chimico, mineraria, discarica
Discarica	
Tipo	fanghi rossi
Abusivo	cumuli di scarti di lavorazione

Comparto e contaminanti	
Suolo	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Acque superficiali	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Acque di falda	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Sedimenti fluviali	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)

Le singole interazioni, saranno sviluppate ed analizzate nel capitolo dedicato all'analisi degli impatti.

#### **8.2.10. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti**

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali, che in aria è regolata dalla seguente relazione: l'andamento del campo elettromagnetico è legato alla distanza dal cavo ed è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza, ossia diminuisce di intensità in maniera decisa con l'allontanarsi dalla sorgente.

L'intensità è inoltre modificata e limitata dalla presenza di isolamenti, rivestimenti e schermature metalliche. Poiché il campo elettrico risulta associato alle cariche presenti e quindi alle tensioni, esso è presente quando la linea è posta in tensione ed è quindi indipendente dal fatto che essa trasporti o meno una quantità di potenza.

A differenza il campo di induzione magnetica, è in stretta connessione con la corrente e quindi con la potenza che viene trasportata dalla linea, pertanto la sua presenza non c'è quando la linea è solo in tensione ma non trasporta energia.

Per quanto riguarda le linee elettriche, pertanto il campo elettrico prodotto dipende dalla tensione dei conduttori, mentre il campo magnetico dipende dalla intensità di corrente che percorre la stessa.

Tutte le applicazioni elettriche, generano pertanto campi elettromagnetici, non solo gli elettrodomestici ma anche i videotermini, gli apparecchi radio e TV, gli elettrodomestici, ecc.. Vi sono inoltre numerose fonti naturali di radiazioni elettromagnetiche come la luce e il calore.

Al suo interno si possono distinguere due grandi raggruppamenti, quella delle radiazioni ionizzanti (IR) e quella delle radiazioni non ionizzanti (NIR) ed in relazione alla loro frequenza, i campi elettromagnetici, possono essere sempre suddivisi in:

- ❖ onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto hanno un'energia tale da rompere i legami atomici che tengono unite le molecole (l'esempio è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- ❖ onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo è in questa regione dello spettro che si parla comunemente di campi elettromagnetici. Questo tipo di onde che non hanno energia sufficiente per ionizzare la materia, comprendono, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica che è trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Relativamente all'analisi del sito in esame si rimanda alla relazione specifica allegata alla presente.

A partire dagli ultimi decenni del secolo scorso, le principali organizzazioni elettrotecniche internazionali, nonché numerosi comitati ed enti elettrici nazionali, hanno accentuato la loro attenzione verso il problema dei campi elettromagnetici emanando raccomandazioni in merito all'argomento.



In particolare l'OMS in collaborazione con le organizzazioni di settore, non riconoscendo la correlazione tra esposizione ai campi magnetici e il rischio sanitario, ha suggerito dei limiti di esposizione per i lavoratori e per la popolazione, limiti differenti in relazione alla differenza delle due aggregazioni di individui (controllo sanitario continuo, fascia di età ristretta, esposizione per ore limitate giornaliere e non per tutta la vita per i primi).

<b>Limiti di esposizione a campi elettrici e magnetici a bassa frequenza suggeriti dalla Organizzazione Mondiale della Sanità</b>			
Periodo di esposizione	Campo elettrico	Induzione magnetica	
	<i>kV/m</i>	<i>mT</i>	<i>μT</i>
<b>LAVORATORI</b>			
giornata lavorativa	10	0,5	500
brevi periodi	30 <sup>(*)</sup>	5 <sup>(*)</sup>	5000
<b>POPOLAZIONE</b>			
illimitato <sup>(+)</sup>	5	0,1	100
poche ore al giorno <sup>(*)</sup>	10	1	1000
<sup>(*)</sup> la durata dell'esposizione a campi intermedi tra 10 e 30 kV/m si calcola con la formula $t <= 80/E$ essendo t la durata in ore per ogni giornata lavorativa ed E il campo elettrico in kV/m; <sup>(*)</sup> la durata massima è 2 ore per giornata lavorativa; <sup>(+)</sup> si applica a spazi aperti, ove ci si può ragionevolmente attendere che la gente trascorra una parte significativa della giornata (aree ricreative, luoghi di raduno e simili); <sup>(*)</sup> questi valori possono essere superati per pochi minuti al giorno, purché si prenda la precauzione di evitare effetti di accoppiamento indiretto.			

Con il DPCM 23 aprile 1992, questi limiti hanno assunto per la prima volta in Italia valore di legge ad esclusione di certe categorie.

A seguito della crescente preoccupazione ed attenzione dell'opinione pubblica, successivamente si è approvata la legge n° 36 del 22 febbraio 2001 (legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici) che ha introdotto i concetti di:

- ❖ limite di esposizione, inteso come valori di campo elettrico e magnetico che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione;
- ❖ valori di attenzione, intesi come valori di campo elettrico e magnetico che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate e che costituiscono misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- ❖ obiettivi di qualità, intesi come valori di campo elettrico e magnetico che devono essere tenuti presenti nei criteri localizzativi e urbanistici sempre allo scopo di assicurare la protezione da possibili effetti a lungo termine.

Il DPCM 8 luglio 2003 (Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete -50Hz- generati dagli elettrodotti) indica questi valori:

	Campo elettrico	Campo magnetico
Limite di esposizione	5 kV/m	100 μT
Valore di attenzione		10 μT
Obiettivo di qualità		3 μT

Questo DPCM, fissa anche i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti e che le norme del DPCM 23 aprile 1992 non sono più applicabili.

Nel nostro caso, per il nuovo elettrodotto si applicano le prescrizioni di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 che fissa per il valore dell'induzione magnetica l'obiettivo di qualità di 3 μT in corrispondenza di aree di

gioco per l'infanzia, ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Per quanto concerne il campo elettrico il valore è inferiore al limite di 5 kV/m fissato dall'art. 3 del D.P.C.M. 08/07/03.

Per quanto concerne l'induzione magnetica generata dall'impianto di connessione si ha:

❖ realizzazione nuove linee MT

L'utilizzo dei cavi ad elica visibile, come descritto negli elaborati progettuali, fa sì che detta tipologia di linea è esclusa dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal DM 29 maggio 2008 al punto 3.2 ed a quanto indicato nella norma CEI 106-11 ai punti 7.1.1 e 7.1.2 in quanto il rispetto della normativa tecnica in vigore, DM 16.01.1991 e DM 21.3.1988 n.449 e s.m.i., garantisce anche il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 8 luglio 2003. Restano esclusi dalle considerazioni precedenti eventuali sostegni esistenti, di derivazione da linee aeree in conduttori nudi e la cabina elettrica di trasformazione o posto di trasformazione su palo.

❖ cabina elettrica

In relazione alla specifica ubicazione degli impianti e/o del locale cabina sulla citata area è applicabile il criterio basato sulla DPA (distanza di prima approssimazione). La DPA è stata calcolata sulla base della tabella riportata nell'articolo 5.2.1 dell'allegato al D.M. 29 maggio 2008, considerando che il limite fissato dall'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T di cui all'art. 4 del del D.P.C.M. 08/07/2003 risulta rispettato per le aree ad una distanza superiore a quanto riportato nelle allegate rappresentazioni grafiche della fascia di rispetto e della D.P.A (vedasi relazione allegata).

Di seguito si riporta quanto valutato dal tecnico competente per le componenti di impianto.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- ❖ linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- ❖ linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- ❖ linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- ❖ linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Pertanto, stando a quanto sopra precisato, la valutazione dei campi elettromagnetici si applicherà solo alle parti di media tensione presenti in impianto, ovvero:

- ❖ cabina di consegna
- ❖ cabina di ricevimento
- ❖ cabine di conversione e trasformazione;
- ❖ linee di collegamento in media tensione.

In base ai calcoli eseguiti si perviene alle seguenti valutazioni delle distanze di sicurezza:

- ❖ Dpa = 1,98 m dalle pareti della cabina di consegna (vedasi relazione dell'impianto di connessione), in tutte le direzioni,

- ❖ Dpa = 0,31 m dalle pareti della cabina utente, in tutte le direzioni,
- ❖ Dpa = 3,4 m dalle pareti delle cabine di trasformazione, in tutte le direzioni,
- ❖ Dpa trascurabile dai cavi interrati di media tensione, in quanto distanza completamente assorbita dalla profondità di posa.

Inoltre, vista la natura del sito, si ritiene verosimile ipotizzare che la permanenza di persone in prossimità del campo fotovoltaico, per un periodo di esposizione prossimo alle quattro ore, sia una condizione difficilmente riscontrabile nella realtà.

Per maggiori chiarimenti si veda la relazione "Valutazione preliminare di impatto elettromagnetico".

## **9. Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni**

---

### **9.1. Premessa**

Ai fini della presente valutazione, sono stati considerati gli impatti dovuti alla nuova installazione oggetto della presente progettazione, nelle tre differenti fasi, realizzazione, esercizio e dismissione

### **9.2. Destinazione d'uso**

#### **9.2.1. Sottrazione di aree**

Quest'impatto, è generalmente dovuto alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, al consumo dello spazio e alla congruenza tra la destinazione d'uso prevista dagli strumenti di pianificazione e la nuova intrapresa.

Nel caso in esame, non sono presumibili tali conflittualità, il proprietario del terreno su cui insiste l'iniziativa è il promotore della stessa iniziativa.

L'area destinata all'impianto in oggetto, è compreso entro l'area dell'azienda agricola.

La superficie dei terreni dell'azienda è pari a circa 120 ettari, l'area interessata dall'impianto è pari a 8,44 ettari.

Durante la fase di preparazione, ci sarà un utilizzo via via maggiore delle aree che sarà massima nella fase di esercizio in cui l'impianto avrà la sua massima estensione per poi ridiminuire durante la fase di dismissione.

#### **9.2.1.1. Opere di controllo**

##### **▪ Fase di realizzazione**

Delimitazione dell'area dell'impianto come indicato nella planimetria allegata alla presente.

#### **9.2.2. Conflitti d'uso**

Relativamente alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, occorre specificare che la zona è già soggetta ad attività agricola ed è lo stesso proprietario dell'azienda a voler costruire l'impianto ed è pertanto da escludere una conflittualità sull'uso del territorio.

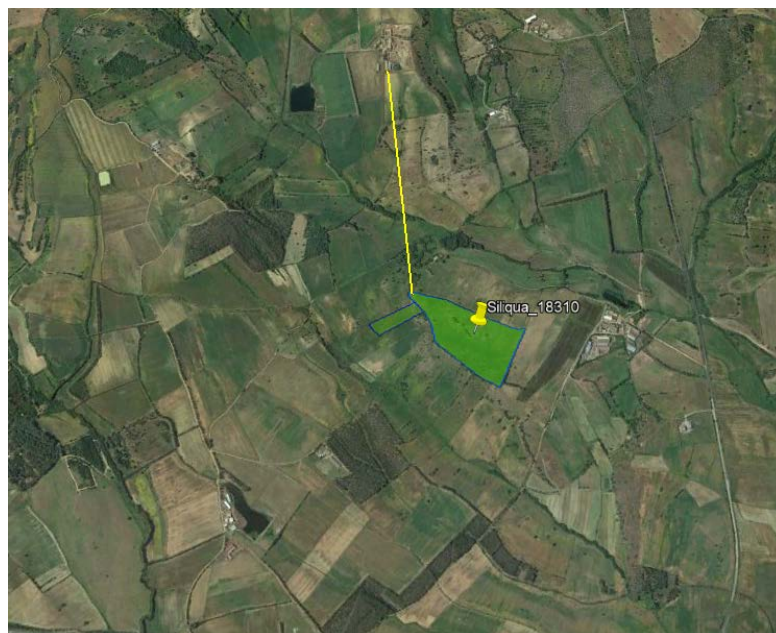
Tale fatto che presuppone la convivenza tra le due attività porta allo sviluppo di una grossa attenzione verso tutti gli aspetti che permettono di minimizzare gli impatti e che potrebbero potenzialmente creare dei fattori di conflittualità.

Nei pressi della zona dell'impianto,

- ❖ ad una distanza di circa 910 metri in direzione nord sono presenti Case Saiu,



- ❖ ad una distanza di circa 1060 metri in direzione nord è presente fattoria Tuveri,



- ❖ ad una distanza di circa 1150 metri in direzione nord è presente Casa Girau,





- ❖ ad una distanza di circa 1060 metri in direzione nord ovest è presente case Serra de is Cadonis,



- ❖ ad una distanza di circa 930 metri in direzione sud ovest è presente case Cadoni.



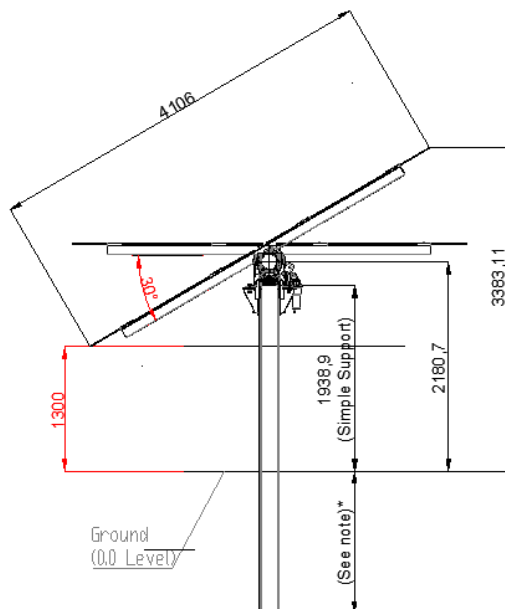
### 9.2.3. Coerenza con la pianificazione

L'area, secondo la pianificazione a livello comunale, ricade in zona agricola.

### 9.3. Effetti geomorfologici e pedologici

#### 9.3.1. Consumo di suolo

Il consumo di suolo, inteso come parte superficiale, che non sarà più disponibile per gli usi è molto limitato, infatti, durante la fase di esercizio, si continuerà ad operare vista la possibilità data dalle altezze dei pannelli dal suolo, superiore ai 2,18 metri, come mostra l'immagine seguente.

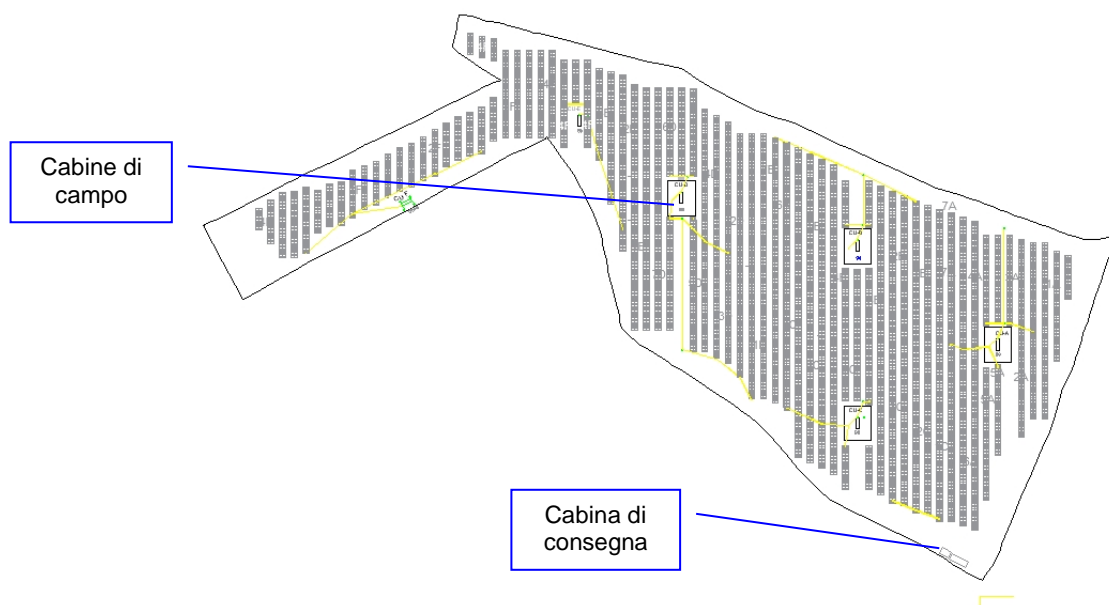


Le strutture su cui poggiano i pannelli, sono infisse sul terreno, non sono previsti scavi per la loro installazione e nessun utilizzo di calcestruzzo.

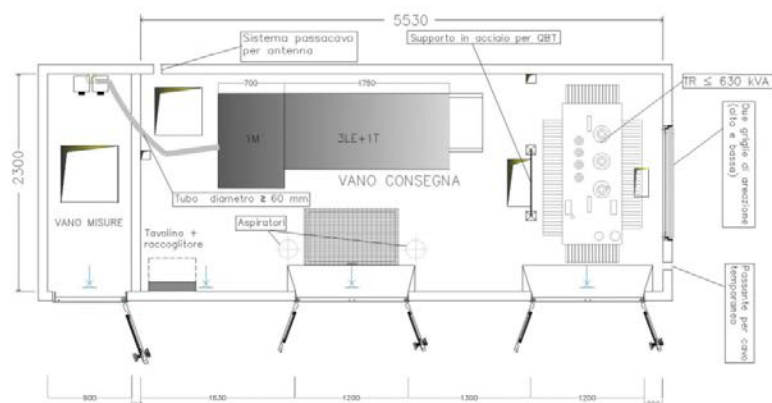
Il consumo di suolo dovuto all'insediamento di edifici è bassissimo, gli unici previsti di ausilio alle attività dell'impianto sono dati dalla cabina elettrica di consegna e dalle cabine di campo pari a numero 5 e posizionate entro il campo dei pannelli.

Le immagini seguenti mostrano la posizione della cabina di consegna e delle cabine di campo.

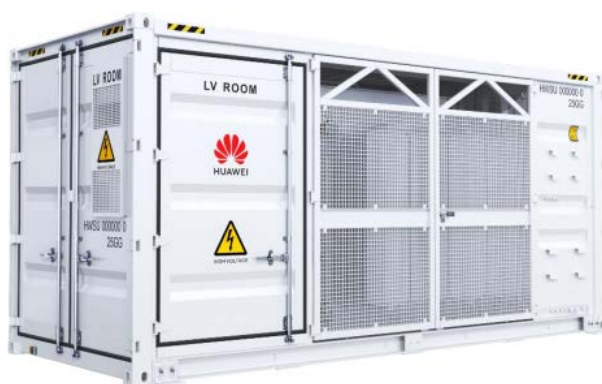




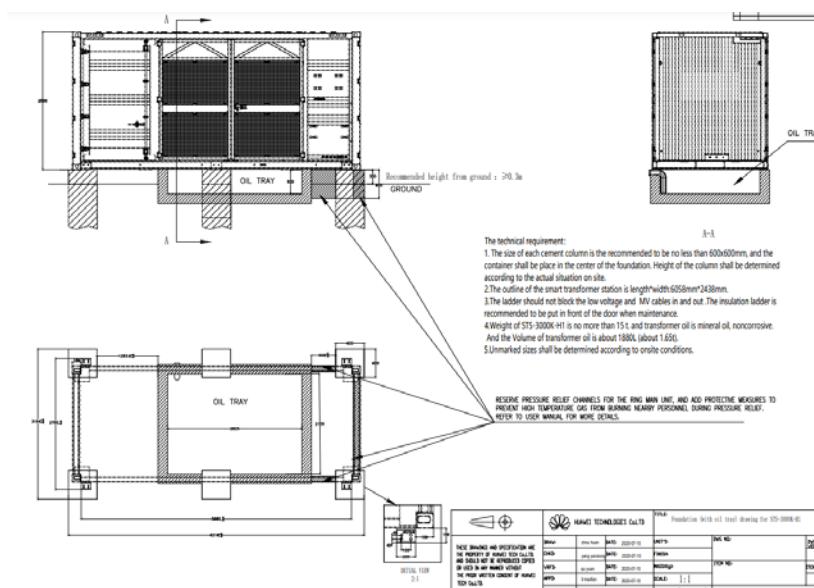
Le dimensioni della cabina di consegna sono indicate nella planimetria che segue:



Le cabine di trasformazione chiamate anche cabine di campo, saranno costituite da pannelli prefabbricati poggiati su basamenti in cls (vedi foto container).



Tipologia cabina trasformatore dettaglio



Tipologia cabina trasformatore dettaglio realizzazione

La cabina elettrica MT/BT sarà realizzata con pareti in cls prefabbricato su una platea in c.a. semi interrata a sua volta poggiata su una superficie in magrone livellante in calcestruzzo magro.

Il manufatto sarà completo di porte, griglie e finestre ed avrà dimensioni in pianta pari a 5.00 m x 3.00 m e altezza di 3.00 metri (altezza riferita al piano campagna).

La parte logistica relativa al locale spogliatoio, mensa, uffici e servizi igienici, saranno creati presso l'area dell'azienda agricola.

Nei pressi dell'area dell'impianto, nella zona della cabina elettrica di consegna da cui parte la linea di connessione, verranno posizionati i servizi igienici e un box per uso ufficio.

Tale area della superficie di circa 200 mq servirà come area logistica di cantiere, in cui stoccare momentaneamente attrezzature e mezzi.

Tali dotazioni, sono funzionali alla fase di realizzazione e di dismissione, pertanto saranno smantellate al termine della fase di realizzazione e ricreate all'inizio della fase di dismissione.

Le sistemazioni delle aree di passaggio tra i tracker, saranno effettuate in modo da creare degli spazi di manovra ben congegnati ed agevoli e in modo che consentano percorsi razionali di circolazione dei mezzi.

La distanza tra i moduli di file parallele è superiore ai 4 metri, tale da consentire un agevole passaggio per i mezzi e le persone.

### 9.3.1.1. Opere di mitigazione

#### ■ Fase di realizzazione e di dismissione

Asportazione del suolo che insiste sulle aree in cui effettuare gli scavi e sua messa in deposito temporaneo ai lati degli scavi, per il successivo riutilizzo per il ripristino delle aree.

### 9.3.1.2. Opere di controllo

#### ■ Fase di realizzazione e di dismissione

Utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

Durante la rimozione, la terra di coltura non deve essere mescolata con materiali estranei, in particolare se dannosi per le piante.

#### **9.3.1.3. Opere di compensazione**

- Fase di realizzazione e di dismissione

Riqualificazione ambientale al termine degli scavi, attraverso la risistemazione del terreno e della terra vegetale per la successiva piantumazione.

#### **9.3.2. Modificazioni geomorfologiche e pedologiche**

Gli effetti geomorfologici sono in relazione con la variazione delle quote e delle forme della zona di intervento, tenendo ben presente che l'intervento da eseguire è stato studiato in modo da lasciare inalterata la conformazione originale della zona interessata dall'installazione.

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dall'impianto, ha la conformazione che è stata inserita nel paragrafo relativo alla conformazione del sito.

Al termine della vita dell'impianto e quindi nella fase successiva alla dismissione, la morfologia del terreno non avrà subito modifiche rispetto alla sua conformazione iniziale, pertanto non si avranno variazioni di pendenza pre e post intervento nella zona dell'impianto.

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di consentire la prosecuzione delle attività agro-zootecniche attualmente svolte e di restituire alla fine della vita utile dell'impianto fotovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

A tal fine si sostituiranno le attuali coltivazioni foraggere in asciutto di cereali e leguminose, in superfici a "prato pascolo polifita permanente".

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine di renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente.

Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

#### **9.3.2.1. Opere di mitigazione**

- Fase di realizzazione e di dismissione

La riabilitazione delle aree interessate dagli scavi dei cavidotti, prevede la ricreazione dello strato colturale con lo stesso andamento di quello originariamente presente, mentre, nelle aree delle cabine di campo, si prevede la compensazione tra sterro e riporto.

Nella fase di dismissione, il terreno delle zone delle cabine di campo sarà riportato alla originaria conformazione ante intervento, ripristinando le pendenze originarie.

La successiva stesura del terreno vegetale, favorirà la creazione di una copertura vegetazionale con essenze autoctone.

#### **9.3.2.2. Opere di controllo**

- Fase di realizzazione



In fase ante-operam, al fine di definire compiutamente lo stato di fatto, verranno effettuate 2 osservazioni pedologiche sito specifiche, ritenute sufficienti vista l'estensione e considerato che l'area di intervento ricade in una sola unità cartografica individuata sulla base della Carta dei Suoli della Sardegna.

Verrà definito l'indice QBS-ar e le caratteristiche chimico-fisiche del terreno tramite prelievo e analisi di una zolla superficiale di suolo (dopo rimozione degli eventuali residui colturali), da campionarsi in due siti di prelievo dell'area interessata dall'installazione dei moduli.

#### ▪ Fase di esercizio

Al fine di monitorare la qualità del suolo e allo stesso tempo trarre informazioni per razionalizzare la gestione agronomica verranno adottati dei sistemi di monitoraggio climatico e pedologico.

I dati raccolti provenienti dal monitoraggio dalla stazione meteo climatica saranno funzionali al piano di monitoraggio pedologico e allo stesso tempo risulteranno fondamentali per ottimizzare la gestione agronomica della coltivazione e di supporto. Ad esempio, in questo modo i trattamenti di concimazione di copertura, le operazioni di trasemina, ecc., saranno posizionati correttamente sulla base dei dati climatici puntuali e sito specifici.

In fase di esercizio si prevede l'esecuzione di campionamenti, ad intervalli temporali prestabili, ossia dopo 1-3-5-10-15-20-25-30 anni dalla realizzazione dell'impianto, su 2 siti di monitoraggio ubicati nell'area interessata dalle installazioni dei moduli, uno nella parte a nord e uno nella parte a sud.

Ciascun sito si caratterizzerà da un doppio campionamento: uno localizzato in posizione ombreggiata dalla presenza dei pannelli fotovoltaici, e uno nelle posizioni di interfila tra i pannelli. Ciascun campionamento sarà effettuato secondo la metodologia descritta al fine di avere risultati confrontabili nel tempo.

Contestualmente, infine, saranno anche prelevati i campioni per la determinazione dell'indice QBS-ar

#### ▪ Fase di dismissione

A seguito della conclusione della fase di dismissione verrà ripetuto il set analitico negli stessi punti di campionamento individuati in fase di ante-operam.

### **9.4. Diffusione di emissioni gassose e di polveri**

#### **9.4.1. Diffusione di polveri**

La fase di realizzazione prevede le operazioni di installazione dei tracker monoassiali che per la loro infissione possono dare origine a debolissime produzioni di polveri.

Durante la fase di realizzazione di dismissione, si ha una produzione di polveri legate al transito di automezzi per raggiungere ed allontanarsi dal cantiere ed al funzionamento in posto degli stessi.

Durante la fase di esercizio, non si ha nessuna emissione di polveri.

##### **9.4.1.1. Opere di mitigazione**

#### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Per quanto concerne la produzione e la diffusione di polveri, saranno adottati una serie di accorgimenti (laddove necessari) atti a limitarne la quantità e i relativi impatti.

In particolare:

- ❖ per il contenimento delle polveri sulle strade, in cui avverrà il transito dei mezzi, valutata la effettiva necessità, si provvederà all'aspersione tramite acqua, e se del caso la pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non

- ❖ pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- ❖ adottare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- ❖ evitare le lavorazioni polverose e/o le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.

#### 9.4.1.2. Opere di compensazione

##### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Manutenzione periodica della strada che conduce all'area dell'impianto in modo da diminuire la potenzialità di sollevamento delle polveri.

##### ▪ Fase di esercizio

Manutenzione periodica della strada che conduce all'area dell'impianto con frequenza inferiore alle fasi precedenti in modo da diminuire la potenzialità di sollevamento delle polveri.

#### 9.4.2. Emissioni dei gas di scarico dai mezzi

Durante la fase di realizzazione e di dismissione, le macchine operatrici in uso, saranno pala cingolata, trattore e miniescavatore tipo bobcat, camion, questi ultimi utilizzati per il trasporto dei materiali atti alla costruzione e alla dismissione dell'impianto e per la movimentazione degli stessi all'interno dell'area.

Durante la fase di esercizio, non sono previste macchine operatrici funzionali all'attività dell'impianto eccezion fatta per l'eventuale sostituzione di pannelli e o parti di impianto non più funzionanti.

Nella fase di esercizio, continueranno ad operare i mezzi necessari per l'attività agricola.

Nel caso specifico dei mezzi, le emissioni derivano in gran parte dal consumo di carburante e dipendono dal motore che trasforma l'energia chimica in energia meccanica.

Le emissioni dei veicoli, si possono esprimere come la somma di tre contributi differenti:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

**E<sub>hot</sub>** sono le emissioni a caldo (*hot emission*), ovvero, le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;

**E<sub>cold</sub>** (*cold over emission*) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero, delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C).

Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emission*).

**E<sub>evap</sub>** sono le emissioni evaporative costituite dai soli **COVNM** (composti organici volatili non metanici).

Le emissioni a caldo, sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

I dati sottostanti, sono i valori di emissione medi in g/kg di carburante consumato relativi a mezzi commerciali pesanti e off-road di tipologia identica a quelli che saranno utilizzati per portare a termine il progetto in esame.

Si riportano esclusivamente i dati relativi al ciclo urbano, poiché, è quello che meglio approssima il ciclo di lavoro che si effettuerà nell'area della miniera.

I dati sono tratti dalla pubblicazione dell'ANPA "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale".

<i>Tipo di emissione</i>	<i>g/kg di carburante</i>
NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)	19,1484
COVNM (composti volatili diversi dal metano)	3,7925
CO (monossido di carbonio)	5,8497
PM (particolato fine)	0,9038
CO <sub>2</sub> (anidride carbonica)	3137,5918

Il materiale particellare, comunque si origini, a seconda delle dimensioni, può depositarsi a vari livelli nell'apparato respiratorio.

Le particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM 10) e quelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM 2,5), sono le più pericolose poiché riescono a raggiungere i bronchioli alveolari e gli alveoli polmonari, depositandosi al loro interno.

In questo modo, viene vanificata l'importante ed efficace difesa naturale costituita dalle cellule mucipare e dalle cellule ciliate tappezzanti l'albero respiratorio (trachea, bronchi e bronchioli) e che col loro incessante movimento "escalatore ciliare" riportano le sostanze estranee, inglobate nel muco, fino a livello della faringe per poi essere eliminate o ingerite.

Negli alveoli, queste particelle, possono essere disciolte nelle secrezioni alveolari o, se insolubili, essere catturate (fagocitate) da cellule macrofagiche, trasportate negli interstizi alveolari e di qui, eventualmente, ai linfonodi regionali.

A questo punto il particolato, se inerte, può semplicemente depositarsi oppure dare origine a reazioni tissutali infiammatorie di tipo granulomatoso o fibrotico (silicosi, asbestosi).

Per poter avere un dato numerico sui valori di emissione dei nostri mezzi nella zona di operatività, si sono ricercati i valori medi di emissione presenti nella Sardegna e rispetto a tale valore si è calcolata la percentuale di emissione dei mezzi operanti nel cantiere.

Si sono ottenute le seguenti percentuali:

<i>Tipo di emissione</i>	<i>% valore mezzi/valore della Sardegna</i>
NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)	0,000024
COVNM (composti volatili diversi dal metano)	0,0000005
CO (monossido di carbonio)	0,0000019
PM (particolato fine)	0,0000021
CO <sub>2</sub> (anidride carbonica)	0,0000066

Tali valori percentuale, danno un'indicazione sull'entità dell'impatto che non è significativo e non è in grado di creare alterazioni stabili della qualità ambientale, inoltre, vista l'ubicazione dell'area, i materiali inquinanti subiscono una veloce diluizione nell'atmosfera con un conseguente abbattimento della loro presenza nel sito. L'attività, non prevede l'emissione di odori molesti e non è neanche ipotizzabile l'effetto sinergico tra diversi inquinanti.

#### 9.4.2.1. Opere di mitigazione

- Fase di realizzazione e di dismissione

In ogni caso al fine di minimizzare l'emissione di inquinanti in atmosfera, si provvederà a tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza e si emaneranno procedure gestionali che obblighino i conducenti allo spegnimento dei mezzi durante il non utilizzo.

Si procederà, inoltre, preventivamente all'inizio di ogni fase, alla misurazione dei valori di emissione dei mezzi, attraverso rilevamenti in situ dei seguenti parametri: PM, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>.

In relazione ai valori rilevati, si metteranno in essere gli interventi relativi all'abbattimento delle emissioni, elencati di seguito in ordine di esecuzione:

- ❖ costante manutenzione del mezzo al fine di abbattere i consumi di carburanti e lubrificanti;
- ❖ messa in opera di eventuali filtri per l'abbattimento dei valori di emissione;
- ❖ sostituzione dei mezzi con altri conformi alle normative europee e alla legislazione nazionale in materia di basse emissioni.

#### **9.4.2.2. Opere di controllo**

##### **▪ Fase di realizzazione e di dismissione**

Controllo periodico come prescritto dalle normative di legge della qualità dei gas di scarico.

Revisione periodica dei mezzi come prescritto dalla normativa in materia.

#### **9.5. Occupazione di maestranze locali**

Durante la fase di realizzazione l'impianto agrivoltaico prevede l'impiego di maestranze per la sua costruzione, tale situazione si ha anche durante la fase di dismissione.

Per la realizzazione, l'incidenza della manodopera sul costo totale dell'opera è pari al 18-20% circa sul totale lavori, in base al valore impegnato, si può ritenere che sia equivalente a circa 65 addetti coinvolti nell'ambito del processo costruttivo.

Durante la fase di esercizio, si tratta di attività continuative lungo il ciclo di vita dell'impianto (30 anni) con coinvolgimento di maestranze locali per: ispezione e manutenzione elettrica di primo intervento, assistenza agli interventi di manutenzione programmata e straordinaria, lavaggio pannelli, manutenzione verde, sorveglianza. Si prevede una struttura operativa che preveda il coinvolgimento delle seguenti figure professionali incaricate: n. 2 elettricisti e n. 2 operai.

Per la dismissione, in base al valore impegnato, si può ritenere che sia equivalente a circa 7 addetti coinvolti nell'ambito del processo.

Quindi gli effetti che in questo caso sono positivi, li possiamo raggruppare in diretti e indiretti.

##### **❖ Effetti diretti**

creazione di impiego di personale locale per le operazioni di manutenzione e di gestione dell'impianto agrivoltaico;

fonte diretta di reddito per i conduttori dei terreni che porta ad una immissione di liquidità nel sistema aziendale e locale.

##### **❖ Effetti indiretti**

si ha una verosimile decrescita, nella prospettiva futura, del valore dell'energia elettrica sul libero mercato con la possibilità di scegliere eticamente l'energia prodotta da fonti rinnovabili;

continuità e implementazione dell'uso agro-zootecnico del sito, con rafforzamento della filiera agro-pastorale locale.

Si può pertanto ritenere che nel contesto socio economico della zona, che come visto in precedenza risulta abbastanza statico, l'iniziativa porta un notevole contributo all'economia.

## **9.6. Emissioni sonore**

Le possibili fonti di emissione sonora, come detto in precedenza sono rappresentate da:

- ❖ mezzi meccanici che operano nell'area dell'impianto e dai mezzi che trasportano i materiali verso le destinazioni, in ingresso durante la fase di realizzazione ed in uscita durante la fase di dismissione.

Per la valutazione di impatto acustico previsionale nella fase di realizzazione, esercizio e dismissione, si rimanda alla relazione allegata dal titolo "Valutazione previsionale dell'impatto acustico generato dalla realizzazione e dall'esercizio di un impianto fotovoltaico da realizzare in località "Cuccuru Serra San Nicola" in agro del territorio del Comune di Siliqua (SU)", a timbro e firma dell'ing. Maria Elena Lusci e dell'ing. Fiorenzo Casti, della quale si riportano le conclusioni:

"Dalle considerazioni ed elaborazioni sopra esposte, si può concludere che il clima acustico previsto dall'installazione/esercizio dell'impianto fotovoltaico a progetto, presso i ricettori esaminati non supera i valori limite assoluti previsti. Per quanto riguarda il rispetto del limite differenziale, è stato mostrato nei risultati precedentemente esposti che il limite differenziale, relativamente agli immobili definibili ricettori per l'effettiva possibilità di permanenza di persone e nelle condizioni di applicabilità, è previsionalmente rispettato, nel periodo diurno e notturno, su tutti i ricettori. Da quanto sopra riportato si ritiene che l'impianto in progetto non procuri un'alterazione del clima acustico significativa".

### **9.6.1.1. Opere di mitigazione**

#### **▪ Fase di realizzazione e di dismissione**

In ogni caso, al fine di minimizzare l'emissione sonora, si provvederà ad emanare delle procedure gestionali in modo da tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza ed in modo da evitare di tenerli accessi nei momenti di non utilizzo.

### **9.6.1.2. Opere di controllo**

#### **▪ Fase di realizzazione e di dismissione**

Indagini fonometriche come stabilito dalle normative in materia, al fine di controllare i livelli di emissione e la loro rispondenza ai livelli previsionali.

## **9.7. Effetti sulla fauna**

### **9.7.1. Allontanamento fauna**

La causa principale dell'allontanamento della fauna da una zona interessata da lavori, è fondamentalmente dovuta alla emissione di rumori e alla presenza di mezzi e persone che creano disturbo alle normali condizioni di vita della fauna.

Gli effetti dell'impatto acustico sulla fauna, non sono ancora ben conosciuti, mancando studi e ricerche specifiche così che non è possibile formulare ipotesi rigorose.

L'esperienza basata sui dati comportamentali, induce a ritenere che ad una prima fase di allontanamento, segue una fase di assuefazione durante la quale l'area abbandonata è gradualmente riconquistata.

Tale riconquista delle zone abbandonate, nel caso in esame avverrà durante la fase di esercizio e viene ulteriormente favorita dalla ricostituzione ecologica e ambientale del sito che durante questa fase riprenderà completamente.





Occorre precisare che anche durante la fase di realizzazione, poiché le aree saranno interessate gradatamente alla costruzione dell'impianto, tale eventualità non si realizzerà mai interessando l'intera area.

Inoltre poiché l'attività agricola nel sito è ormai presente da decenni la fauna è ormai in convivenza con tale attività ed abituata alla presenza di persone e mezzi.

L'ampiezza e la durata dell'allontanamento non sono equivalenti per tutte le componenti faunistiche, alcune di esse, in particolare i rappresentanti dell'ornitofauna e dei carnivori, presentano una maggiore sensibilità ed un recupero più cauto, dell'ordine dei mesi.

Altre si adattano più facilmente riprendendo a frequentare le zone prossime alla miniera entro alcune settimane.

L'ampiezza dell'area inizialmente abbandonata varia, a seconda della fase lavorativa e della specie animale, e può arrivare fino ad un massimo di 2 chilometri.

È inoltre dimostrato scientificamente che gli animali ritornano sui luoghi di origine, senza risentire dei cambiamenti verificatisi sugli stessi siti a causa dell'attività umana, dopo un primo periodo di disturbo causato dalla presenza di nuovi fattori estranei al loro habitat.

La dismissione finale dell'impianto ricreerà le condizioni di habitat ante intervento.

Durante la fase di realizzazione e dismissione, il bestiame allevato continuerà ad agire indisturbato nelle zone circostanti, la selvaggina pur con maggiore diffidenza sarà condizionata dalla maggiore presenza antropica, senz'altro durante le ore lavorative sarà certo un loro allontanamento dalla zona di lavoro, ma potrà essere mitigato alla cessazione dei rumori alla fine dei lavori.

Alcune specie soprattutto quelle volatili, poiché dominano dall'alto, sapranno meglio evitare l'area durante le ore di lavoro.

Poiché nell'area circostante, non esistono altri siti che possano causare effetti sull'attività degli animali in ore differenti rispetto all'attività in esame, questi possono tranquillamente spostarsi per alcuni periodi o fasi o circostanze senza che possano risentire di nessuna influenza ambientale.

Fenomeno che comunque in qualsiasi caso sarà mitigato durante le ore notturne.

Una volta completata l'attività di dismissione e avvenuta la completa restituzione del sito, non vi saranno neanche in forma residuale eventuali effetti sulla fauna (effetti che invece restano in maniera permanente per esempio nella realizzazione di certe strade), in ogni caso anche durante la fase di esercizio, la fauna conviverà con una situazione del tutto simile a quella attuale in cui vengono effettuate lavorazioni atte al buon funzionamento dell'azienda agricola.

Durante la fase di esercizio non sarà previsto disturbo alla fauna riconducibile alle emissioni in atmosfera o alle emissioni di rumore.

Infatti, l'impianto fotovoltaico non genera emissioni gassose e di polveri in atmosfera.

Le uniche emissioni previste sono quelle generate dagli autoveicoli per il trasporto del personale addetto alla manutenzione e al controllo dell'impianto, che possono essere considerate trascurabili e dei mezzi agricoli utilizzati per l'attività aziendale.

Le attività che potrebbero generare un impatto sulla fauna sono riferibili alla presenza dell'impianto e delle sue strutture.

Le strutture non intralceranno il volo degli uccelli.

La presenza di un impianto fotovoltaico, in questo caso agrivoltaico, può essere per la piccola e media fauna, una situazione di minore disturbo rispetto a quella che si crea in zone soggette a continue lavorazioni agrarie e/o alla presenza periodica di lavoratori e di macchinari agricoli.

In relazione all'attuale destinazione d'uso del territorio oggetto di proposta progettuale e delle aree limitrofe ad oggi caratterizzate da estese aree a pascolo su incolti erbacei e seminativi, si ritiene che le modalità di realizzazione dell'opera proposta nella fase di cantiere e di quella di esercizio nella fase operativa, non possano determinare l'insorgenza di impatti negativi di tipo critico a danno della componente faunistica che caratterizza l'area in esame; ciò in ragione dei livelli acustici non eccessivi previsti durante la fase di cantiere e ancora più bassi durante l'operatività dell'impianto fotovoltaico. Anche per quanto riguarda gli stimoli ottici determinati dalla presenza del personale addetto e dai mezzi meccanici durante la fase di cantiere non si ravvisano criticità significativa oltre la norma che caratterizza l'area d'intervento; si consideri infatti che l'attuale destinazione d'uso dei territori comporta l'abituale presenza di allevatori con i cani da pastore a seguito delle greggi, oltre all'impiego di macchinari agricoli per la coltivazione delle foraggere. Nella fase di esercizio la presenza del personale sarà ridotta e limitata alla manutenzione ordinaria delle superfici e delle apparecchiature.

#### **9.7.1.1. Opere di mitigazione**

##### **▪ Fase di realizzazione e di dismissione**

Avvio della fase di realizzazione e di dismissione al di fuori del periodo compreso tra il mese di marzo e la prima metà di giugno; tale misura salvaguarda il periodo di nidificazione delle specie avifaunistiche presenti all'interno dell'area d'intervento che svolgono il ciclo riproduttivo direttamente al suolo o in corrispondenza della siepi.

##### **▪ Fase di esercizio**

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica, recinzione del tipo anticinghiale e dotata di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

Per quanto concerne il sistema di illuminazione, che può costituire un disturbo per le specie soprattutto nella fase riproduttiva, questo sarà limitato all'area di gestione dell'impianto e con accensione in caso di intrusione attraverso sistemi di rilevamento automatico.

Contenere l'utilizzo di illuminazione al minimo indispensabile e nelle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri, attraverso l'impiego di sistemi di sorveglianza perimetrali dotati di dispositivi per le riprese in notturna senza aggiuntive fonti luminose.

Luci dell'impianto di illuminazione perimetrale permanentemente spente ed attivazione solo in caso di situazione di allarme rilevata dall'impianto antintrusione e/o dall'impianto di videosorveglianza.

#### **9.7.1.2. Opere di controllo**

##### **▪ Fase di esercizio**

Manutenzione e verifica del sistema di accensione e spegnimento delle luci dell'impianto di illuminazione perimetrale dell'area.



### 9.7.1.3. Opere di compensazione

#### ▪ Fase di dismissione

Al termine della vita dell'impianto la sua dismissione permetterà di ricreare la situazione ambientale ante opera ottimale per le condizioni di vita della fauna.

### 9.7.2. Perdita e frammentazione dell'habitat

Tutte le attività, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sottraendo delle aree al territorio, che in precedenza erano degli habitat per la fauna, possono in molti casi, creare dei sensibili danni per la stessa.

Quest'ultimo caso, si ha qualora si operi la completa eliminazione dell'habitat delle specie faunistiche.

Nel caso in esame, non si crea una turbativa tale da portare alla distruzione di un habitat, ma si genera esclusivamente una divisione molto limitata di una possibile zona di passaggio delle specie durante il loro spostamento all'interno dell'habitat e questo è limitato alle fasi di realizzazione e dismissione dell'impianto momenti in cui opereranno mezzi e maestranze.

Pertanto, si crea un'alterazione dell'area di vita di un numero limitato di capi che non vedono compromessa la loro possibilità di sopravvivenza, vista l'enorme disponibilità areale del loro habitat in questa zona.

Quando si crea un'eccessiva frammentazione dell'habitat, gli animali soffrono perché diminuisce la loro capacità di cacciare le prede e di trovare luoghi sicuri in cui creare una dimora.

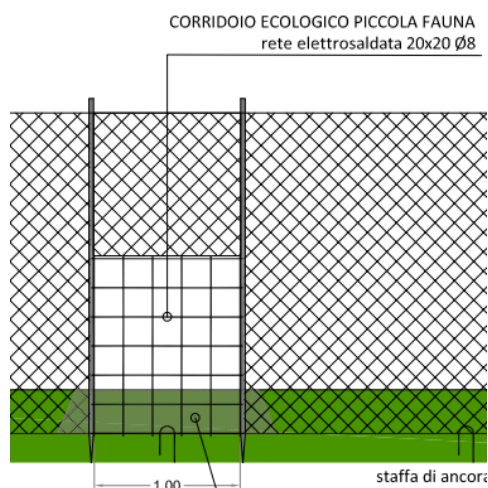
L'intervento, non crea le condizioni per l'eliminazione diretta degli habitat delle specie significative presenti nella zona, quali per esempio, quelle inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat.

Si ritiene opportuno precisare che non sarà certamente creata una frammentazione dell'habitat, ma, esclusivamente una temporanea barriera allo spostamento di routine limitata alle fasi di realizzazione e dismissione dell'impianto.

In ogni caso come già precisato, tali fasi interesseranno piccole aree e mai l'intera superficie dell'impianto, infatti saranno interessate progressivamente piccole aree e mai l'intera superficie.

Tale situazione sarà eliminata completamente nel momento in cui l'impianto entrerà in esercizio, infatti, si ricreerà la condizione per l'insediamento della fauna preesistente o della nuova.

L'impianto fotovoltaico in progetto sarà provvisto di una recinzione perimetrale del tipo anticinghiale in rete metallica eseguita con rete metallica, maglia romboidale 50 x 50mm, in filo di ferro zincato, diametro 2 mm, di altezza 1.90 metri dotata ad interasse di metri 100 di un passaggio definito corridoio ecologico realizzato con rete elettrosaldata cm 20x20 diametro 8 mm, ancorata a pali di sostegno in profilato metallico con sezione T dimensioni 35\*35 mm e spessore 3 mm, controventati con paletti in ferro zincato della stessa sezione, posti ad interasse non superiore a ml. 3,00. La recinzione deve essere ammorsata sotto il piano di campagna per una profondità di almeno cm 30 previa esecuzione di scavo a sezione ristretta. La rete deve essere cucita al terreno con l'infissione di pali ad u di ferro tondino del diametro di mm 10.



L'accesso all'area di impianto sarà consentito da n. 2 accessi carrabili, ciascuno dotato di cancello di larghezza non inferiore a 6 metri con altezza del varco libera. Il cancello avrà doppia porta battente (3+3 metri) e sarà realizzato in acciaio zincato a caldo, con maniglia e serratura per la chiusura a chiave. Il cancello sarà inoltre verniciato di colore verde identico a quello impiegato per la recinzione perimetrale.

#### 9.7.2.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di esercizio

Creazione di corridoi di spostamento della fauna tra le diverse aree perimetrali dell'impianto al fine di creare la comunicazione tra le diverse zone pertanto la struttura della recinzione sarà caratterizzata dalla presenza di corridoi ecologici e i cancelli degli accessi carrabili saranno sollevati da terra di 30 centimetri per consentire il transito/passaggio della fauna locale di piccola e media taglia.

#### 9.7.2.2. Opere di compensazione

##### ▪ Fase di dismissione

Dismissione dell'impianto alla fine della sua vita.

#### 9.7.3. Aumento della mortalità animale

Nelle aree ad alta densità faunistica, si può avere un gran numero di collisioni tra i veicoli e gli animali portando ad un aumento della mortalità delle specie coinvolte.

Si ritiene che nel caso in esame, tale evenienza sia notevolmente ridotta, anche in virtù del fatto che le lavorazioni si svolgeranno durante le ore diurne, si può a ragion veduta, indicare la zona di maggiore probabilità di collisione quella rappresentata dalla strada che dall'impianto conduce alla strada provinciale 88.

#### 9.7.3.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Rispetto del codice della strada al fine di limitare la velocità dei mezzi durante gli spostamenti.

##### ▪ Fase di esercizio

Creazione di percorsi di accesso della fauna dalle diverse aree perimetrali dell'impianto come indicato in precedenza.

#### 9.7.3.2. Opere di compensazione

##### ▪ Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Installazione della segnaletica stradale lungo l'arteria che conduce all'impianto.

### 9.7.3.3. Opere di controllo

#### ▪ Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Controllo dello stato della segnaletica stradale lungo l'arteria che conduce all'impianto.

## 9.8. Effetti sulla vegetazione

### 9.8.1. Premessa

Tale parametro è già stato preso in considerazione nella sezione riguardante l'atmosfera, nella quale, sono stati analizzati gli incrementi delle polveri emesse dall'attività.

Gli effetti principali prodotti sulla flora dall'attività estrattiva, si possono ricondurre a:

- ❖ variazioni sullo sviluppo della flora, con possibili fenomeni di clorosi e necrosi,
- ❖ distruzione totale o parziale della vegetazione naturale.

Il primo effetto, interessa le essenze vegetali presenti nelle aree limitrofe a quella della costruzione dell'impianto che sono potenzialmente esposte alle polveri provenienti dall'area dello stesso durante la fase di realizzazione e dismissione.

Durante la fase di esercizio non sono previste emissioni di polveri dovute al funzionamento dell'impianto, ma esclusivamente quelle prodotte dai mezzi utilizzati per raggiungere il sito da parte del personale che si occuperà della manutenzione e del controllo del funzionamento dello stesso.

Le polveri depositandosi sulle foglie, creano una patina che ostruisce totalmente o parzialmente le aperture degli stomi rallentando la fotosintesi clorofilliana per ridotto scambio gassoso e per ridotto apporto della radiazione solare riflessa dalla patina creatasi sulle foglie.

Gli effetti che si producono sono la "clorosi", cioè un'alterazione del colore delle foglie per disturbi inerenti alla clorofilla che creano una diminuzione di energia per la pianta e la "necrosi", che è una degenerazione irreversibile che crea danni a livello cellulare e che si evidenzia con un progressivo cambio di colorazione delle foglie che diventano bianco-avorio e bruno-nerastre e porta alla progressiva caduta delle foglie.

Gli effetti diventano cronici se l'esposizione si protrae per lungo tempo e con sintomatologia che si presenta e progredisce lentamente.

Tali effetti sono ovviamente riferiti ad attività con grosse emissioni di polveri in atmosfera come per attività di estrazione, movimentazione e trasporto con una notevole durata nel tempo.

Per quanto concerne questo fattore di impatto, si rimanda anche alla sezione relativa all'atmosfera.

Il mancato rilevamento di formazioni vegetazionali di interesse conservazionistico suggerisce l'assenza di aspetti ad alta rappresentatività di Habitat di Direttiva 92/43 CEE.

Gli ambiti vegetati e le fasce naturaliformi autoctone ubicate nelle vicinanze delle aree di progetto come per esempio lungo le linee di confine tra i lotti coltivati e i percorsi viari e le aree naturali di prossimità rappresentate dalla macchia mediterranea.

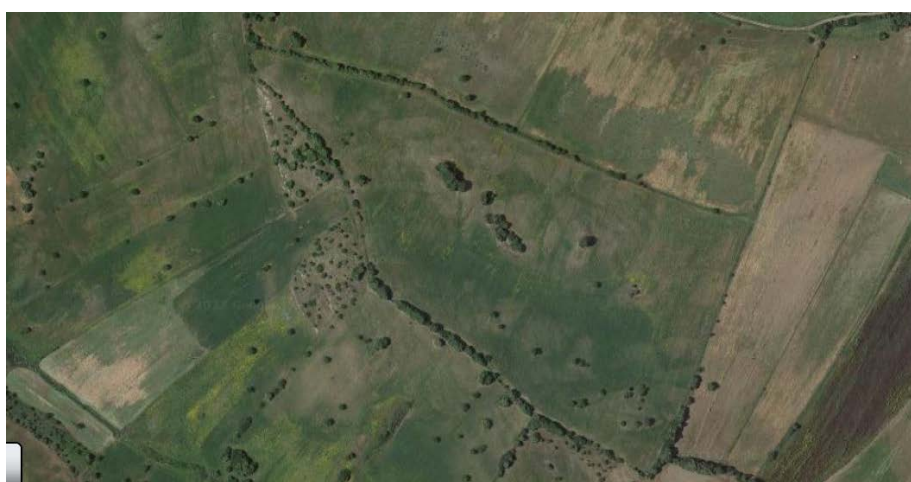
Queste fasce e aree non sono impattate dal progetto e sono presenti opportune distanze di rispetto al fine di evitare forme di stress, la macchia mediterranea presente al contorno delle aree dell'impianto, sarà conservata anche per mitigare l'impatto visivo.

In conclusione, nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte solare, non si ravvisano criticità di rilievo per quanto concerne la componente



floristico-vegetazionale. I pochi, ridotti nuclei di vegetazione alto-arbustiva ed arborea relittuali sviluppati in contesto interpoderale e in posizione isolata/interposta all'interno della matrice dei seminativi rappresentano tuttavia un importante elemento di discontinuità ambientale e paesaggistica, ricoprendo ruolo di corridoio ecologico e di rifugio per la biodiversità.

In alcune aree centrali, interessate dalla realizzazione dell'impianto, sono presenti piccoli adunamenti di macchia mediterranea, che saranno sostituite da nuove piantumazioni nelle aree perimetrali per la creazione della barriera di mitigazione visiva laddove non esiste la continuità con quella esistente.



#### 9.8.1.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Per quanto concerne l'emissione di polveri a causa della circolazione dei mezzi, si innaffieranno i piazzali e tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, al fine di evitare la dispersione delle stesse e il conseguente danneggiamento della flora.

- Fase di realizzazione

Lungo la perimetrazione dell'area dell'impianto, sarà realizzata, limitatamente ai tratti in cui la vegetazione arborea/arbustiva risulta totalmente assente, una fascia di mitigazione visiva utilizzando specie autoctone in coerenza con le caratteristiche bioclimatiche e edafiche della zona.

- Fase di esercizio

Si consentirà il pascolo del bestiame domestico affinché non siano impiegati prodotti chimici diserbanti e attrezzature motorizzate rumorose per lo sfalcio delle specie erbacee stagionali.

#### **9.8.1.2. Opere di compensazione**

- Fase di dismissione

Con la dismissione del campo fotovoltaico, si potrà mantenere e continuare la conduzione agrozootecnica preesistente, senza richiedere particolari opere di ripristino stante l'assenza di forme di degrado, ma con una situazione agronomica migliorata come indicato nella relazione agronomica..

### **9.9. Interferenza con il sistema idrico superficiale**

#### **9.9.1. Deflusso delle acque superficiali**

Il deflusso delle acque superficiali, non sarà modificato durante la fase di realizzazione, esercizio e dismissione, infatti, non si ha nessuna interazione con i lineamenti idrografici ed il sito non subirà modifiche dal punto di vista plano-altimetrico con relative variazioni di pendenza, la conformazione del sito ricalcherà quella ante opera.

L'azione dei fenomeni di erosione e dilavamento per ruscellamento superficiale, viene impedito anche tramite la buona struttura del suolo e dalle colture, che assorbono l'acqua.

Nello specifico l'area in esame, data anche la sua morfologia, non presenta problemi di ristagni idrici superficiali in quanto la struttura delle litologie e dei suoli, determina un buon drenaggio delle acque meteoriche in profondità.

L'indagine effettuata non ha rilevato la presenza di sorgenti.

La presenza di una copertura vegetale permanente dell'area dei pannelli, data dalle piantumazioni che saranno realizzate preserva le condizioni aerobiche del suolo evitando eventuali aree di ristagno (che potrebbero degradare, sul lungo periodo, la vegetazione e i materiali in opera) ed evitando forme di erosione.

Al fine di non condizionare i regimi idrici dell'area, non si è optata l'intercettazione e l'allontanamento dal sito dell'acqua meteorica di scolo dai singoli pannelli, infatti, si ritiene che questi non causino alterazioni del ciclo idrologico e l'incremento di fenomeni erosivi proprio in ragione della presenza della copertura vegetazionale data dalle piantumazioni.

Per contro, l'allontanamento delle acque e la loro raccolta, creerebbe un deficit dei volumi idrici sul suolo con il conseguente rischio di ammaloramento della vegetazione e una perdita nella quantità di trasmissione verso le falde sottostanti.

La presenza dell'acqua di scolo dai pannelli associata al loro effetto di ombreggiamento che diminuisce l'evapotraspirazione, porta ad una certa omogeneizzazione del contenuto idrico del suolo.

L'impatto è nullo in tutte nelle fasi di realizzazione e dismissione e nella fase di esercizio.

### 9.9.2. Scarichi al suolo ed effluenti liquidi

L'interazione con questi due fattori ambientali, si può verificare in caso di situazioni di emergenza nella fase di realizzazione di dismissione che si possono ricondurre alla rottura di parti dei mezzi meccanici che contengono liquidi inquinanti (gasolio, olio motore, olio idraulico), in ogni caso, sono eventi con una bassissima probabilità di accadimento e che nell'ipotesi di verifica dell'evento, producono una limitata quantità di inquinante.

Praticamente i due fattori che determinano il potere inquinante e cioè:

- ❖ la dose di introduzione nel mezzo ricettore e
- ❖ la frequenza degli apporti,

sarebbero, nel caso di incidente, bassissimi.

Durante la fase di esercizio, tale eventualità è ancora minore data la minore presenza di mezzi e la minore frequenza d'uso.

I pannelli fotovoltaici, presenti durante la fase di esercizio, si possono ritenere da questo punto di vista a impatto zero in quanto non contengono alcun tipo di sostanza attiva chimica nociva (liquida o solida), che possa percolare nel suolo o andare ad alterare lo stato di salute dei corpi idrici.

Ulteriore fonte di potenziale sversamento di liquido è data dagli oli dielettrici contenuti nei trasformatori. L'olio oltre a svolgere funzioni di isolamento, assolve anche il compito di raffreddamento, sottraendo calore alle parti calde della macchina per trasferirlo all'ambiente esterno.

Pur nella loro apparente semplicità, le vasche per trasformatori hanno un ruolo nella prevenzione dei rischi ecologici e per la salute umana. Grazie alla loro capacità di contenere eventuali perdite di olio dielettrico, in modo fisso o mobile, possono proteggere efficacemente l'ambiente. Inoltre, permettono di garantire il rispetto delle normative in materia idrica.

Le vasche in cemento hanno il vantaggio di poter essere facilmente realizzate su misura. Offrono una grande resilienza su un termine molto lungo. Tuttavia, possono soffrire di problemi di tenuta stagna. Ciò significa che una vasca in cemento deve essere obbligatoriamente rivestita con uno strato di tenuta. Tale strato deve essere ripristinato ogni 10 anni.

Dal punto di vista della capacità di migrazione dell'inquinante, si ha una presenza di strati a bassa e media permeabilità, dove la velocità di migrazione del soluto è praticamente inferiore a  $10^{-4}$  cm/s.

Fatte queste premesse, è possibile escludere sin d'ora il rischio di percolazione di inquinanti in falda connessi con la realizzazione e dismissione dell'opera, stante anche la notevole soggiacenza della falda della zona.

#### 9.9.2.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Adozione di buone pratiche di cantiere relative all'utilizzo dei mezzi.

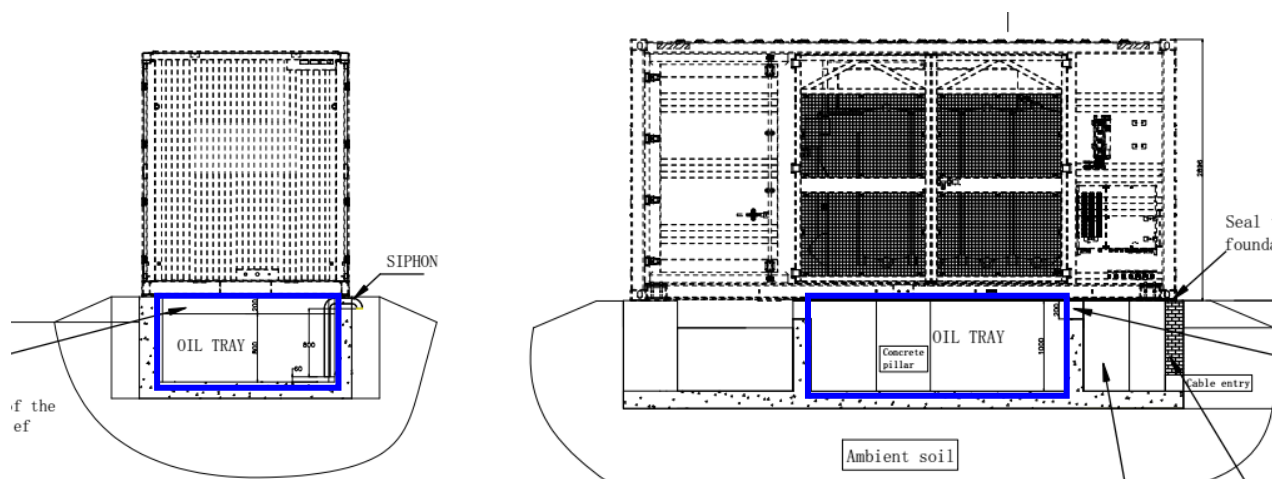
Occorrerà evitare nel modo più assoluto, la sosta dei mezzi potenziali emettitori in zone in cui si rileva una presenza di strati a maggiore permeabilità.

Nell'ipotesi di accadimento dell'evento, bisognerà bonificare immediatamente il suolo attraverso l'estrazione di quello contaminato e il suo conferimento in apposita discarica, infatti, i tempi di migrazione dell'inquinante nel suolo, sono notevolmente limitati dalle caratteristiche di permeabilità dello stesso e permettono un intervento di questo tipo.

In cantiere sarà sempre presente un kit di emergenza antisversamento - Spill kit per far fronte a questi imprevisti, attrezzato in base alle sostanze presenti ed ai quantitativi ipotizzabili.

▪ Fase di esercizio

Al fine di contenere eventuali sversamenti dell'olio dei trasformatori, questi saranno posizionati su strutture prefabbricate dotate di vasche di contenimento, come indicato nelle immagini seguenti:



Ripristino della tenuta stagna della vasca di contenimento (cadenza decennale).

#### 9.9.2.2. Opere di controllo

▪ Fase di esercizio

Controllo visivo delle vasche di contenimento (cadenza settimanale).

Controllo della tenuta stagna della vasca di contenimento (cadenza annuale).

#### 9.10. Interferenza con il sistema idrico sotterraneo

##### 9.10.1. Premessa

Le attività di questo tipo per la loro costituzione e per la loro dimensione, non riescono a modificare il bilancio idrico del suolo, non creando una turbativa ai corpi d'acqua superficiali o alle falde sotterranee, in particolare quella in oggetto che insiste in un ambito in cui i due principali obiettivi citati in precedenza non sono bersagli raggiungibili.

Nella valle del Cixerri, area in cui insiste l'iniziativa, l'acquifero principale è costituito dai depositi alluvionali olocenici e dalle conoidi terrazzate del pleistocene superiore soprattutto nelle zone alla base dei rilievi in cui la granulometria è grossolana.

Le potenze di questi depositi quaternari sono molto ridotte e la permeabilità della sottostante formazione del Cixerri molto bassa, fanno sì che gli acquiferi non abbiano particolare rilevanza.

Vista la lontananza dei punti di ricarica e delle zone di scarica dell'acquifero, si può a ragion veduta ritenere che l'attività non comprometterà il deflusso naturale delle acque verso lo stesso.

Per quanto riguarda eventuali falde interfluviali, nell'area, compreso il Rio Cixerri, sono ridotte le relazioni tra i corsi d'acqua e le falde, fatto questo dovuto alla esigua potenza dei depositi quaternari sede dell'acquifero.

Lo schema di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, non viene modificato dalle opere dell'impianto, in quanto non si hanno modifiche relative all'assetto morfologico e litologico, infatti, non sono previsti scavi

che potrebbero in relazione alla loro entità e al grado di alterazione della sequenza litologica, modificare in piccolo l'assetto idrogeologico presente.

L'indagine effettuata non ha rilevato la presenza di sorgenti.

A livello di corpi idrici sotterranei, dal punto di vista quali-quantitativo, la fase di realizzazione, esercizio e dismissione dell'impianto non influirà in alcun modo sulla circolazione idrica di falda in quanto:

- ❖ la presenza dei pannelli, vista la presenza di ampie aree vegetate tra gli stessi, vista la superficie interessata, non interagisce in nessun modo con gli apporti idrici, l'infiltrazione e la capacità di percolazione profonda, infatti, l'opera non crea forme di impermeabilizzazione o barriere tali da creare modifiche sull'assetto idrogeologico presente;
- ❖ i supporti dei pannelli, oltre ad essere di tipologia puntuale, sono di dimensioni tali da non raggiungere la quota piezometrica delle acque sotterranee, infatti gli acquiferi presentano una soggiacenza nettamente superiore rispetto alla quota di arrivo dei pali di sostegno delle strutture.

#### 9.10.1.1. Opere di controllo

- Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Controllo della piezometrica nei pozzi di proprietà dell'azienda.

Elaborazione dei dati della centralina di monitoraggio idrico-climatico-pedologico e utilizzo dei dati per un miglioramento delle quantità di acqua da distribuire sulle colture.

#### 9.11. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti

##### 9.11.1. Premessa

La produzione di energia attraverso sistemi fotovoltaici, essendo effettuata senza il consumo di combustibili fossili, non determina emissioni di gas.

I contributi ambientali dell'impianto, sono di seguito riassunti:

Contributo ambientale



questi si esplicano in una minore emissione di CO<sub>2</sub>, in una deforestazione ridotta e in un minore consumo di carbone.

Un ulteriore contributo ambientale, è quello dovuto alla introduzione della pratica agronomica seguente e meglio illustrata nella relazione agronomica: due volte l'anno, la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalcata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di diserbanti chimici, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "Mulching" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, che sarà approvvigionata per il tramite di autobotti (provenienza extraziendale), contribuendo in tal modo ad attenuare i processi di desertificazione in atto.



A fronte della bassissima presenza di insediamenti abitativi nell'area considerata di incidenza dell'attività, si ritiene che l'impatto sugli abitanti residenti sia pressoché nullo.

Il transito degli automezzi sulle strade non asfaltate di accesso ed interne all'area dell'impianto, può determinare nell'ambiente circostante il sollevamento di polveri.

Come già detto in precedenza, l'impatto principale potrebbe essere quello del sollevamento delle polveri nelle strade non dotate di copertura principalmente nella fase di realizzazione e di dismissione ed in maniera decisamente inferiore nella fase di esercizio..

Per quanto concerne i campi elettromagnetici e i rischi collegati, l'impatto è dovuto a quello tipico di qualunque apparecchiatura operante a tensioni medio-elevate ed è associabile esclusivamente alla fase di esercizio.

L'impiantistica in toto, deve rispondere per legge agli standard imposti dalle norme CEI che per la loro natura e la loro predisposizione garantiscono la pubblica sicurezza in merito a tale rischio.

Inoltre, lo storico accumulato nel settore degli impianti, consente di escludere impatti derivanti da tale tipologia di rischio.

Per ogni ulteriore dettaglio si allega alla presente la relazione sull'argomento.

Per quanto concerne il rumore, come già indicato nel paragrafo dedicato e nella relazione previsionale di impatto acustico, la tecnologia fotovoltaica che ovviamente viene riferita alla fase di esercizio, è a emissioni nulle.

Durante la fase cantieristica per la realizzazione e la dismissione, che sarà effettuata in orari diurni, non genera rumori tali da alterare il clima acustico dell'area.

Per quanto riguarda il rischio di abbagliamento rilevato in alcuni studi e dovuto alla riflessione dei raggi solari sui pannelli, si fa presente che tale fenomeno data la tipologia di impianto sia un fenomeno inevitabile.

Occorre però precisare che:

- ❖ le angolature dei pannelli,
- ❖ la tipologia di impianto ad inseguimento del tipo ad asse unico,

rendono i raggi riflessi orientati verso la volta celeste, con angolature di diverso grado in relazione alla posizione del sole.

Infatti, tali raggi riflessi, saranno più bassi sull'orizzonte nelle ore mattutine e serali e più verticali nelle ore centrali, rendendoli simili in quest'ultimo caso a quelli riflessi da un bacino d'acqua.

La morfologia del sito, pone i ricettori sensibili come abitazioni, strade, in posizione tale da non ricevere i raggi riflessi evitando possibili rischi di abbagliamento.

Il possibile abbagliamento per velivoli dell'aviazione militare e civile è da escludere per la distanza dalle zone aeroportuali e per la velocità con cui si muovono questi possibili ricettori.

Per quanto riguarda il rischio di disastri e/o calamità naturali che possiamo riassumere in:

- ❖ terremoti,
- ❖ alluvioni,
- ❖ frane ,
- ❖ incendi,

o antropiche, come

❖ rischi dati dalla tecnologia dell'impianto.

Le interazioni che l'impianto può avere con le stesse si possono riassumere in due categorie:

- ❖ passive in quanto lo stesso può essere possibile innesco del disastro,
- ❖ attive in quanto può essere possibile fonte di innesco del disastro.

A ragion veduta, dati i criteri progettuali e costruttivi dell'impianto e visto l'inserimento dello stesso in un ambiente in cui non si possono delineare rischi per disastri naturali e/o antropici, si può asserire che l'impianto non presenta delle vulnerabilità alle calamità o agli eventi naturali considerando nell'insieme anche quelle eccezionali.

In particolare per eliminare la vulnerabilità dell'impianto alle diverse categorie di rischio si sono adottate le seguenti accortezze progettuali:

- ❖ allagamenti e rischi elettrici, poiché la parte elettrica dell'impianto comprende tutti i sistemi di protezione sia di carattere tangibile, sia di carattere intangibile;
- ❖ trombe d'aria, poiché le strutture dell'impianto sono certificate per resistere a venti di notevole intensità senza perdere la propria integrità strutturale;
- ❖ eventi sismici, infatti, non sono previste strutture in cemento o altre soggette a potenziali crolli;
- ❖ incendi, nell'impianto non sono presenti composti o sostanze infiammabili e lo stesso è costruito nel rispetto della normativa antincendio.

In merito all'aspetto sociale, infine, l'impianto presenta delle esternalità positive che si possono di seguito elencare:

- ❖ creazione di impiego, infatti nella parte manutentiva e gestionale sarà coinvolto personale locale,
- ❖ immissione di liquidità nel sistema economico locale, data dalla fonte diretta di reddito che interesserà i conduttori dei terreni;
- ❖ decrescita nel tempo del costo dell'energia elettrica sul libero mercato con la possibilità di scegliere l'energia prodotta da fonti rinnovabili e sostenere il processo di transizione ecologica;
- ❖ sinergia del sistema di produzione di energia e dell'uso agro-zootecnico del sito, con possibilità del rafforzamento della filiera agro-pastorale locale.

La produzione di rifiuti, durante la realizzazione, è legata alle normali attività di cantiere.

Durante la fase di realizzazione, nelle operazioni di cantiere, i rifiuti generati dovranno essere opportunamente trattati e separati a seconda della classe, come previsto dal D.L. n° 152/06, e debitamente riciclati o inviati a impianti di smaltimento autorizzati, come per esempio i materiali d'imballaggio in legno e plastica che dovranno essere destinati a raccolta differenziata.

Nel merito della produzione dei rifiuti, occorre considerare l'alto grado di prefabbricazione dei componenti utilizzati, come le cabine, i pannelli e le strutture dei pannelli, per cui non saranno prodotti ingenti quantitativi di rifiuti.

In fase di esercizio la produzione di rifiuti è minima.

Durante la fase di dismissione, le operazioni di rimozione e demolizione delle strutture, il recupero e lo smaltimento dei materiali di risulta, osserveranno le modalità previste dalle norme vigenti in materia di smaltimento rifiuti.

L'attuale normativa italiana con il D.Lgs. 49 del 2014, disciplina i materiali derivanti dalla dismissione di impianti fotovoltaici come "Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche – RAEE" e obbliga i Titolari

di impianto al conferimento dei "RAEE-fotovoltaici" presso i Centri di Raccolta Autorizzati per lo smaltimento e l'invio ai centri di recupero.

Tutte le strutture presenti nell'area che dovranno essere smaltite, andranno caratterizzate con attribuzione del codice CER ed inviate ad appositi centri e/o discariche.

In ogni caso, sarà possibile scegliere di effettuare un adeguamento delle strutture e delle componenti elettriche tramite repowering e revamping, per cui si può generare l'ipotesi di azzerare completamente le emissioni di rifiuti speciali nell'ottica di un aumento del periodo di vita della struttura fotovoltaica.

#### **9.11.1.1. Opere di mitigazione**

- Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

La sicurezza delle persone, è tutelata dal fatto che l'area sarà completamente recintata con rete metallica di altezza pari a 1.90 metri, come già descritta in precedenza, onde evitare possibili interazioni delle persone non addette.

Saranno, inoltre, affissi cartelli monitori su tutta la recinzione onde richiamare l'attenzione delle persone al divieto di ingresso.

Irrorazione con acqua delle strade sterrate che conducono all'area dell'impianto nei giorni di secca e di aumento della ventosità.

Emanazione di ordini di servizio specifici per quanto concerne il sollevamento delle polveri che regolamentino le modalità del trasporto nelle aree interne ed esterne alla zona dell'impianto: obbligo del rispetto dei limiti di velocità e del codice della strada.

Manutenzione delle dotazioni antincendio.

Individuazione dei rifiuti generati durante ogni fase con attribuzione del codice CER, individuazione delle aree adeguate al deposito temporaneo e predisposizione di apposita segnaletica, al fine di migliorare e contenere al massimo la quantità di rifiuti prodotti.

- Fase di esercizio

Manutenzione dell'impianto.

#### **9.11.1.2. Opere di controllo**

- Fase di esercizio

Controllo periodico (mensile) dello stato manutentivo della rete di protezione e dello stato e presenza dei cartelli monitori.

- Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Controllo e revisione delle attrezzature antincendio.

### **9.12. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti**

#### **9.12.1. Premessa**

Come per tutte le attività soggette alle normative in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (D. Lgs. 81/08 e successive modificazioni e integrazioni), si valuterà tale effetto con la redazione del documento di valutazione dei rischi contenente la valutazione dei rischi dell'attività.

nel caso in cui siano presenti più imprese, indipendentemente dal costo dell'opera e della durata del cantiere, occorre redigere il piano di sicurezza e coordinamento.

I rischi per la salute, valutati in fase preliminare, possono essere i seguenti:

Rischio	Misure di prevenzione e protezione
Aree di transito e spazi di lavoro	Procedure di sicurezza Delimitazione delle aree di passaggio pedonale Delimitazione delle aree di deposito e di lavoro Cartellonistica di divieto e di obbligo
Attrezzi manuali	Utilizzo dei DPI Procedure di sicurezza
Esposizione al rumore e alle vibrazioni	Monitoraggio delle fonti di emissione Utilizzo dei DPI Formazione e informazione del personale
Rischi di incendio	Dotare i mezzi e le aree potenzialmente esposte al rischio di incendio di estintori Formare e informare i lavoratori Controllo periodico delle dotazioni
Esposizione ad agenti chimici (polveri)	Innaffiamento delle strade e dei piazzali Informazione e formazione Utilizzo dei DPI
Macchine	Procedure di sicurezza Manutenzioni programmate Cartellonistica di divieto e di obbligo
Microclima	Idonei sistemi di circolazione dell'aria sui mezzi Idonei DPI
Formazione e informazione	Reiterare la formazione e l'informazione dei lavoratori nei casi prescritti dalla normativa
Norme e procedure di lavoro	Emanare procedure per tutti i casi in cui si rende evidente tale necessità Affiggere adeguata cartellonistica di sicurezza Dotare l'area di idonee strutture per il personale
Sorveglianza sanitaria	Attenersi strettamente alle normative vigenti

Il rischio è stato calcolato con la formula  $R = P \times D$  che permette di ricavare automaticamente il valore dello stesso, utilizzando i due fattori P (probabilità che accada l'evento) e D (danno provocato dal verificarsi dell'evento).

Per il valore di P, viene presa come riferimento la scala delle Probabilità, che fa riferimento principalmente all'esistenza di una correlazione più o meno diretta tra la carenza riscontrata ed il danno ipotizzato, oltre che ad altri parametri, ed è di seguito riportata:

<i>Altamente probabile</i>	Valore	<b>4</b>
<i>Probabile</i>	Valore	<b>3</b>
<i>Poco probabile</i>	Valore	<b>2</b>
<i>Improbabile</i>	Valore	<b>1</b>

La scala di gravità, chiama invece in causa la competenza di tipo sanitario e, fa riferimento principalmente alla reversibilità o meno del danno, ed è di seguito riportata:

<i>Gravissimo</i>	Valore	<b>4</b>
<i>Grave</i>	Valore	<b>3</b>
<i>Medio</i>	Valore	<b>2</b>
<i>Lieve</i>	Valore	<b>1</b>

La magnitudo del rischio permette di programmare gli interventi e la loro priorità al fine di poter mitigare il rischio stesso e può essere così individuata:

<b>R &gt; 8</b>	<i>Azioni correttive indilazionabili</i>
<b>4 ≤ R ≤ 8</b>	<i>Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza</i>
<b>2 ≤ R ≤ 3</b>	<i>Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine</i>
<b>R = 1</b>	<i>Azioni migliorative da valutare in fase di programmazione</i>

#### 9.12.1.1. Opere di mitigazione

- Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Il gestore, ha sempre ritenuto fondamentale all'interno delle sue attività, il rispetto delle norme sulla sicurezza, forte di tale principio nella gestione aziendale, ha sempre previsto come atto fondamentale la formazione e l'informazione dei lavoratori.

In tal modo l'azienda, vuole costantemente implementare la cultura della prevenzione dei rischi, in modo da accrescere il coinvolgimento di tutti i lavoratori.

Altresì, si vuole mirare ad un miglioramento della sinergia e del coordinamento di tutte le figure coinvolte nel sistema aziendale per la sicurezza.

Inoltre, si emaneranno periodicamente degli ordini di servizio specifici e delle procedure di sicurezza al fine di migliorare le condizioni di lavoro ed eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute e la sicurezza degli addetti.

#### 9.12.1.2. Opere di controllo

- Fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione

Redazione del Piano di sicurezza e coordinamento.

Formazione del personale diretto e indiretto.

- Fase di esercizio

Aggiornamento periodico del documento di valutazione dei rischi.

Visite sanitarie periodiche sui dipendenti.

Indagini fonometriche sui livelli di emissione sonora.

Coordinamento con le imprese di appalto.

Formazione del personale diretto.

### 9.13. Impatto visivo

#### 9.13.1. Premessa

L'impatto maggiore è ovviamente costituito, come per tutti gli impianti di questo tipo, dalla variazione cromatica creata dalla presenza dei pannelli con il resto del territorio.

A livello scientifico internazionale, la letteratura che affronta lo studio e la valutazione degli impatti visivi e paesaggistici del settore energetico si concentra sull'eolico, limitando i documenti dedicati ai grandi impianti fotovoltaici.

Tali impianti infatti, occupano generalmente grandi superfici e rappresentano una forma di trasformazione del territorio che è alla lunga di tipo reversibile.

Nonostante l'apporto creato dalle politiche di promozione di tali impianti, a livello locale si percepiscono ancora come impattanti e limitativi della qualità della vita. A tale proposito occorre evidenziare che gli studi tendenti ad indagare gli impatti sulle risorse naturali, non sempre hanno evidenziato ciò che arbitrariamente veniva detto dalle comunità a priori ed in maniera arbitraria.



Occorre tenere presente che la generazione di energia da fonti rinnovabili, richiede, a parità di potenza, delle superfici maggiori, ponendo al centro il problema dell'attenzione verso gli impatti paesaggistici e visivi, tenendo conto in ogni caso che questo tipo di produzione è ormai al centro dello sviluppo e della transizione energetica.

La proliferazione dei grandi impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili, ha generato una nuova forma di paesaggio che viene definito "paesaggio energetico" indicato come "Energyscapes" (Howard et al., 2013).

Secondo la definizione di Pachaki (2003), l'impatto estetico di una qualunque opera può essere definito come il disturbo visivo del paesaggio percepito in conseguenza della realizzazione di elementi antropogenici, che per dimensione, stile, colore, complessità e difformità dal contesto generano una discontinuità con il paesaggio circostante.

In tale contesto, l'entità dell'impatto, sarà in relazione con la visibilità dell'opera e con il numero dei recettori sensibili.

Progressivamente il concetto del paesaggio, in questo specifico settore, si sta evolvendo sempre più nella direzione di integrare al suo interno gli elementi energetici.

La "Convenzione Europea del Paesaggio" (Europe, 2000) lo definisce come "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".

Quindi in definitiva, i paesaggi energetici rientrano pienamente in questa definizione a patto di tutelare la sostenibilità in modo da non creare turbative eccessive negli osservatori più sensibili.

A questo punto, occorre introdurre il concetto di "sostenibilità degli energyscapes" che sono quei paesaggi energetici, che evolvono sulla base delle risorse energetiche rinnovabili localmente disponibili, senza compromettere la qualità del paesaggio, la biodiversità, le produzioni primarie e gli altri servizi ecosistemici a supporto della vita.

Per quanto concerne la qualità del paesaggio, il contesto di riferimento presenta i tratti di un paesaggio fortemente influenzato dall'uso agricolo, dove gli appezzamenti, per la maggior parte destinati a seminativi non irrigui e al pascolo, trovano posto negli spazi pianeggianti o sub pianeggianti, interposti alle formazioni della macchia mediterranea.

Si nota la presenza di strade di penetrazione agraria, realizzate a supporto delle attività agricole e zootecniche dell'area.

Non mancano piccoli caseggiati isolati, linee elettriche e la centrale elettrica dell'ENEL, che indicano la presenza antropica sul territorio.

In questo contesto, l'impianto in oggetto attraverso le sue forme, dimensioni e colori, crea un rafforzamento della componente agro-energetica esistente.

Durante le fasi di realizzazione e di dismissione dell'impianto l'impatto visivo sarà principalmente dovuto alla presenza di mezzi di lavoro in cantiere che trattandosi di macchinari di modeste dimensioni non crea particolari turbamenti ed in tutto e per tutto assimilabili a quelli dei macchinari utilizzati per l'attività agricola. La durata dell'impatto sarà breve e di estensione limitata.

Per quanto riguarda l'impatto visivo in fase di esercizio, generato dal nuovo impianto e dal suo inserimento sul territorio, si evidenzia quanto segue:

- ❖ la limitata presenza di recettori di prossimità,
- ❖ limitata altezza delle installazioni,
- ❖ l'impianto è già opportunamente nascosto alla vista dalla presenza degli elementi infrastrutturali presenti nell'area e dalla vegetazione presente in area vasta che fungono da filtri visivi,
- ❖ non vi sono punti panoramici da dove è possibile osservare l'impianto,
- ❖ la visibilità del sito di impianto dai centri abitati, punti panoramici e/o luoghi di interesse in un raggio di circa 10 km è mitigata dalla morfologia del territorio e sarà ulteriormente attenuata dalla distanza.

Ciò ci consente di determinare l'inesistenza di possibili interferenze visive legata alla presenza dell'impianto e la conseguente alterazione del valore paesaggistico.

L'impatto visivo è da considerarsi non significativo.

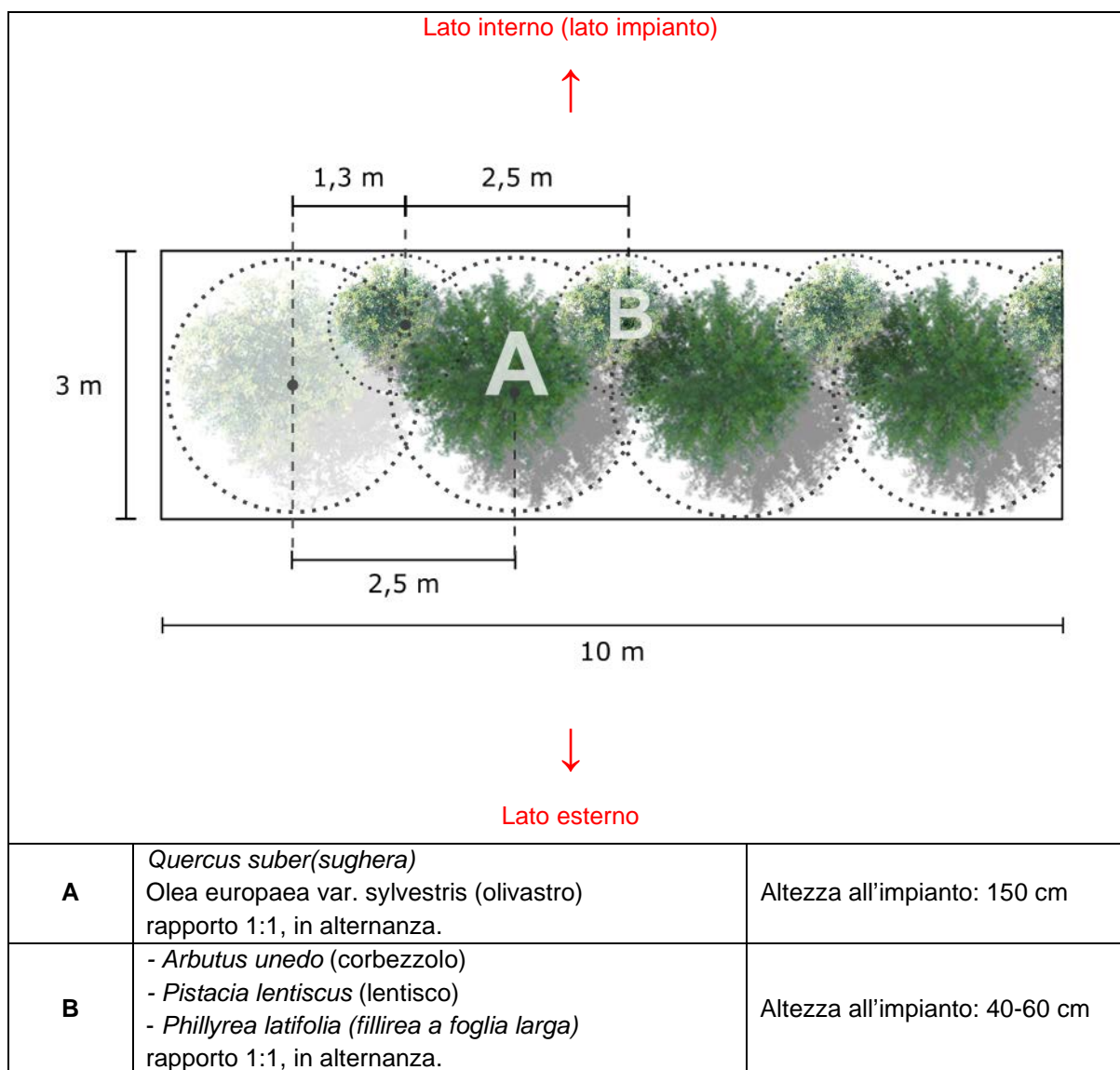
Per determinare la zona di influenza visuale, si è costruita la carta dell'impatto paesaggistico (Tematismi di gestione allegato 03\_10), in cui si può chiaramente vedere che l'effetto maggiore si ha nel contorno immediato dell'area del cantiere.

Il calcolo dell'impatto paesaggistico (IP) dato dal prodotto tra il valore paesaggistico dell'area (VP) e il valore dell'impatto visivo (VI), è inserito all'interno dei Tematismi di gestione come allegato 03\_10, dove si evince che il punto bersaglio 4 che guarda in direzione nord dalla strada statale 130, è quello con il valore maggiore pari a circa 14.30, ben al di sotto del valore critico pari a 30 al di sopra del quale occorre prevedere delle opere di schermatura ed all'interno del valore 20 che porta ad un giudizio buono per tale impatto.

L'impatto visivo, viene quindi notevolmente limitato da tre fattori fondamentali:

1. la distanza dei punti bersaglio che percorrono la viabilità principale della zona
2. la posizione del sito che risulta occultato alla vista dalle posizioni di visuale principali ad eccezione di ricettori che si trovano in prossimità dello stesso;
3. la morfologia dell'area e le quote del territorio che lo rendono poco visibile;
4. nel cono di visuale interessato dalla zona di interazione delle sezioni dei 4 punti bersaglio, spostandoci dalla sezione 1 alla sezione 4, non sono presenti alti morfologici frequentati ed in punti sensibili che possono mettere l'osservatore in una condizione di percepire l'eventuale disturbo;
5. i recettori che possono in qualche modo essere disturbati dall'impatto visivo, sono quelli che percorrono la strada statale 130 e la SP 88, ma come dimostrano le sezioni dai punti bersaglio e i tratti compresi tra gli stessi, data la loro lontananza, hanno un valore di impatto visivo inferiore a 2.5 quindi eccellente secondo la scala di giudizio del valore VI.

La fascia di mitigazione visiva, del tipo naturaliforme, verrà creata con il seguente schema:



#### 9.13.1.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di esercizio

L'impatto visivo è in ogni caso limitato alla durata dell'impianto.

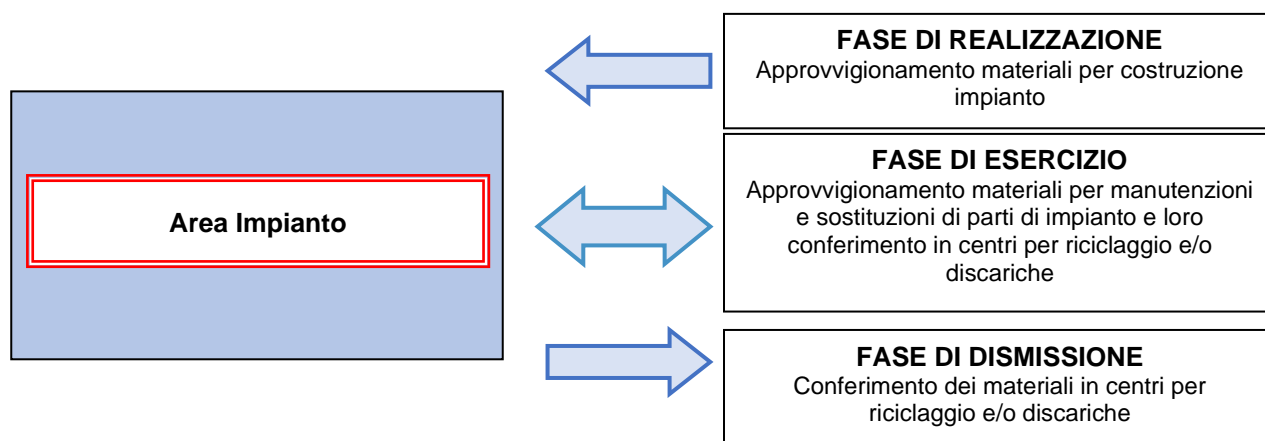
L'impatto visivo e quello paesaggistico come indicato in precedenza, non mostrano alcuna criticità.

Creazione della fascia di mitigazione visiva nelle zone in cui questa non esiste e infittimento laddove non adeguata.

#### 9.14. Aumento del traffico veicolare

##### 9.14.1. Premessa

Il diagramma di flusso durante le fasi di realizzazione, esercizio e dismissione e relativo al trasporto del materiale è riportato di seguito.



Il percorso per gli approvvigionamenti, prevede la percorrenza della strada provinciale n°88 che da Siliqua conduce a Vallermosa in direzione Vallermosa o in direzione Siliqua in relazione dalla provenienza, quindi svoltando sul lato sinistro o destro a seconda della provenienza, come mostrato nell'immagine seguente ed imboccando una strada di penetrazione sterrata che conduce dapprima all'azienda agricola e poi al sito dell'impianto la cui lunghezza è di circa 1,200 km.



Nella fase di realizzazione e di dismissione, il numero di camion al giorno stimati è pari a 2 che percorrono la SP 88.

Nella fase di esercizio, la percorrenza di camion sulle arterie stradali, si ha solamente in casi eccezionali per trasporti di parti di impianto deteriorate o in mal funzionamento che devono essere sostituite.

#### 9.14.1.1. Opere di mitigazione

##### ▪ Fase di realizzazione e di dismissione

Rispetto del codice della strada (formazione e informazione costante dei lavoratori).

Emissione di ordini di servizio.

Rispetto delle manutenzioni programmate dei mezzi.

Revisioni periodiche dei mezzi.

## 9.15. Microclima

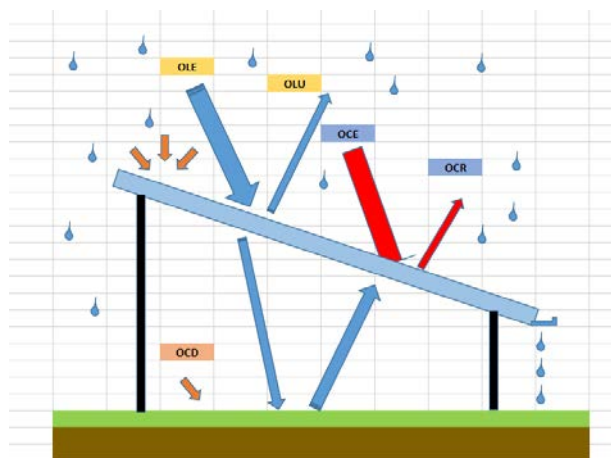
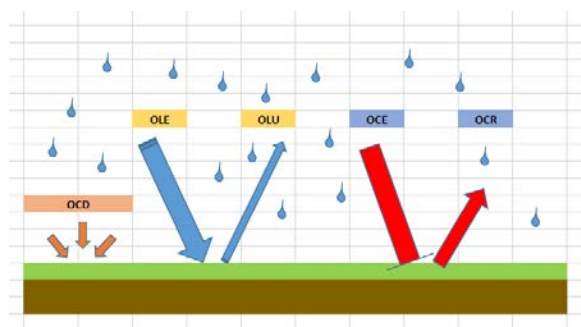
### 9.15.1. Premessa

A livello microclimatico, un impianto fotovoltaico, genera delle modificazioni localizzate per l'interazione, non sempre negativa tra le forzanti esterne meteorologiche ed il nuovo sistema pannello-suolo.

Uno studio in tale senso è stato sviluppato da Armstrong et al. nel 2014.

Le variabili che entrano in gioco nei due sistemi, quello privo di pannelli e quello con la presenza dei pannelli sul suolo, sono le seguenti:

- ❖ precipitazione atmosferica, che viene intercettata dal pannello e concentrata nella sua parte bassa;
- ❖ radiazione solare che si scompone in:
  - onda corta entrante - OCE
  - onda corta riflessa - OCR in corrispondenza della copertura fotovoltaica questa risulta inferiore rispetto al suolo dove viene assorbita maggiormente data la sua minore albedo rispetto alla superficie del pannello
  - onda corta diffusa - OCD vale la stessa considerazione fatta per la OCR
  - onda lunga entrante - OLE questa viene parzialmente captata dal pannello, in parte riflessa e in parte arriva al suolo, dove il pannello retrodiffonde l'onda lunga che esce dal terreno trattenendone una parte
  - onda lunga uscente - OLU



Queste radiazioni che si trasmettono diversamente nei due casi, si traducono in una serie di modifiche che come detto non sempre sono negative.

Anche se a prima vista può sembrare strano, l'ombra dei pannelli solari permette un uso più efficiente dell'acqua, oltre a proteggere le piante dagli agenti atmosferici estremi e dal sole nelle ore più calde.

Recenti studi internazionali quali quelli di Marrou et al. (2013), hanno dimostrato che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura, con la creazione di un microclima favorevole per variazioni di temperatura e umidità favoriscono la crescita delle piante e il miglioramento prestazionale di alcune colture.



Lo studio ("APV-RESOLA") dei ricercatori del National Renewable Energy Laboratory (NREL), il laboratorio del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti dedicato alla ricerca sulle energie rinnovabili, pubblicato alla fine del 2019, conferma questi dati.

I risultati di questi studi, suggeriscono che la combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici potrebbe avere effetti sinergici che migliorano e implementano la produzione agricola, agiscono sulla regolazione del clima locale, sulla conservazione dell'acqua e sulla produzione di energia rinnovabile.

I principali benefici evidenziati, connessi all'agrivoltaico, sono:

❖ Maggiore produzione di cibo

La produzione totale di peperoncino è stata tre volte maggiore. L'efficienza di utilizzo dell'acqua per il jalapeño è stata del 157% maggiore. Per il pomodoro ciliegino, l'efficienza di utilizzo dell'acqua è stata del 65% maggiore e la produzione totale di frutta raddoppiata nell'impianto agrivoltaico.

❖ Risparmio idrico

Irrigando ogni due giorni, l'umidità del suolo rimaneva di circa il 15% maggiore nell'impianto agrivoltaico. Durante l'irrigazione quotidiana, l'umidità del suolo nel sistema agrivoltaico è rimasta del 5% maggiore prima dell'irrigazione successiva.

❖ Migliore produzione di energia rinnovabile

I tradizionali pannelli fotovoltaici montati a terra erano sostanzialmente più caldi durante il giorno rispetto a quelli con il sottobosco vegetale. I pannelli fotovoltaici agrivoltaici erano più freschi durante le ore diurne rispetto al sistema tradizionale di circa 9°C, consentendo prestazioni migliori.

Il gruppo di progetto "APV-RESOLA", Fraunhofer ISE (istituto per la promozione dell'energia sostenibile) è stato in grado di dimostrare l'efficienza dell'agrivoltaico con un impianto pilota da 194 kW a Heggelbach, in Germania, infatti in tale impianto, l'ombreggiamento parziale dei moduli fotovoltaici ha migliorato la resa agricola. I risultati del 2017 hanno mostrato un'efficienza nell'uso del suolo del 160%, incrementati a 186% nel 2018.

Inoltre altri studi indicano che: a seconda del livello di ombreggiamento, si osserva un risparmio idrico del 14-29%. Lo dimostrano i primi test fatti in una prova sperimentale da Enel Green Power (Egp), in team con **l'Università degli Studi di Napoli Federico II** e con Novamont. L'esperimento è in corso, iniziato a gennaio 2022, in Grecia, a Kourtesi, un paesino rurale nel Sud del Paese.

#### 9.15.2. Variazioni delle temperature

Gli studi dell'ultimo decennio, consentono di escludere un rischio di surriscaldamento nell'intorno di un impianto a causa delle temperature di esercizio dei pannelli, infatti, le temperature massime raggiunte dagli stessi, sono del tutto assimilabili, a parità di radiazioni raggiunte, alle temperature su superfici scure (Chiabrando *et al.*, 2009).

Uno studio condotto da Armstrong *et al.* nel 2016 (Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling) su un impianto a terra con sistema fisso senza inseguitori, su una superficie di 12 ettari, in ogni caso ha messo in evidenza che si ha una variazione di qualche grado del campo termico, al di sotto della superficie coperta dall'impianto.

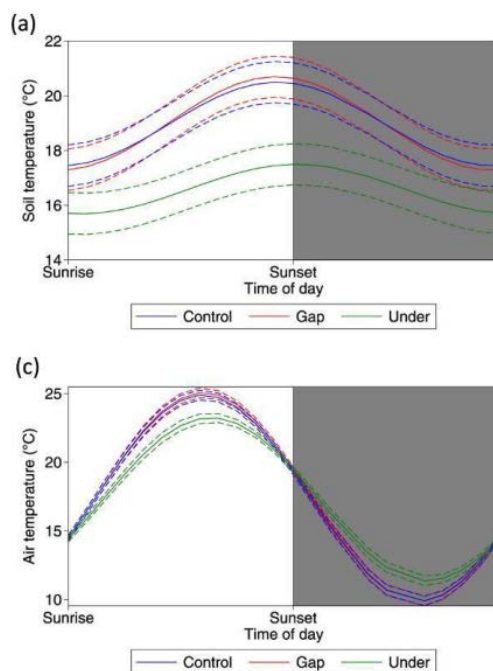
Le figure che seguono mostrano:

- ❖ la linea verde under che si riferisce alla posizione al di sotto dei pannelli,
- ❖ la linea rossa gap che si riferisce alla posizione nell'interfilare tra i pannelli,

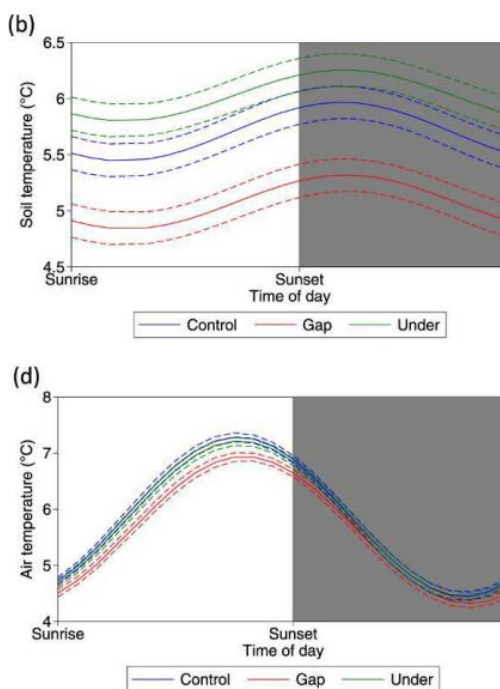
- ❖ la linea blu control che si riferisce alla posizione al di fuori del campo fotovoltaico e che serve da confronto.

I grafici si riferiscono alle variazioni di temperatura del suolo e dell'aria all'interno dell'impianto fotovoltaico (Armstrong et al., 2016).

Nel periodo estivo i dati medi giornalieri (diurni e notturni) sono indicati nelle figure seguenti:



Nel periodo invernale i dati medi giornalieri (diurni e notturni) sono indicati nelle figure seguenti:



Quindi dai monitoraggi eseguiti si ha:

- ❖ temperatura dell'aria:

- periodo estivo l'ombreggiatura creata dalla copertura dei pannelli, fa diminuire di qualche grado la temperatura nelle ore più calde e la fa aumentare nelle ore notturne, nella superficie al di sotto del pannello, mentre nella zona dell'interfilare, non si ha nessuna variazione.
  - periodo invernale a causa della variazione dell'inclinazione del sole, l'ombreggiamento si proietta nella zona dell'interfilare, che mostra una minima variazione rispetto alla curva di controllo, mentre, al di sotto dei pannelli non si ha scostamento.
- ❖ temperatura del suolo:
- periodo estivo l'ombreggiatura creata dalla copertura dei pannelli, fa diminuire di qualche grado la temperatura del suolo. Nella zona dell'interfilare, non si ha nessuna variazione.
  - periodo invernale l'ombreggiatura creata dalla copertura dei pannelli, fa aumentare leggermente la temperatura del suolo. Nella zona dell'interfilare, si ha un maggiore raffreddamento. Questo è dovuto al fatto che nell'area del pannello, l'onda lunga uscente viene trattenuta dalla copertura cosa che non accade nella zona degli interfilari.

#### 9.15.3. Variazioni della radiazione fotosinteticamente attiva PAR

L'energia solare intercettabile dalla clorofilla e disponibile per la fotosintesi rappresenta la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), la sua quota è pari al 41% della radiazione solare totale (lunghezze d'onda tra i 400 e i 700 nm del visibile).

La presenza di una parziale copertura, che intercetta la radiazione, crea una riduzione della quota parte di PAR disponibile al di sotto della stessa e, quindi, una possibile diminuzione dell'energia disponibile per la crescita vegetale.

Su quest'argomento non esistono studi specifici, ad eccezione di quello di Colantoni et al. (2018) i quali hanno studiato l'effetto di una parziale copertura fotovoltaica su una serra destinata a produzioni agronomiche, verificando una diminuzione del 30% della PAR con una copertura fotovoltaica pari al 20%.

In ogni caso questo non ha prodotto significative conseguenze sugli accrescimenti vegetali con alcune differenze a seconda delle specie coltivate.

Queste informazioni sono suffragate da esperienze dirette, che indicano che la crescita vegetale è uniforme anche al di sotto delle superfici coperte, indice del fatto che l'ombreggiamento laddove non eccessivo non è limitante per l'attività fotosintetica.

#### 9.15.4. Variazioni sulle precipitazioni e sul ciclo idrologico

La presenza di una copertura vegetale permanente dell'area dei pannelli, data dalle piantumazioni che saranno realizzate preserva le condizioni aerobiche del suolo evitando eventuali aree di ristagno (che potrebbero degradare, sul lungo periodo, la vegetazione e i materiali in opera) ed evitando forme di erosione.

Al fine di non condizionare i regimi idrici dell'area, non si è optata l'intercettazione e l'allontanamento dal sito dell'acqua meteorica di scolo dai singoli pannelli, infatti, si ritiene che questi non causino alterazioni del

ciclo idrologico e l'incremento di fenomeni erosivi proprio in ragione della presenza della copertura vegetazionale data dalle piantumazioni.

Per contro, l'allontanamento delle acque e la loro raccolta, creerebbe un deficit dei volumi idrici sul suolo con il conseguente rischio di ammaloramento della vegetazione e una perdita nella quantità di trasmissione verso le falde sottostanti.

La presenza dell'acqua di scolo dai pannelli associata al loro effetto di ombreggiamento che diminuisce l'evapotraspirazione, porta ad una certa omogeneizzazione del contenuto idrico del suolo.

#### **9.15.5. Opere di mitigazione**

- Fase di esercizio

Continuazione della produzione al di sotto dei pannelli e nelle zone di interfilare con la prosecuzione del ciclo di semina e pascolo.

#### **9.15.6. Opere di controllo**

- Fase di esercizio

Manutenzione periodica dell'impianto per assicurare la circolazione d'aria al di sotto degli stessi e non modificare il microclima.

##### **9.15.6.1. Opere di compensazione**

- Fase di dismissione

Con la dismissione del campo fotovoltaico, si potrà ripristinare totalmente la situazione ante opera.

#### **9.16. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti**

Le radiazioni associabili ad impianti fotovoltaici sono quelle non ionizzanti e per queste si è dimostrato il rispetto dei parametri di qualità.

Per quanto riguarda il campo elettrico, in ragione della schermatura e dell'isolamento dei cavi, il valore rispetta a pieno il limite di 5kV/m, pertanto può considerarsi trascurabile.

Per il campo magnetico, lo studio delle varie sorgenti presenti in impianto dimostra l'assenza di fattori di rischio per la salute umana a causa della messa in opera del progetto.

In particolare, si sottolineano i seguenti aspetti:

- ❖ le apparecchiature e i dispositivi risultano certificati dai produttori in materia di compatibilità elettromagnetica;
- ❖ i lavori di manutenzione verranno tutti effettuati in assenza di tensione;
- ❖ ad una distanza inferiore delle varie DPA non sono ubicati ricettori sensibili, abitazioni o luoghi dove sia ragionevole supporre una permanenza di persone per più di 4 ore al giorno o per periodi prolungati;
- ❖ il calcolo è stato effettuato nelle condizioni di carico peggiori.

In conclusione, il progetto rispetta i limiti di cui al DPCM 08/07/2003 ed è conforme alla normativa vigente.

L'impatto è non significativo in fase di esercizio, ed è non esistente in fase di cantiere (realizzazione e dismissione dell'opera)

#### **9.17. Quantificazione dei valori di magnitudo**

Al fine di poter stimare la magnitudo di ciascun fattore di impatto ambientale, occorre specificare quella che è la definizione di impatto.

Si ipotizzi che il tipo di impatto che ci interessa analizzare sia conseguente ad un fattore che rientra nella categoria della "emissione di residui" e che la componente indagata sia una componente biotica.

La situazione può essere così configurata: in una data ubicazione vi è una determinata sorgente di emissione di un determinato residuo relativo ad una determinata azione; in un'altra ubicazione vi è un ricettore biotico sensibile a quel determinato tipo di emissione e che costituisce il bersaglio dell'impatto: quali sono le variabili che occorre prendere in considerazione per determinare il livello dell'impatto sulla componente biotica?

La risposta può essere data ricorrendo alla seguente formula generale:

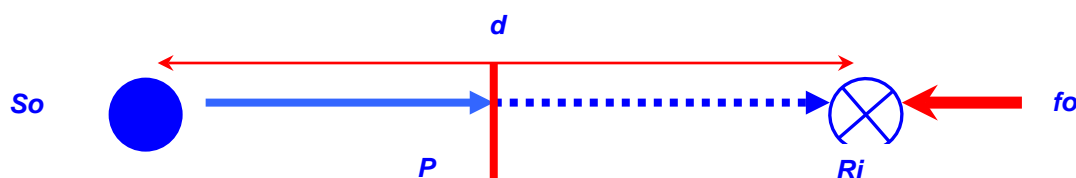
$$I = \Delta S = f(e, t, d, v, s, f_o)$$

dove:

$I$	=	<i>impatto ambientale</i>
$\Delta S$	=	<i>variazione di stato della componente ambientale</i>
$e$	=	<i>intensità del fattore di impatto alla sorgente</i>
$t$	=	<i>durata del fattore di impatto</i>
$d$	=	<i>distanza tra sorgente e ricettore</i>
$v$	=	<i>vulnerabilità del ricettore conseguente alla permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore di impatto</i>
$s$	=	<i>sensibilità del ricettore</i>
$f_o$	=	<i>livello di fondo del fattore di impatto</i>

Pertanto, l'impatto è un cambiamento di stato di una determinata componente ambientale sensibile ad un determinato fattore e dipende dall'intensità del fattore alla sorgente, dalla durata del fattore stesso, dalla distanza tra sorgente e ricettore, dalla vulnerabilità del ricettore a seguito della permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore e dal livello di fondo del fattore di impatto, cioè dal livello che quel fattore d'impatto raggiunge a causa di altre azioni presenti nel contesto ambientale del ricettore.

Schematizzando abbiamo:



Dove: So indica la sorgente del fattore di impatto, Ri il ricettore, d la distanza tra i due e P la permeabilità che l'ambiente interposto tra So e Ri presenta nei confronti del fattore di impatto, mentre, fo, indica il livello di fondo del fattore di impatto che interessa il ricettore e che è prodotto da altre sorgenti.

Se ad esempio, il fattore di cui ci occupiamo è il rumore prodotto dal traffico veicolare di una strada ed Ri è un'abitazione, allora fo è il rumore di fondo in cui l'abitazione è immersa e che dipende dal complesso delle preesistenti sorgenti di rumore.

Nella tabella che segue, sono indicati i valori delle magnitudo assunte per i singoli fattori, tenendo presenti le caratteristiche del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni che saranno effettuate.

Sono state inoltre indicate le durate dei diversi impatti, tenendo conto della seguente suddivisione temporale:

<b>EM</b>	=	Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti
<b>RE</b>	=	Fase di realizzazione



**ES** = Fase di esercizio

**DI** = Fase di dismissione

**NA** = Non attinente

Le informazioni raccolte nei paragrafi precedenti, hanno consentito di delineare i principali aspetti ambientali pertinenti con le diverse attività.

Su queste basi, occorre valutare gli effetti ambientali su ciascuna componente ambientale.

A tale scopo, è necessario caratterizzare e descrivere in modo quantitativo, per quanto possibile, i fattori di impatto ambientale individuati.

Gli schemi di valutazione, che hanno condotto al calcolo dei "livelli" di ogni fattore di impatto ambientale, hanno una struttura diversa per ognuno dei tre parametri da valutare (rilevanza, efficienza, sensibilità territoriale), come pure gli algoritmi di calcolo da applicare per valutare numericamente le risposte ottenute alle domande delle check-list di valutazione dei parametri.

Pertanto, ciascun valore di magnitudo, è stato valutato dando dei valori ai differenti parametri ricavati tramite check-list di controllo specifiche per ciascun fattore ambientale e riportate nei prossimi paragrafi.

#### **9.17.1. Analisi della sensibilità territoriale**

Concluse le fasi di inquadramento dell'attività produttiva e di valutazione dei fattori di impatto ambientale, si ritiene necessario approfondire il rapporto tra il sito ed il territorio circostante, caratterizzando ed analizzando l'azione che tali fattori di impatto svolgono sulle singole componenti ambientali.

Zone diverse del territorio e situazioni ambientali locali differenti, sottoposte all'impatto delle attività del sito produttivo avranno conseguenze diverse in funzione delle caratteristiche di "sensibilità" e di "vulnerabilità", della zona interessata in modo diretto dall'impatto ambientale in questione.

Lo studio della "sensibilità" e della "vulnerabilità" del territorio, consentirà di meglio identificare la "priorità" delle azioni da svolgere per mitigare gli effetti ambientali diretti ed indiretti sulle componenti ambientali.

A solo titolo di esempio, si possono indicare alcune delle relazioni che intercorrono tra fattori di impatto e componenti ambientali:

- ❖ l'emissione di rumore, dovuta direttamente alle attività produttive che si svolgono nel sito o indirettamente al traffico veicolare, può creare una azione di disturbo nei confronti della fauna selvatica eventualmente presente nella zona;
- ❖ il traffico veicolare, può esercitare un'azione diretta di danneggiamento nei confronti della fauna presente.

Il metodo utilizzato per la valutazione della sensibilità territoriale, è di tipo qualitativo e tramite la valutazione dei diversi aspetti di vulnerabilità e sensibilità del territorio circostante il sito, ha condotto all'individuazione degli elementi di priorità da tenere presenti nella gestione dei fattori, indotti dalla presenza o dall'attività del sito produttivo.

<i>Fattori di impatto ambientale</i>	Destinazione d' uso	Effetti geomorfologici e pedologici	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	Occupazione delle maestranze locali	Emissioni sonore	Effetti sulla fauna	Effetti sulla vegetazione	Interferenza con il sistema idrico superficiale	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	Impatto visivo	Aumento del traffico veicolare	Microclima	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti
<i>Valori</i>															
Magnitudo minima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magnitudo massima	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Magnitudo assegnata fase di realizzazione	4	3	4	8	2	1	2	1	1	1	4	2	2	NA	NA
Magnitudo assegnata fase di esercizio	4	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
Magnitudo assegnata fase di dismissione	4	3	4	5	2	1	1	1	1	1	4	2	2	NA	NA
Durata impatti	RE ES DI	RE DI	RE DI	RE ES DI	RE DI	RE ES DI	RE	RE ES DI EM	RE ES DI	RE DI	RE ES DI	RE ES DI	RE DI	ES	ES

**Legenda:**

- EM** = Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti  
**RE** = Fase di realizzazione  
**ES** = Fase di esercizio  
**DI** = Fase di dismissione  
**NA** = Non attinente

*Lista delle magnitudo dei fattori di impatto*

Destinazione d'uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Parchi, aree protette</i></li> <li>✓ <i>Area urbana</i></li> <li>✓ <i>Area agricola – prato pascolo – bosco</i></li> <li>✓ <i>Area industriale - servizi</i></li> </ul>	9-10 6-8 3-5 1-2
Effetti geomorfologici e pedologici	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Aumento delle pendenze sulla sezione principale da x a 90°-80°</i></li> <li>✓ <i>Aumento delle pendenze sulla sezione principale da x a 60°-79°</i></li> <li>✓ <i>Aumento delle pendenze sulla sezione principale da x a 30°-59°</i></li> <li>✓ <i>Aumento delle pendenze sulla sezione principale da x a 10°-29°</i></li> <li>✓ <i>Aumento delle pendenze sulla sezione principale da x a 10°-1°</i></li> <li>✓ <i>Nessun aumento delle pendenze ma realizzazione di scavi e movimento terra</i></li> <li>✓ <i>Nessuna modifica delle pendenze e nessuno scavo e/o movimento terra</i></li> </ul>	10 8-9 6-7 5 4 2-3 1
Diffusione di emissioni gassose e di polveri	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Emissione libera in atmosfera</i></li> <li>✓ <i>Abbattimento di polveri ed aeriformi</i></li> <li>✓ <i>Abbattimento e recupero</i></li> </ul>	8-10 2-7 1
Occupazione delle maestranze locali	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - alta</i></li> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - media</i></li> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - bassa</i></li> </ul>	7-10 3-6 1-2
Emissioni sonore	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Superamento del limite di immissione diurno &gt;10dBA</i></li> <li>✓ <i>Superamento del limite di immissione diurno &gt;5dBA</i></li> <li>✓ <i>Superamento del limite di immissione diurno &gt;2dBA</i></li> <li>✓ <i>Rispetto del limite di immissione diurno</i></li> </ul>	9-10 5-8 3-4 1-2
Effetti sulla fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Presenza di specie molto rare</i></li> <li>✓ <i>Presenza di specie rare</i></li> <li>✓ <i>Presenza di specie comuni</i></li> </ul>	6-10 3-5 1-2
Effetti sulla vegetazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Interventi su aree boscate</i></li> <li>✓ <i>Interventi su macchia mediterranea alta</i></li> <li>✓ <i>Interventi su macchia mediterranea bassa e/o degradata</i></li> </ul>	6-10 4-5 1-3
Interferenza con il sistema idrico superficiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Interferenza con laghi e fiumi</i></li> <li>✓ <i>Interferenza con corpi idrici secondari</i></li> <li>✓ <i>Nessuna interferenza con corpi idrici</i></li> </ul>	8-10 3-7 1-2
Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Falda superficiale e terreni permeabili</i></li> <li>✓ <i>Falda profonda e terreni permeabili</i></li> </ul>	6-10 2-5

	✓ Falda profonda e terreni impermeabili	1
Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	✓ Industria a rischio di incidente rilevante (Direttiva Seveso 2)	7-10
	✓ Emissioni incontrollate e presenza di sostanze tossiche	3-6
	✓ Tutte le emissioni al di sotto dei limiti di legge	1-2
Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti >8	8-10
	✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 4-8	5-7
	✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 2-3	3-4
	✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti <1	1-2
Impatto visivo	✓ Visibile dai centri abitati	6-10
	✓ Visibile dalla rete viaria principale	3-5
	✓ Non visibile	1-2
Aumento del traffico veicolare	✓ Aumento sulla rete principale > 200%	6-10
	✓ Aumento sulla rete principale 100-200%	3-5
	✓ Aumento sulla rete principale < 100%	1-2
Microclima	✓ Decremento atteso della t al suolo rispetto all'esterno >3.0°C	1-2
	✓ Decremento atteso della t al suolo rispetto all'esterno 3.0-2.0°C	3-7
	✓ Decremento atteso della t al suolo rispetto all'esterno <2.0°C	8-10
Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	✓ Valore del campo elettrico <5 kV/m e della induzione magnetica <3 μT	1-2
	✓ Valore del campo elettrico <5 kV/m e della induzione magnetica <10 μT	3-5
	✓ Valore del campo elettrico <5 kV/m e della induzione magnetica <100 μT	6-10

### 9.17.2. Calcolo degli impatti elementari

Gli impatti elementari, intesi come sommatoria dei prodotti tra l'influenza ponderale di un fattore e la sua relativa magnitudo, sono stati calcolati attraverso un software per la valutazione degli impatti elementari mediante un modello matriciale che calcola gli impatti per ogni singola componente e li confronta con l'impatto elementare (I.E.) minimo e massimo relativo.

La somma dei contributi all'impatto dei singoli fattori fornisce, per ogni componente ambientale, la valutazione dell'impatto elementare, indicati nella tabella seguente:

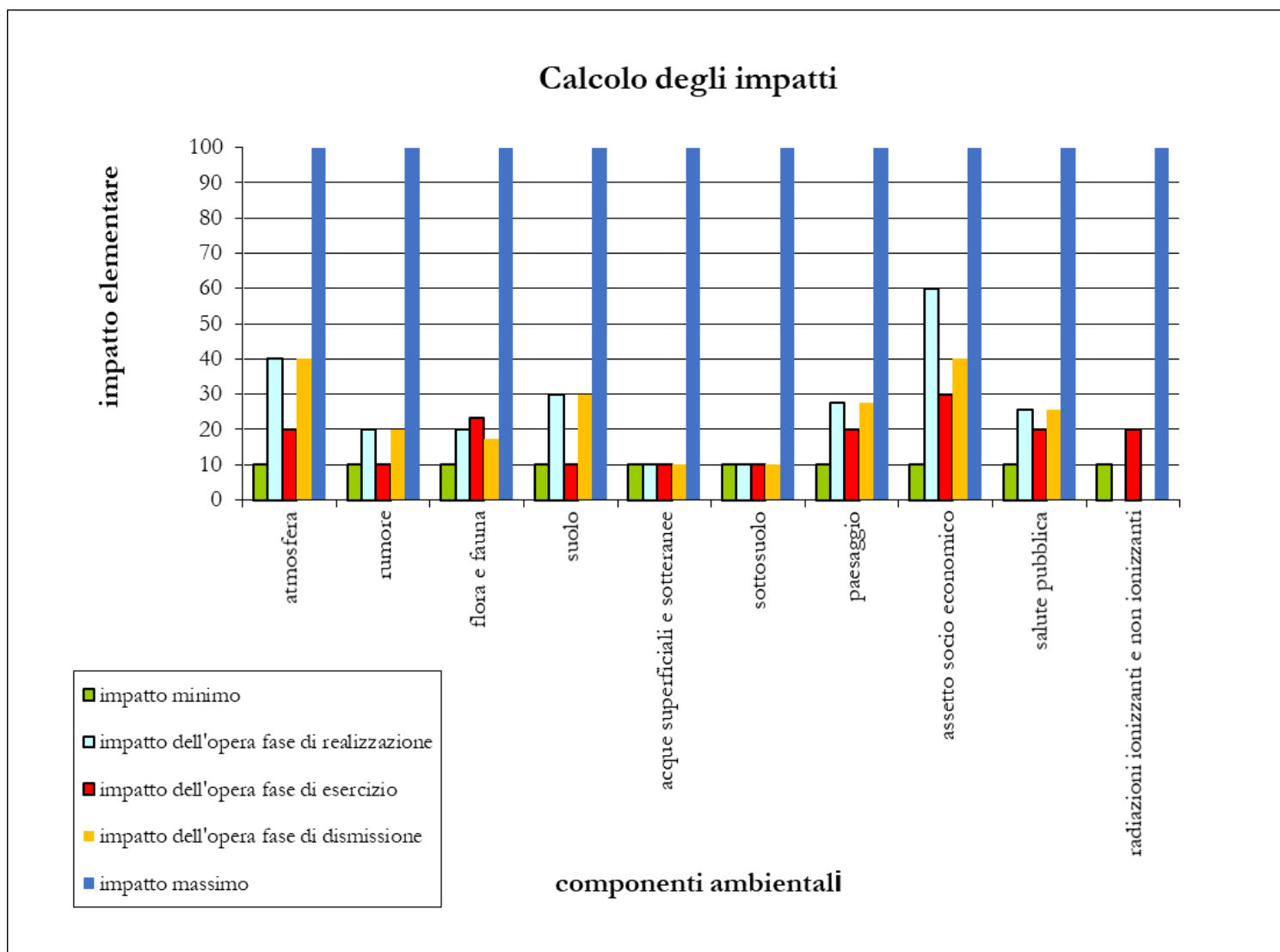
Componenti ambientali	Impatti elementari				
	Impatto elementare minimo	Impatto elementare dell' opera in progetto FASE DI REALIZZAZIONE	Impatto elementare dell' opera in progetto FASE DI ESERCIZIO	Impatto elementare dell' opera in progetto FASE DI DISMISSIONE	Impatto elementare massimo
Atmosfera	10.00	40.00	20.00	40.00	100.00
Rumore	10.00	20.00	10.00	20.00	100.00
Flora e fauna	10.00	20.00	23.33	17.50	100.00
Suolo	10.00	30.00	10.00	30.00	100.00
Acque superficiali e sotterranee	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
Sottosuolo	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
Paesaggio	10.00	27.50	20.00	27.50	100.00
Assetto socio economico	10.00	60.00	30.00	40.00	100.00
Salute pubblica	10.00	25.71	20.00	25.71	100.00
Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	10.00	NA	20.00	NA	100.00

L'impatto più elevato, pari a 60.00, compete alla componente ambientale denominata assetto socio-economico nella fase di realizzazione, per l'elevato valore di magnitudo dovuto all'occupazione delle maestranze locali, tale impatto è da considerarsi ovviamente positivo.

In fase di realizzazione gli impatti, sono compresi tra il valore 10 e il valore 60, nella fase di esercizio tra il valore 10 e il valore 30 e nella fase di dismissione tra il valore 10 e il valore 40.

Di seguito, si riporta sotto forma grafica, l'andamento degli impatti elementari dell'opera in progetto rispetto agli impatti elementari minimi e massimi.





### 9.17.3. Conclusioni

L'esame degli impatti elementari così calcolati, consente di attribuire un valore contenuto all'impatto complessivo dell'opera.

I criteri progettuali e di intervento in relazione all'ubicazione del sito sono stati accuratamente scelti in modo da minimizzare l'interazione con le componenti e i fattori ambientali.

Non si sono rilevati impatti la cui azione è preclusiva per l'attività che si vuole intraprendere.

***Iglesias, luglio 2023***

I Tecnici	
<i>Dott. Geol. Pietro Pittau</i>	<i>Dott. Pian. Fabio Grasso</i>

## 10. Bibliografia

Autore	Titolo	Note
Carmignani L.	Carta Geologica della Sardegna fogli Sud e Nord (scala 1:200000)	1996
Silvio Delsante,	Note di informazione sintetica sulla v.i.a.	Centro VIA Italia – AAA
Manuale a cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi	Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 1	Centro VIA Italia – AAA
A cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi	Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 2	Centro VIA Italia – AAA
FORMEZ	Progetto Valutazione di Impatto Ambientale, appunti per il corso di formazione per analisti dell'impatto ambientale	Napoli 1993
S.Lanzavecchia	Guida pratica alla valutazione di impatto ambientale	Formez
M. di Fidio	Capitolato speciale di appalto per opere di costruzione del paesaggio con il computer	1995, Pirola
M. di Fidio	Architettura del paesaggio	1990, Pirola
Gisotti G., Bruschi S.	Valutare l'ambiente	1990 Roma: NIS
La Camera. F.	VIA. Guida all'applicazione della normativa	1998 Ed. Pirola, Sole 24 ore.
Malcevschi. S	Qualità ed impatto ambientale. Teoria e strumenti della valutazione di impatto.	1991 ETASLIBRI, Milano.
Mendia L., D'Antonio G., Carbone P	Principi e metodologie per la valutazione di impatto ambientale	Ingegneria Sanitaria n°3, 1985.
MRST	Valutazione dell'impatto ambientale	1982 Istituto poligrafico dello Stato
L.Buccino, A.Russi	Programma di valutazione impatto ambientale. Calcolo degli impatti elementari con modelli matriciali	1990, Dario Flaccovio Editore
Regione Liguria	Norme tecniche per la procedura di Valutazione di impatto ambientale	1995
Alberto Colorni e Sergio Malcevschi	Manuale per la Valutazione di Impatto Ambientale	1994 Regione Lombardia
Schmidt di Friedberg P. (a cura di)	Gli indicatori ambientali. Valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale. Atti del Convegno FAST-SITE. Milano	1986 Franco Angeli
Westman W.E	Ecology, Impact assessment and Environmental Planning	1985 Edited by John Wiley & Son Inc
	Repertorio della fauna protetta	
	Repertorio della flora protetta	
I.Sharland	Manuale di acustica applicata. L'attenuazione del rumore	1994,Ed. Woods Italiana
Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria	RTI CTN_ ACE 4/2001
	Guidance on EIA EIS Review	June 2001 Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
Pala, Pecorini, Porcu, Serra	Schema geologico strutturale della Sardegna	
A.Cherchi & L.Montadert	Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul terziario sardo	Mem.Soc.Geol.It., Vol. 24, 1982
M.Boccaletti - L. Tortorici	Appunti di geologia strutturale	1987, Patron Editore
Dip. Intrateneo Territorio - Politecnico e Università di Torino	Indice del grado di naturalità del territorio	2002
M.Civita	I problemi connessi con il corretto sfruttamento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in Italia	Suolosottosuolo Torino 1989

G.B.Castiglioni	Geomorfologia	Utet
K.W. Butzer	Accelerated soil erosion: a problem of man-land relationship. In perspectives on environments	Association of Amer. Geogr. 1974
G.Castany	Idrogeologia. Principi e metodi	1982, Dario Flaccovio Editore
M.Panizza	Elementi di geomorfologia	1973, Pitagora editrice Bologna
ISPESL	Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro	2003
ISPESL	Rischi professionali, guida alla valutazione	1994, Fogli di informazione Ispesl
ISPESL	Valutazione delle condizioni di lavoro nelle piccole e medie imprese, metodologia pratica	1994, Fogli di informazione Ispesl
Dossier ambiente	La valutazione dei rischi	1995, Ass. Amb. e Lav.
G.Chiesa	Idraulica delle acque di falda	1994, Dario Flaccovio Editore
L.Hamill-F.G.Bell	Acque sotterranee	1992, Dario Flaccovio Editore
G.di Rosa	Rischio idrogeologico e difesa del territorio	1999, Dario Flaccovio Editore
Casadio, Elmi	Il manuale del geologo	1995, Pitagora editrice
F.Ippolito, P.Nicotera, P.Lucini, M.Civita, R.de Riso	Geologia tecnica per ingegneri e geologi	1977, ISEDI
R.Brotzu	Alberi, arbusti ed erbe della Sardegna	2000, Il maestrale
A.Aru, P.Baldaccini, A.Vacca	Carta dei suoli della Sardegna	1991, Reg. Aut. della Sardegna-Univ. Degli Studi di Ca. Dip. Sc. della Terra
Autori vari	L'ambiente naturale in Sardegna	1986, Carlo Delfino editore
Camarda-Valsecchi	Alberi e arbusti spontanei della Sardegna	1982, Gallizzi SS
T.casu, G.Lai, G.L. Pinna	Guida alla flora e alla fauna della Sardegna	1989, Ed.Arch.Fotografico Sardo SS
M.Chiappini	Guida alla flora pratica della Sardegna	1988, Carlo Delfino editore
D.Ruiu	Gli animali della Sardegna Vol. I e II	Ediz. Il maestrale
F. Puddu – M.Viarengo	Animali di Sardegna. I mammiferi.	1990, Carlo Delfino editore
I. Camarda, S.Falchi, G. Nudda	L'ambiente naturale in Sardegna	1998, Carlo Delfino editore
A.F. Fadda	L'evoluzione del paesaggio in Sardegna	1990, Coedisar