

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii
Art. 12 del D. Lgs. 387/03 e ss. mm. ii.)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW
Comune di Sassari (SS)

RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA

22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (SANTA GIUSTA PV) S.r.l.
Piazzale Giulio Douhet, 25 – CAP 00143 Roma (RM)
P. IVA e C.F. 16882231000 – REA RM - 1681812

IL TECNICO INCARICATO:

Dott. Agronomo Alberto Dazzi
Iscritto all'Ordine degli Agronomi e Forestali delle Province di Pisa, Lucca e
Massa Carrara al n.522

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
12/2022	0	Prima emissione	AD	GC	F. Battafarano

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	2 di 120

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	7
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2.1.1	Dati generali di progetto	7
2.1.2	Localizzazione impianto	8
2.1.3	Inquadramento catastale impianto	10
2.1.4	Inquadramento urbanistico territoriale e vincoli.....	11
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	12
3.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE	12
3.2	LAYOUT D’IMPIANTO	12
3.3	SUPERFICIE COMPLESSIVA	14
3.4	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	14
3.4.1	Strutture di supporto moduli.....	15
3.4.2	Recinzione	17
3.4.3	Sistema di drenaggio	18
3.4.4	Viabilità interna di servizio e piazzali.....	19
3.5	CONNESSIONE ALLA RTN	19
4	ASPETTI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI	20
4.1	ASPETTI AMBIENTALI.....	20
4.1.1	Morfologia generale	20
4.1.2	Uso del Suolo.....	20
4.1.3	Assetto litostratigrafico locale.....	21
4.1.4	Idrografia.....	24
4.1.5	Inquadramento vegetazionale dell’area vasta.....	26
4.1.6	La flora e la vegetazione della Sardegna settentrionale	29
4.1.7	Inquadramento vegetazionale dell’area di intervento.....	32
4.1.8	Inquadramento faunistico.....	33
4.1.9	Aree protette, Rete Natura 2000 e Rete Ecologica.....	35
4.2	ASPETTI PAESAGGISTICI.....	38
4.2.1	Il paesaggio vegetale	40
4.2.2	Lineamenti del paesaggio	40

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	3 di 120

5	PATRIMONIO AGRO-ALIMENTARE E FORESTALE.....	49
5.1	IL SISTEMA PRODUTTIVO AGRICOLO DELLA SARDEGNA.....	49
5.1.1	Struttura delle Aziende agricole	49
5.1.2	Comparto zootecnico	51
5.1.3	Prodotti trasformati degli allevamenti	53
5.1.4	Agriturismo.....	55
5.1.5	Aree protette e attività agricole	56
5.1.6	Prodotti di qualità (denominazione DOP e IGP).....	57
5.1.7	Agricoltura biologica.....	60
5.2	I PRODOTTI E I PROCESSI PRODUTTIVI AGROALIMENTARI E FORESTALI DI	
	QUALITÀ NEL PANORAMA LOCALE DELL'AMBITO DI INTERVENTO.....	62
5.2.1	Cambiamenti ed evoluzione del pastoralismo in Sardegna (tratto da Benedetto Meloni, Domenica Farinella' Università di Cagliari)	62
5.2.2	Foraggicoltura sostenibile in Sardegna: esperienze dell'Agris (Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura) Mirella Vargiu, Lorenzo Salis, Erminio Spanu	67
6	PIANO CULTURALE DI PROGETTO.....	70
6.1	PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO	
	COLTURALE.....	70
6.1.1	Gestione del suolo	70
6.1.2	Influenza dell'ombreggiamento dei pannelli	71
6.1.3	Meccanizzazione e spazi di manovra	72
6.1.4	Presenza di cavidotti interrati	73
6.2	CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA DEL SITO E DEFINIZIONE DEL PIANO	
	COLTURALE.....	73
6.2.1	Parametri chiave per la scelta delle colture	73
6.2.2	Valutazione delle colture praticabili tra le interfile	74
6.2.3	Caratteristiche colturali di alcune delle principali colture da foraggio	78
6.2.4	Tecniche di coltivazione delle foraggere e di miglioramento del pascolo	85
6.2.5	Descrizione del piano colturale definito per l'impianto agrivoltaico	90
6.3	IMPIANTO DI IRRIGAZIONE	93
6.4	STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE SPECIE VEGETALI INVASIVE ED	
	ESOTICHE	93
6.5	MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA	97
6.5.1	La trattrice agricola	97
6.5.2	Macchinari per colture da foraggio.....	98

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	4 di 120

6.6 VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE	101
6.7 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE SUL PATRIMONIO AGROALIMENTARE E AGROFORESTALE	101
6.7.1 Valutazione delle interferenze sul patrimonio agroalimentare e agroforestale.....	102
7 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI	104
7.1 CARATTERISTICHE GENERALI.....	104
7.2 DEFINIZIONI PRINCIPALI	104
7.3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI.....	105
7.4 METODOLOGIA E VERIFICA DEI REQUISITI PER IMPIANTO AGRIVOLTAICO 105	
7.4.1 Individuazione tessere e verifica del requisito A	106
7.4.2 Verifica del requisito B	109
7.4.3 Verifica del requisito D	112
8 OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE	114
8.1 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	114
8.1.1 Scelta delle specie per la realizzazione degli interventi di mitigazione	116
8.2 MANUTENZIONE DEL VERDE PER LA DURATA PREVISTA DELL'OPERA.....	117
8.2.1 Presupposti di qualità nella realizzazione delle opere a verde.....	117
8.2.2 Manutenzione e monitoraggio degli interventi di piantumazione.....	118
8.3 GESTIONE DEL POST-IMPIANTO	120

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	5 di 120

1 PREMESSA

Il sottoscritto dott. Agronomo Alberto Dazzi, iscritto all'Ordine dei dottori agronomi e forestali delle province di Pisa, Lucca e Massa-Carrara al n. 522, ha ricevuto incarico di redigere una Relazione Pedo-Agronomica, nell'ambito di un progetto di un impianto fotovoltaico da presentare nell'ambito del procedimento autorizzativo, al fine di valutare le caratteristiche pedo-agronomiche dei suoli, le produzioni agricole di qualità e rilevare eventuali elementi caratterizzanti il paesaggio agrario.

TEP Renewables (Santa Giusta PV) S.r.l. è una società italiana del Gruppo TEP Renewables. Il gruppo, con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili in Europa e nelle Americhe, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali.

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico di potenza nominale pari a 23,115 MWp da realizzare in regime agrivoltaico nel territorio comunale di Sassari (SS), per l'installazione del campo fotovoltaico e dell'interconnessione alla RTN.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economici-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

Nel suo insieme, il progetto ha contenuti economico - sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

Il progetto in esame sarà eseguito in regime agrivoltaico mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco - sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

L'energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno: perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico.

In riferimento a quanto previsto dalle **Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 Giugno 2022**, il presente progetto è definito come impianto agrivoltaico in quanto rispondente ai seguenti requisiti:

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;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

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;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	6 di 120

B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

Nello specifico nel corso della vita dell'impianto agrivoltaico saranno monitorati i seguenti parametri (D.1):

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

In sintesi, il progetto consente il proseguo delle attività di coltivazione agricola in sinergia ad una produzione energetica da fonti rinnovabili, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 9 m in modo da permettere la coltivazione tra le interfila e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da assicurare una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto.

Di fatti, il posizionamento dei moduli fotovoltaici e la giusta alternanza tra strutture, nel rispetto della geomorfologia dei luoghi coinvolti, garantisce la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da assicurare una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto.

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso alla Nuova SE mediante cavo interrato AT che si estenderà per un percorso di circa 14,07 km, massimamente lungo la viabilità pubblica. L'allaccio alla Stazione Elettrica avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto - Porto Torres".

Entrando nel merito, la superficie complessiva dell'area catastale è pari a **40,61 ha**, dei quali la superficie sede delle infrastrutture di progetto, completamente recintata, è pari a ca. **29,92 ha**: qui, la scelta operata da parte della Società proponente, di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime agrivoltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte energetica rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo, allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere, saranno rese disponibili per fini agronomici.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	7 di 120

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1.1 *Dati generali di progetto*

Nella Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto.

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (SANTA GIUSTA PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Sassari – Provincia di Sassari
Denominazione impianto:	SANTA GIUSTA PV
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 27 (Particella 331) Foglio 30 (Particella 17)
Potenza di picco (MWp):	23,115 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55° tipo Trackers
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PRG del Comune di Sassari colloca le opere di progetto in Zona E (Agricola)
Cabine PS:	n.11 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 nell'area del campo fotovoltaico
Storage	N/A
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV da campo fotovoltaico a nuova SE 150/36 kV
Coordinate:	40°47'39.46"N 8°14'46.40"E Altitudine media 70 m s.l.m.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	8 di 120

2.1.2 Localizzazione impianto

L'area di intervento comprensiva di tutte le opere di progetto è ubicata in provincia di Sassari. Precisamente l'area deputata all'installazione del campo FV, come anche una parte del cavidotto AT, la futura SE RTN 150/36 kV "Fiumesanto 2" e tutte le opere ad essa connesse (nuovi raccordi, nuovi sostegni da realizzare, sostegni esistenti da demolire), è ubicata all'interno del comune di Sassari, nella frazione di Santa Giusta, a ca. 3,2 km a Sud-est da Pozzo San Nicola e a ca. 6 km dal mare; la restante porzione del cavidotto attraversa il territorio comunale di Porto Torres.

L'area di studio si colloca nella sub-regione storica della Sardegna chiamata Nurra, area agricola pianeggiante del nord-ovest della Sardegna, situata nell'area compresa tra Alghero, Sassari, Porto Torres e Stintino, tra il golfo dell'Asinara a nord-est, il mar di Sardegna ad ovest, dal Riu Mannu a est e dai rilievi del Logudoro a sud-est. Il paesaggio della Nurra oggi appare, generalmente, spoglio, costituito in gran parte da estesi pascoli, da macchia mediterranea e gariga: delle grandi foreste che un tempo la ricoprivano sino all'Ottocento, quando la regione fu stravolta dalla deforestazione piemontese ed un grave incendio, rimangono solo sparuti residui di foreste a galleria, lungo le valli.

Nello specifico, l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di estese coltivazioni a seminativo, pascoli e pascoli arborati; sulle aree circostanti sono presenti anche formazioni forestali caratterizzate dalla presenza delle specie tipiche della macchia a dominanza di leccio. Diffuse al margine dei coltivi e dei pascoli sono le siepi campestri che presentano un elevato valore in termini di incremento della biodiversità diffusa. All'interno dell'area in parola sono presenti due strutture abitative dalle quali con la disposizione dei pannelli ci si è tenuti a debita distanza: una dove risiede uno dei proprietari del campo e l'altra utilizzata come struttura di appoggio da un altro proprietario.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed una buona accessibilità, attraverso le vie di comunicazione esistenti.

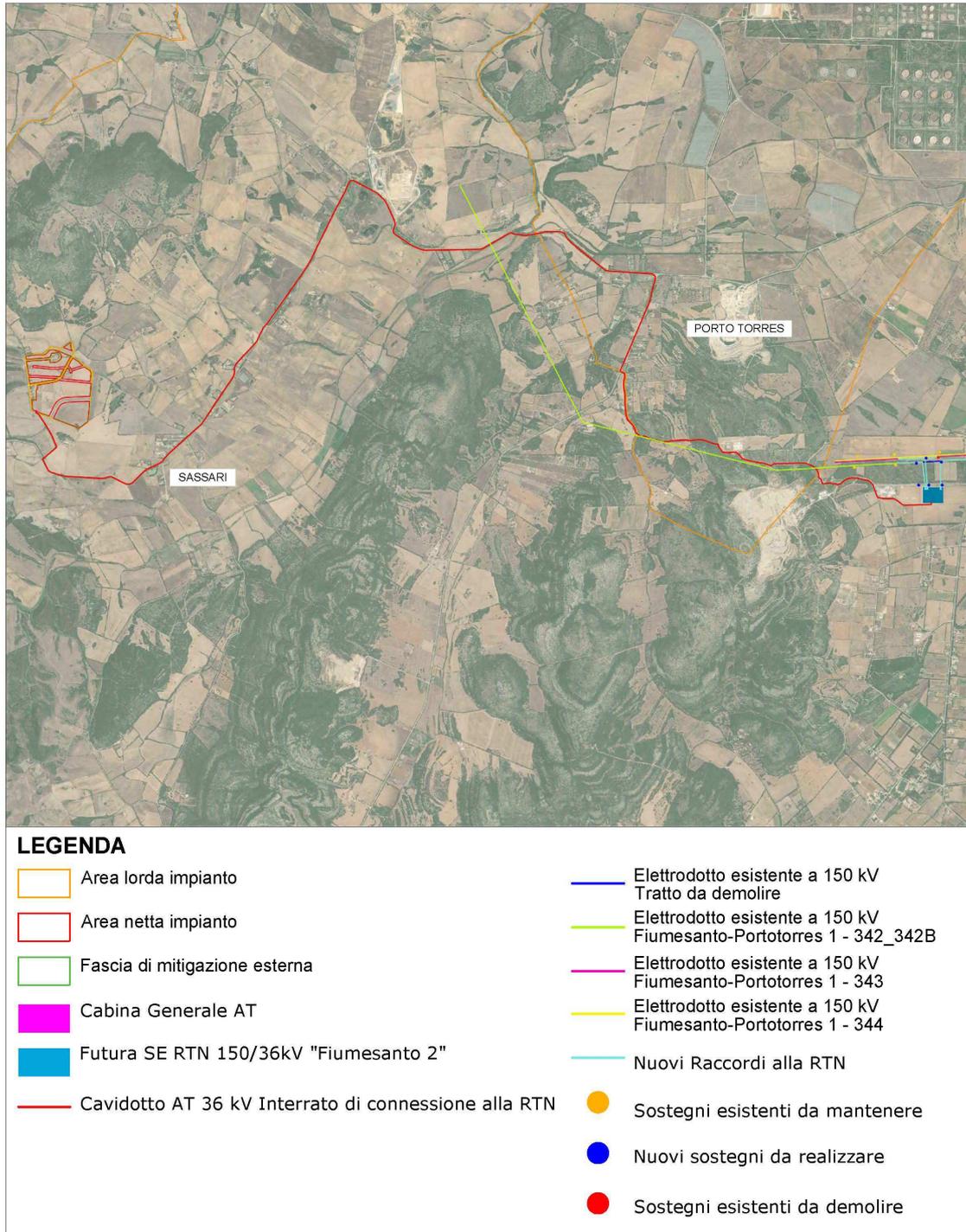
Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- 40°47'39.46"N
- 8°14'46.40"E
- Altitudine media 70 m s.l.m.

In Figura 2.1 si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	9 di 120

Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento



Il sito risulta idoneo alla realizzazione dell'impianto avendo una buona esposizione ed essendo ben raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	10 di 120

La rete stradale che interessa l'area di intervento è costituita da:

- A. Strada Statale 131 Carlo Felice che è la principale arteria stradale della Sardegna e congiunge Cagliari a Porto Torres e si estende ad est dell'area di intervento a ca. 8 km dalla futura SE e a ca. 16 dal campo FV;
- B. Strada statale 291 var della Nurra (SS 291 var), altra principale dorsale della regione che prende avvio dalla SS 131 fino ad innestarsi sulla strada statale 127 bis Settentrionale Sarda e che si estende a sud dell'area di intervento, a ca. 10 km dalla futura SE e ca. 16,5 km dal campo FV;
- C. Strada statale 291 della Nurra (SS 291) che ha inizio dalla sua stessa variante, si snoda in direzione prima ovest e poi sud e si estende a ca. 15 km a sud dell'area di intervento;
- D. Strada provinciale 42 dei Due Masri (SP 42) che dista ca. 300 m dalla SE e ca. 8 km dal campo FV;
- E. Strada provinciale 18 Sassari-Argentiera (SP 18) che è a ca. 5 km sia dal campo FV che dalla SE;
- F. Strada Provinciale 93 (SP93) sotto la quale verrà posato il cavidotto per una piccola parte del suo tratto e che si estende in direzione nord-sud a ca. 3,8 km a est del campo FV e a ca. 4,6 km a ovest della SE;
- G. Strada Provinciale 46 (SP46) che collega la SP4 alla SP18 e si estende in prossimità del campo FV, a ca. 1 km dallo stesso;
- H. Strada Provinciale 57 (SP57) che dista ca. 3,3 dal campo FV;
- I. Strada Provinciale 34 (SP34), sotto la quale verrà posato il cavidotto per una parte del suo tratto e che dista ca. 3,3 km sia dal campo FV che dalla SE;
- J. Strada Provinciale 4 (SP4) che, a ca. 400 m dal campo FV, costituisce l'innesto della strada di accesso allo stesso, e strada sotto la quale verrà posato il cavidotto per una parte del suo tratto;
- K. Strada vicinale La Melagranadda che rappresenta la strada di accesso al campo FV;
- L. altre strade secondarie e locali.

2.1.3 Inquadramento catastale impianto

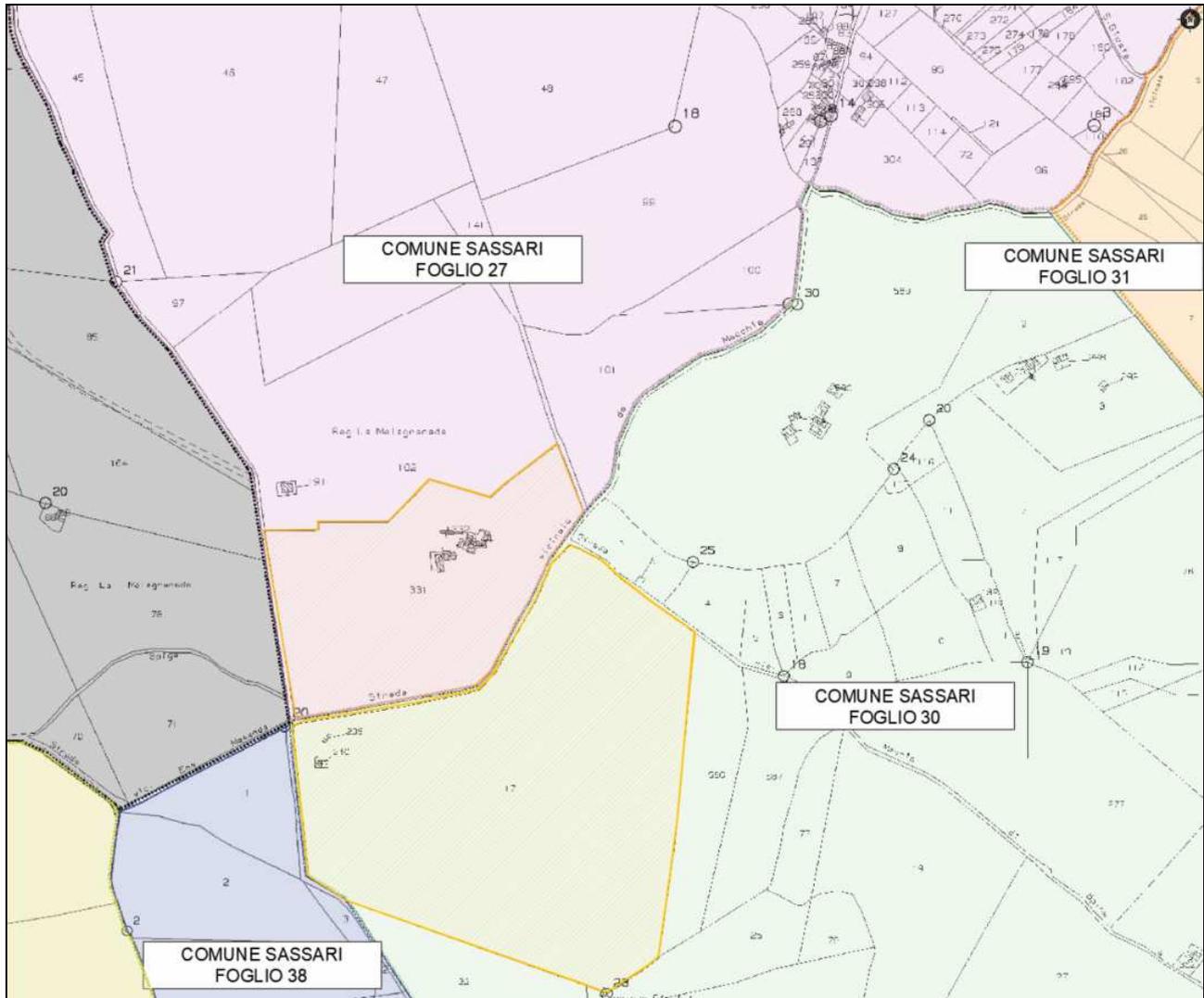
In riferimento al Catasto Terreni del Comune di Sassari (SS), l'impianto occupa le aree di cui ai Fogli 27 e 30 sulle particelle indicate nella tabella seguente:

FOGLIO	PARTICELLA
27	331
30	17

Per il dettaglio si rimanda all'elaborato d'Inquadramento catastale impianto "Rif. 22-00035-IT-SANTA GIUSTA_PG-T07", di cui viene riportato un estratto nella figura seguente:

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	11 di 120

Figura 2.2: Inquadramento catastale area di impianto



2.1.4 Inquadramento urbanistico territoriale e vincoli

Lo Studio di Inserimento Urbanistico (SIU) è stato redatto analizzando il rapporto del progetto in esame con gli strumenti normativi e di pianificazione vigenti, riportati in dettaglio all'interno dell'elab. "22-00035-IT-SANTA GIUSTA_SA-R01" a cui si rimanda per i dettagli.

Dall'analisi del Piano Urbanistico Comunale di Sassari emerge che l'area di impianto ricade in zona "E" agricola, segnatamente "E2b" ed "E2c" che, secondo le indicazioni del D.P.G.R. n.228/94, corrispondono rispettivamente ad **"Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni non irrigui"** (es. seminativi in asciutto) e **"Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva anche in funzione di supporto alle attività zootecniche tradizionali in aree a bassa marginalità"** (es. le colture foraggere, seminativi arborati, colture legnose non tipiche e non specializzate).

I vincoli emergenti dal Codice dei beni culturali in qualità di "Beni paesaggistici" (22-00035-IT-SANTA GIUSTA_SA-T03) rimangono esclusi dall'area netta dell'impianto fotovoltaico e opere connesse.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	12 di 120

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto delle normative pianificazione territoriale e urbanistica;
- analisi del PAI;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

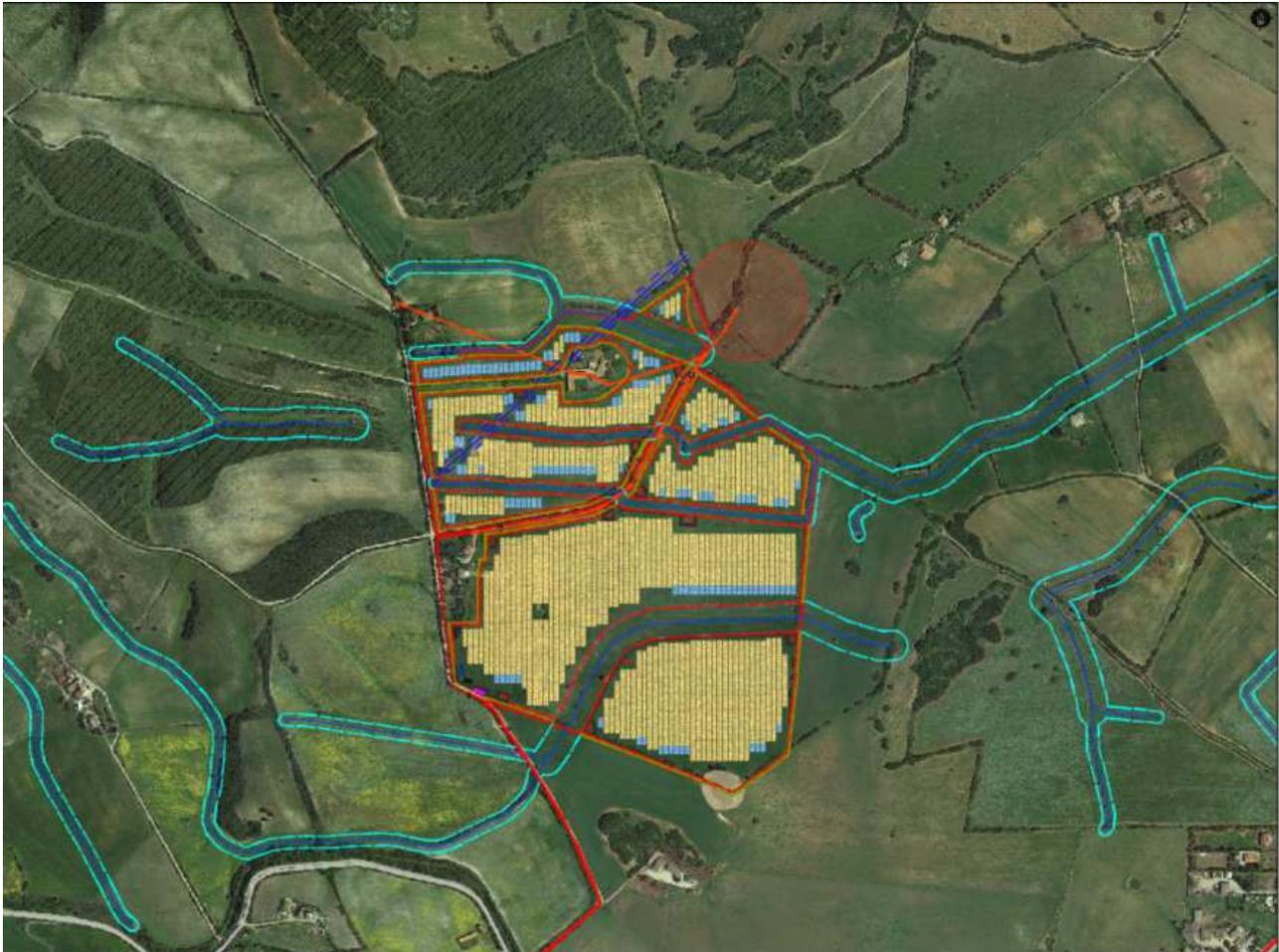
3.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- zona di rispetto al reticolo idrografico e i vincoli all'interno delle fasce di rispetto.
- zona di rispetto agli elettrodotti.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	13 di 120

Figura 3.1: Layout di progetto



LEGENDA

ELEMENTI STATO DI FATTO

-  AREA DISPONIBILITÀ CATASTALE
-  VIABILITÀ LOCALE ESISTENTE
-  SERVITÙ ESISTENTE
-  LINEA BASSA TENSIONE
-  LINEA MEDIA TENSIONE
-  CORPO IDRICO

D.LGS 42/2004 (E.S.M.I.) ART. 143

FONTE: SARDEGNA GEOPORTALE PIANO PAESAGGISTICO - BENI PAESAGGISTICI

-  BENI PAESAGGISTICI, CULTURALI ARCHITETTORINI E RELATIVO BUFFER 100m

PAI - PERICOLO FRANA

-  HG1

ELEMENTI STATO DI PROGETTO

-  TRACKER (12X2 MODULI)
-  TRACKER (24X2 MODULI)
-  ACCESSO AREA IMPIANTO
-  VIABILITÀ INTERNA
-  AREA RECINTATA IN PROGETTO
-  FASCIA DI MITIGAZIONE ESTERNA
-  LINEA DI CONNESSIONE AT
-  CABINA GENERALE AT
-  CABINA ELETTRICA POWER STATION
-  UFFICIO, MAGAZZINO
-  PARCHEGGI

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	14 di 120

3.3 SUPERFICIE COMPLESSIVA

Si descrive di seguito i dati relativi alle caratteristiche dimensionali dell'impianto in termini di superficie complessiva di indice di consumo di suolo.

Tabella 3.1 - Ripartizione delle superfici dell'impianto

DATI DI BASE LAYOUT	SUPERFICIE (HA)
AREA CATASTALE	40,61
AREE RECINTATE (AREA DI IMPIANTO)	29,92
SUPERFICIE VIABILITA'	0,46
SUPERFICIE CABINE	0,04
PROIEZIONE NETTA PANNELLI FTV (esclusa area libera intrapannelli)	11,15
AREA IMPIEGABILE PER COLTURE INTERNA ALLA RECINZIONE	18,28
FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE	1,22
AREA (ESTERNA ALLA RECINZIONE) IMPIEGABILE PER COLTURE	5,63
AREA TOTALE (INTERNA ED ESTERNA) COLTIVABILE	23,91

3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 23,115 kW (in condizioni standard 1000W/m²). L'impianto è così costituito:

- **n.1 cabina di raccolta e di consegna AT** posizionata all'interno dell'area impianto (vedi planimetria). All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160kVA 36.000/400V, le apparecchiature di protezione dei rami radiali verso tutte le PS, e gli apparati SCADA e telecontrollo, ed il Controllore Centrale dell'Impianto, così come previsto nella variante 2 della norma CEI 0-16 (V2 del 06/2021) allegato T. (cabina "0" nelle tavole grafiche).
- **n. 3 inverter centralizzati da 3000kW** (SG3000HV-MV della SMA) con 12 +12 ingressi in parallelo su 2 MPPT separati. La tensione di uscita a 600Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consente di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero dei pannelli con la loro suddivisione in STRING-BOX e 24 ingressi negli inverter consentono la gestione ed il monitoraggio delle 1541 stringhe (ognuna con 24 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- **n. 36.984 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche fisse o munite di tracker con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- **n. 702 tracker monoassiali +- 55°** in grado di orientare 24+24 pannelli fotovoltaici
- **n 137 tracker monoassiali +-55°** in grado di orientare stringhe da 12+12 pannelli

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	15 di 120

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere le power station, gli uffici e il magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

Per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

3.4.1 Strutture di supporto moduli

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $+55^\circ$ -55° .

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- inclinazione sull'orizzontale $+55^\circ$ -55° ;
- Esposizione (azimuth): 0° ;
- Altezza min: 0,50 m (rispetto al piano di campagna)
- Altezza max: 4,57 m (rispetto al piano di campagna)

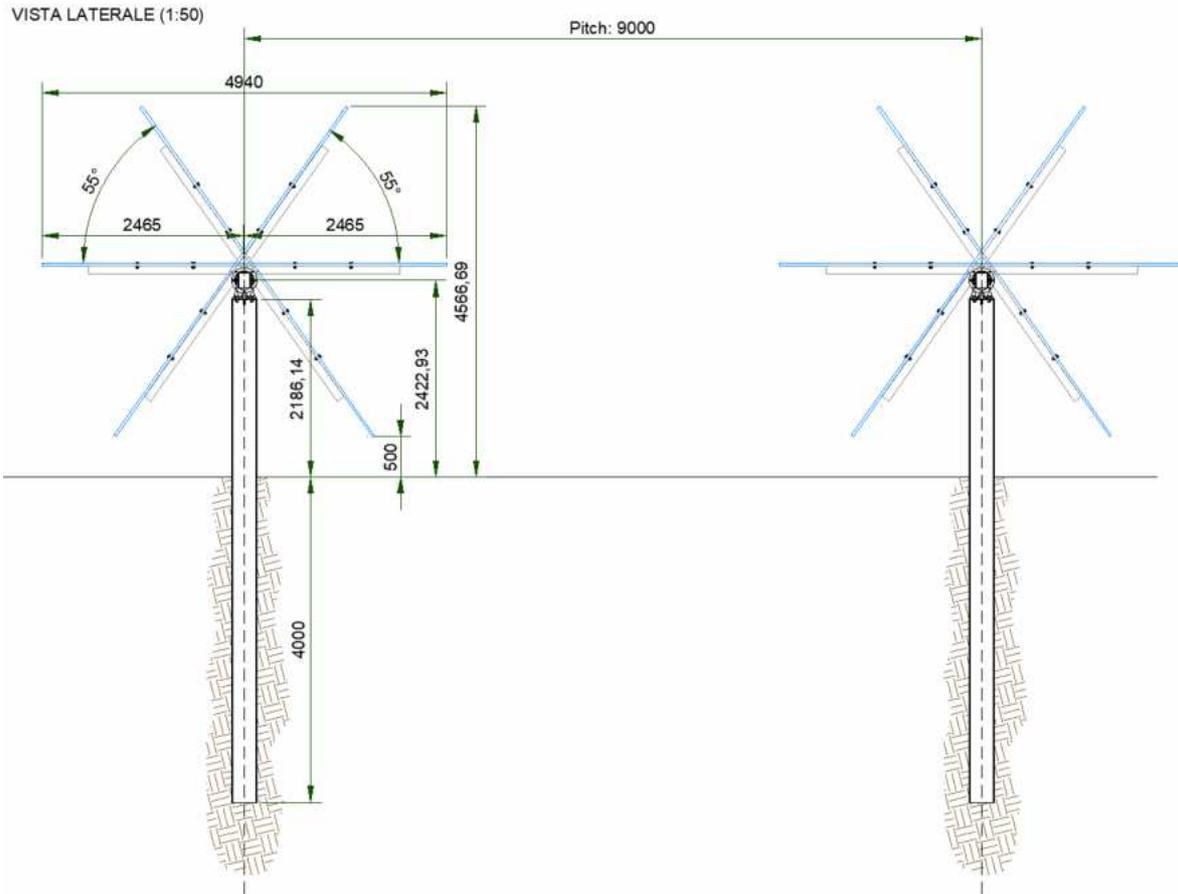
Indicativamente il portale tipico della struttura tipo trackers progettata è costituito da 12x2, 24x2 moduli montati con una disposizione su due file in posizione verticale. Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta del tipo di modulo fotovoltaico.

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura fissa scelta saranno definite le opere e le soluzioni tecnologiche più adatte.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	16 di 120

Figura 3.2: Particolare strutture tipo trackers di sostegno moduli

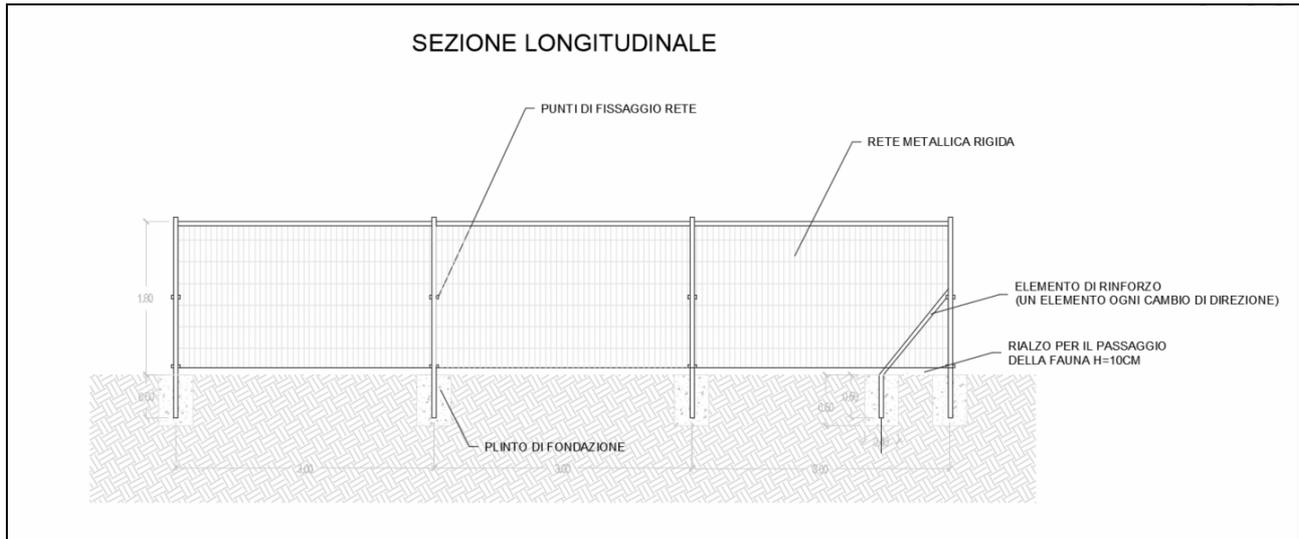


	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	17 di 120

3.4.2 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

Figura 3.3: Particolare recinzione



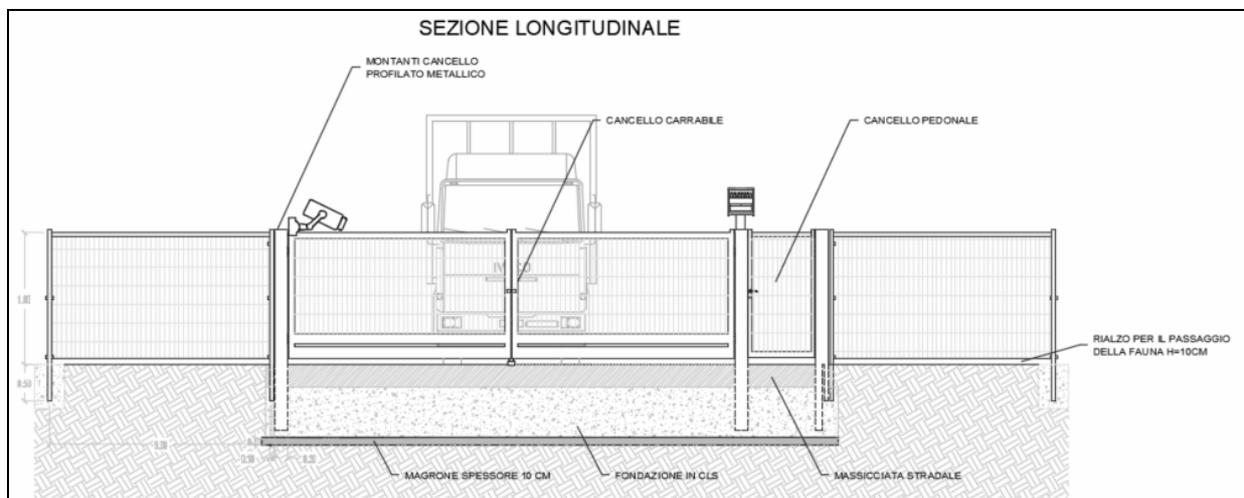
Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 10 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

La recinzione sarà posizionata ad una distanza minima di 8 metri dai pannelli; esternamente ad essa sarà posizionata una fascia di mitigazione all'interno del sito catastale.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di cancelli carrabili per un agevole accesso alle diverse aree dell'impianto.

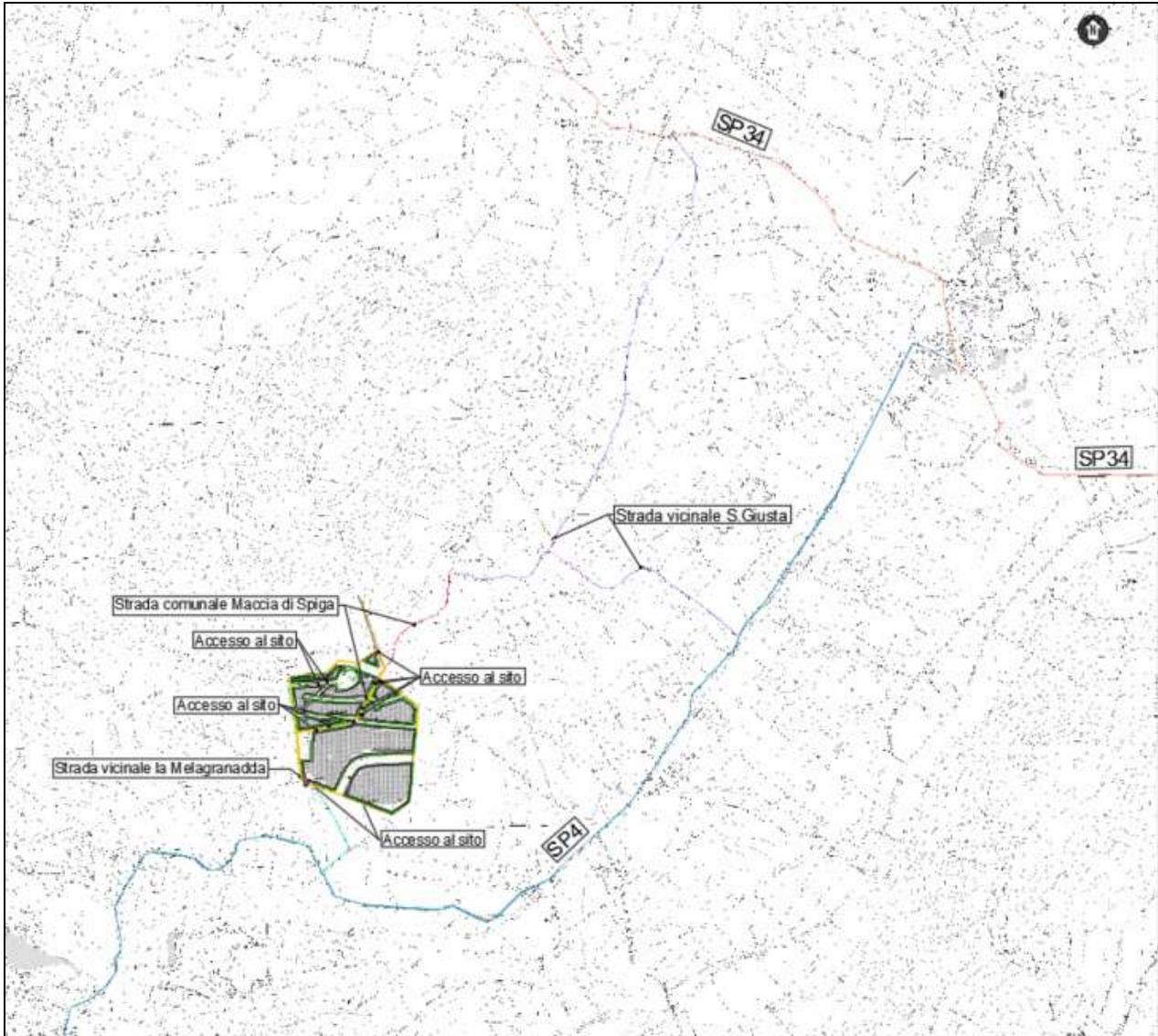
Nella figura seguente si riporta il particolare dell'accesso al campo FV.

Figura 3.4: Particolare accesso



	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	18 di 120

Figura 3.5: Indicazione accessi e viabilità



3.4.3 Sistema di drenaggio

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di parte del sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti.

Le canalette di drenaggio sono costituite da semplici fossi di drenaggio ricavati sul terreno a seguito della sistemazione superficiale definitiva dell'area mediante la semplice sagomatura del terreno ed il posizionamento di un rivestimento litoide eseguito con materiale grossolano a protezione dell'erosione del fondo e delle scarpatine laterali.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	19 di 120

3.4.4 Viabilità interna di servizio e piazzali

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada (larghezza carreggiata netta 3 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine sarà valutata la necessità della fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta anche in relazione alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

3.5 CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto sarà connesso alla Stazione Elettrica della RTN e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea AT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso che dal campo FV arriva alla nuova SE 150/36 kV. La linea di connessione percorrerà in prevalenza la pubblica via.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	20 di 120

4 ASPETTI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

4.1 Aspetti ambientali

4.1.1 Morfologia generale

L'area di progetto si colloca nella Nurra, area agricola pianeggiante del nord-ovest della Sardegna, in dettaglio, il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Sassari (SS) a 25 km a Ovest dalla stessa città e a 7,5 km dal mare.

Le aree hanno andamento planoaltimetrico, solo in parte inclinato (limite verso S) ma sostanzialmente pianeggiante e debolmente inclinato (verso NE) e quote comprese tra 95 m e 34 m s.l.m.m.

La morfologia e l'evoluzione delle forme del territorio, in riferimento all'area vasta in studio, sono influenzate dall'assetto geologico-strutturale del settore geografico e in particolare dagli eventi geodinamici occorsi durante il Terziario e quelli climatici caratterizzanti il Quaternario. Nell'Oligocene superiore, quando il blocco Sardo - Corso faceva parte della Placca Sud - Europea, la collisione nord - appenninica ha innescato una tettonica a carattere essenzialmente trascorrente di tipo transtensivo con la formazione della Fossa Sarda Auct. e la relativa trasgressione marina con la sedimentazione di varie successioni sedimentarie tra cui quella della Formazione di Fiume Santo. Tali depositi si presentano con forme molto dolci e circondate da rilievi in primis di età paleozoica e secondariamente mesozoica, con un assetto planoaltimetrico che ricorda una superficie di spianamento, per la quale, tuttavia, sarebbe difficile stabilirne l'origine. Si potrebbe trattare della parte distale di una lunga superficie pedimentaria, ma non si può però escludere che si tratti di una superficie di abrasione marina, cioè di un vero e proprio terrazzo, ben conservato per via delle caratteristiche tessiturali e chimiche del substrato.

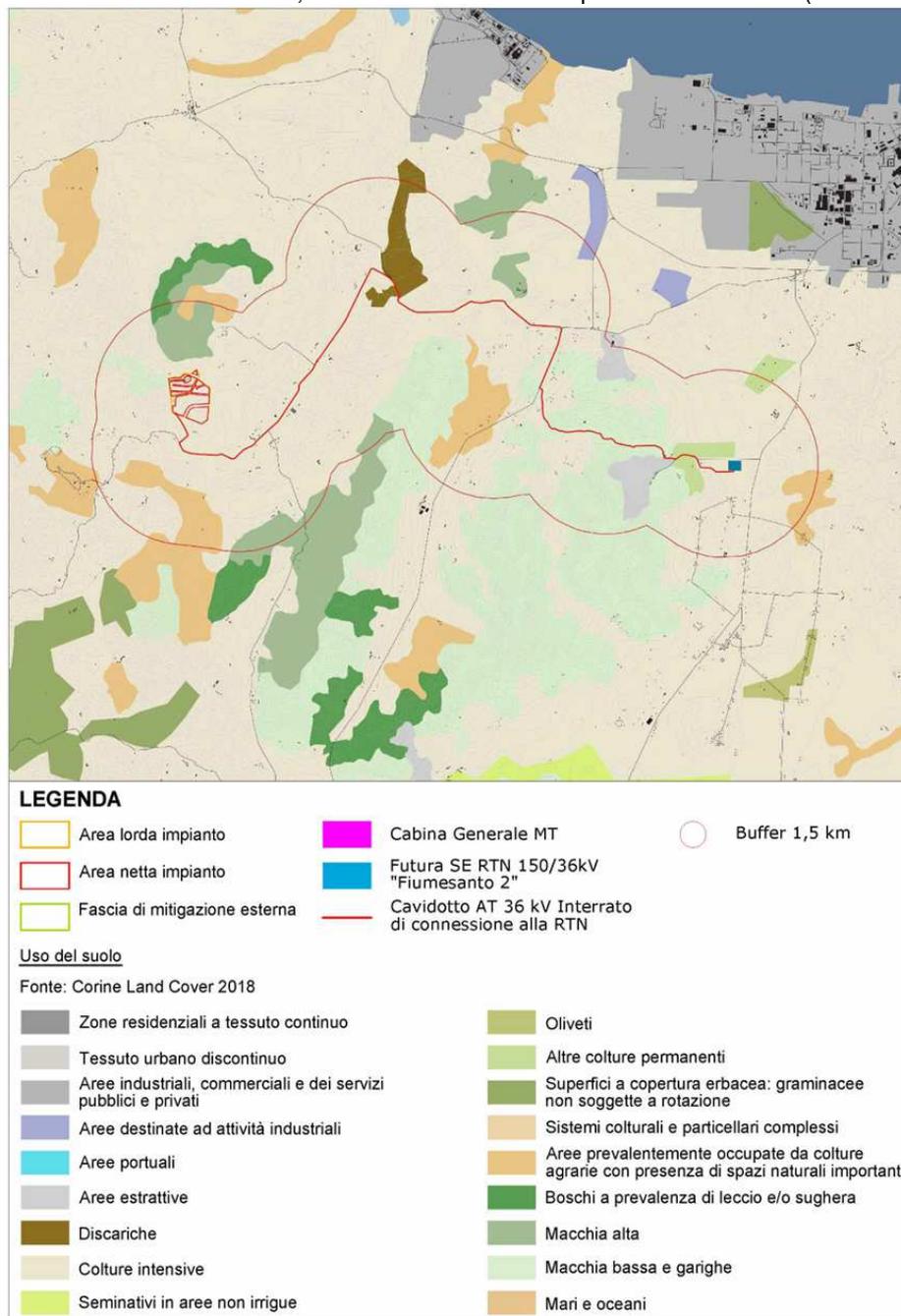
4.1.2 Uso del Suolo

L'area oggetto di studio ricade in territorio non urbanizzato dedito prevalentemente all'attività agricola e di pascolo: per un'analisi di dettaglio nella figura seguente si riporta un estratto della Carta dell'uso e copertura del suolo (Corine Land Cover – CLC 2018) che mostra l'uso del suolo nell'ambito di un buffer di 1,5 Km nell'intorno dell'area sede del campo fotovoltaico.

Come si evince dalla Figura sotto, sia l'area deputata all'installazione del campo FV che quella destinata alla realizzazione della SE si collocano in "colture intensive". Il cavidotto ricade anch'esso per la maggior parte in "colture intensive", per minor porzione in "macchia bassa e garighe" e, solo per due piccole porzioni, in "discariche" e "altre colture permanenti"; risulta, altresì, lambire un'"area estrattiva". Si ribadisce che il cavo di connessione sarà completamente interrato e posato sotto la pubblica viabilità e che, dunque, l'interferenza con le aree sopra citate vi sarà soltanto durante le fasi di cantiere e dismissione.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	21 di 120

Figura 4.1 - Uso del suolo nel buffer di 1,5 Km intorno all'area di previsto intervento (fonte: CLC 2018)



4.1.3 Assetto litostratigrafico locale

Dall'analisi dei terreni attraversati sia dai saggi di scavo che dalle prove penetrometriche eseguite (vedere Relazione geologica allegata al progetto); l'analisi è affrontata suddividendo l'area totale in 4 zone caratterizzate da un certo grado di omogeneità.

I saggi hanno raggiunto in quasi tutte le posizioni la profondità consentita dallo sbraccio massimo dell'utensile di scavo che si attesta a circa 3,00 m da p.c., negli altri casi si è rilevato un rifiuto all'avanzamento per elevata durezza dei litotipi attraversati.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	22 di 120

Le prove DPSH sono state eseguite nei pressi dei saggi di scavo e sono state protratte fino alla profondità massima di 8,00 m da p.c. o fino al rifiuto all'avanzamento.

ZONA N°1



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di tre saggi di scavo: 220914_Pz1, 220914_Pz2 e 220914_Pz3, oltre che con l'esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche: 220914_DPSH01, 220914_DPSH02 e 220914_DPSH03. Nell'area si rilevano tre strati così distinti dall'alto verso il basso:

- **LIMI SABBIOSI ARGILLOSI COMPATTI SUPERFICIALI:** lo strato include la copertura da pedogenesi e terreni costituiti da limi sabbiosi argillosi con intercalazioni ghiaiose, in matrice comunque limosa sabbiosa argillosa, con tessitura spesso grossolana (ciottoli e/o trovanti anche decimetrici, e, in taluni casi, con inclusi globulari (con dimensioni anche pluridecimetriche) o livelli cementati (con spessori decimetrici), entrambi generati dalla riprecipitazione secondaria di carbonati. La presenza di queste intercalazioni grossolane può comportare brevi aumenti della resistenza dinamica delle DPSH fino al rifiuto rifiuto all'avanzamento della stessa (220919_DPSH03)
- **LIMI SABBIOSI ARGILLOSI MOLLI PROFONDI:** trattasi di terre in facies limoso sabbiosa argillosa, non osservate, in questa zona, nei saggi di scavo eseguiti, visto che il tetto dello strato è posizionato solitamente a circa 3,00 m di profondità da p.c., ma facilmente individuabili in tutte le DPSH che li hanno attraversati, data la sensibile diminuzione del valore N_{20}
- **MARNE LAPIDEE:** basamento lapideo locale rilevato solo nella prova penetrometrica 220919_DPSH05, ma ben evidenziato nei rilevamenti geofisici per i quali si rimanda al report allegato.

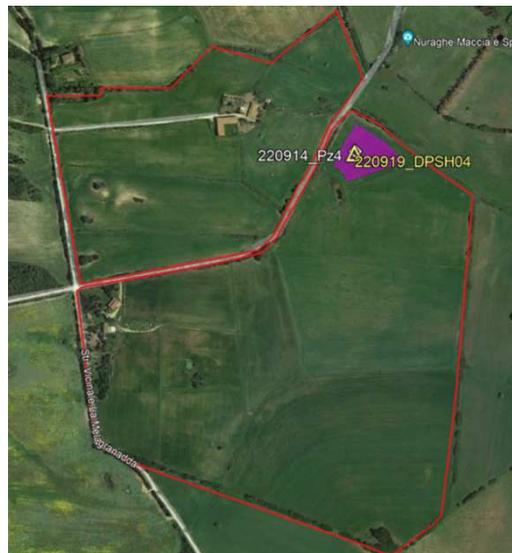
	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	23 di 120

ZONA N°2



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220914_Pz2) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220919_DPSH02). Nell'area si rileva la presenza di una copertura pedogenetica direttamente poggiata sui LIMI SABBIOSI ARGILLOSI MOLLI PROFONDI di cui alla precedente zona. I limi poggiano, con contatto netto, sul basamento lapideo locale, costituito dalle MARNE LAPIDEE che affiorano nel prospiciente rilievo topografico non coltivato.

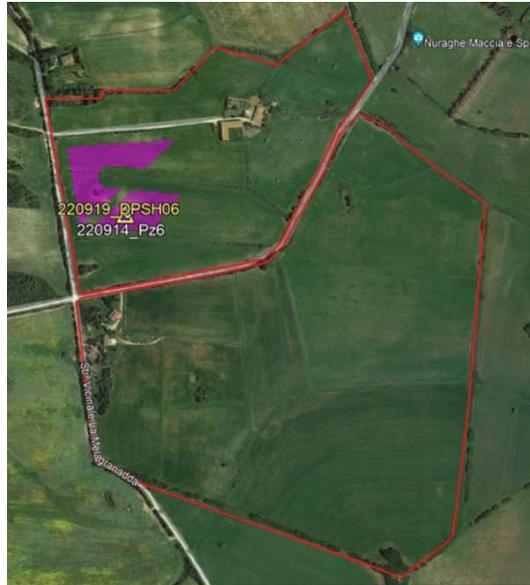
ZONA N°3



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220901_Pz4) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901_DPSH04). La zona n° 3 è pressoché identica alla zona n°1, con i depositi da pedogenesi sovrapposti ai limi sabbiosi argillosi compatti superficiali, a loro volta sovrapposti ai limi sabbiosi argillosi molli profondi; la sostanziale differenza consiste nell'elevata inconsistenza di questi ultimi, che peraltro si presentano in condizioni idrauliche saturate: si rileva, infatti, la presenza di una falda imbriferata, il cui livello piezometrico è stato misurato all'interno del foro della prova DPSH eseguita.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	24 di 120

ZONA N°4



La caratterizzazione dell'area è stata resa possibile dalla realizzazione di un saggio di scavo (220914_Pz6) e con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica (220901_DPSH06). L'area coincide con un alto morfologico locale, da riferire alla presenza di un substrato lapideo, che, con buona probabilità, non ha subito le dinamiche tettoniche di sprofondamento oligomioceniche. In questa zona la copertura terrosa da pedogenesi poggia su una coltre detritica molto grossolana ed addensata circa metrica che ricopre il basamento lapideo.

Nell'area di intervento, dal punto di vista agronomico, il suolo superficiale esplorato dagli apparati radicali delle specie oggetto di coltivazione (0-30 cm), ha una tessitura limosa sabbiosa argillosa poco evoluto con ciottoli squadrati; lo strato include la copertura da pedogenesi e terreni costituiti da limi sabbiosi argillosi con intercalazioni ghiaiose, in matrice comunque limosa sabbiosa argillosa, con tessitura spesso grossolana (ciottoli e/o trovanti anche decimetrici, e, in taluni casi, con inclusi globulari (con dimensioni anche pluridecimetriche).

I terreni sono quindi tendenzialmente poco evoluti caratterizzati da una sufficiente quantità di sostanza organica anche se necessitano di interventi di miglioramento della fertilità. Questi suoli hanno quindi un'accettabile capacità produttiva e si prestano essenzialmente ad essere utilizzati per colture foraggere e per il pascolo. Gli interventi del piano colturale descritti nel seguito, consentiranno di migliorare la fertilità del terreno e un incremento produttivo delle coltivazioni foraggere e cerealicole e della disponibilità di foraggio e di pascolo per l'allevamento ovino.

4.1.4 Idrografia

L'area di intervento ricade all'interno del Sub-bacino Coghinas-Mannu di P.Torres-Temo, il quale, estendendosi per 5402 km², occupa una superficie pari al 23% del territorio regionale.

Il fiume Temo si estende a sud-est dell'area in cui sorgerà l'impianto, a circa 39 km dalla stessa, e rappresenta l'unico caso in Sardegna di fiume navigabile con piccole imbarcazioni (negli ultimi chilometri del suo percorso).

Nasce con il nome di rio Lacanu a circa 500 m s.l.m. dalle falde del monte Calarighe, in comune di Villanova Monteleone in provincia di Sassari, e ha una portata molto variabile finché non si immette nel lago Temo, dove cambia il suo nome appunto in Temo e presenta deflusso annuo

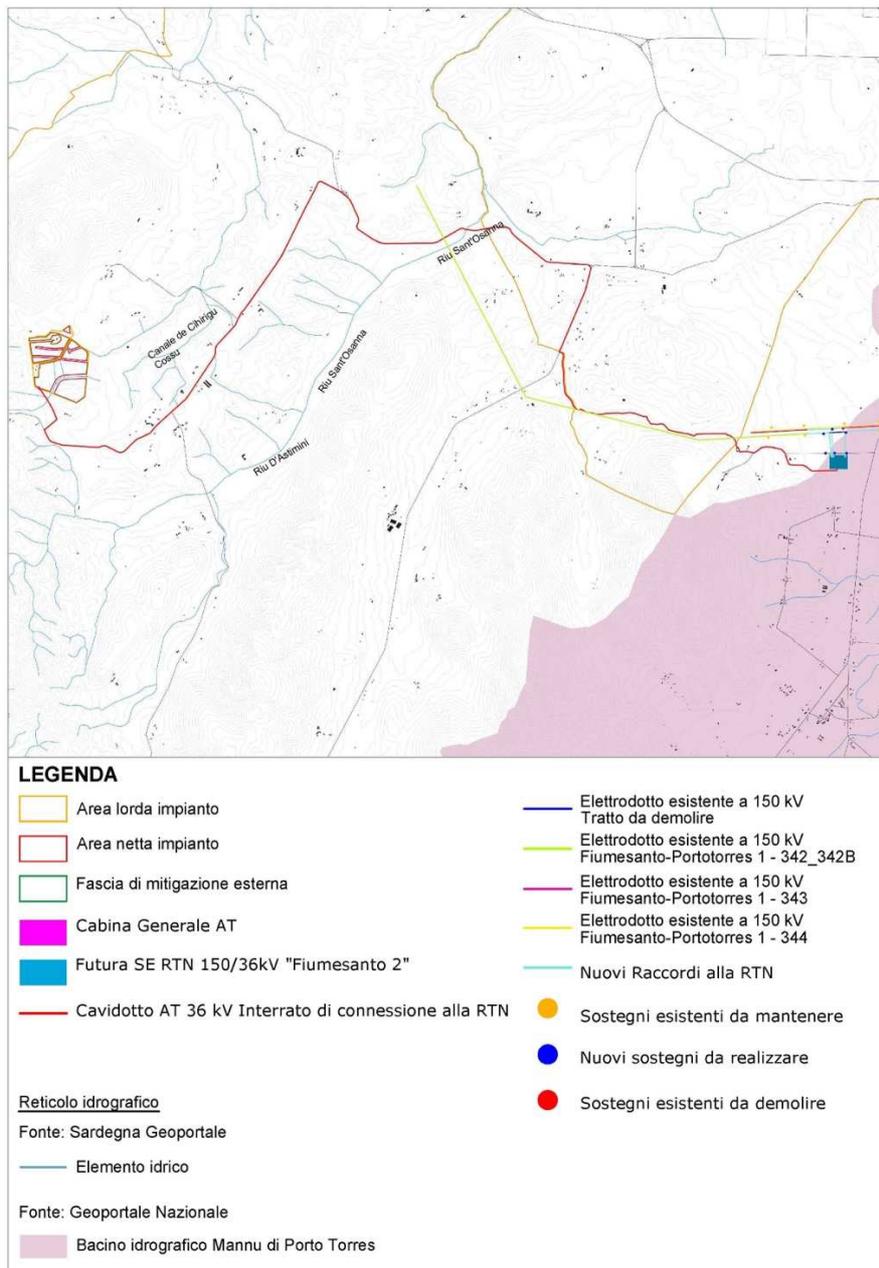
	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	25 di 120

assai più regolare. Il suo sbocco al mare avviene, tramite un ampio estuario, sulla spiaggia di Bosa Marina.

Il fiume Coghinas si sviluppa a est dell'area di intervento, a oltre 55 km dalla stessa; trae origine dalla catena del Marghine col nome di Rio Mannu di Ozieri e sfocia infine, dopo un percorso di circa 115 Km, nella parte orientale del Golfo dell'Asinara, nei pressi di Valledoria.

Più vicino all'area di intervento troviamo il Rio Mannu di Porto Torres, che si estende a est di quest'ultima a circa 11 km di distanza, e nasce dal Monte sa Figu in territorio di Siligo, attraversa la Provincia di Sassari e sfocia nel Golfo dell'Asinara presso la spiaggia della Marinella a Porto Torres. È considerato un corso d'acqua naturale di primo ordine in quanto recapita la propria acqua direttamente in mare ed ha un bacino imbrifero con una superficie maggiore di 200 km. Il bacino si estende nell'entroterra per 671,32 kmq ed è caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate.

Figura 4.2 - Reticolo idrografico (fonti: Sardegna Geoportale, Geoportale Nazionale)



	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	26 di 120

4.1.5 Inquadramento vegetazionale dell'area vasta

La vegetazione attuale della Sardegna si presenta come un mosaico di comunità vegetali di origine più o meno recente, che si intersecano con altre di antica data. Presumibilmente nel passato l'Isola era caratterizzata da estese formazioni forestali con caratteristiche climatiche, osservabili attualmente solo in limitate zone dell'Isola, ma desumibili dalle descrizioni di Della Marmora, Terracciano, Herzog, Béguinot e dalle analisi della vegetazione forestale.

Non si può ignorare, tuttavia, che l'Isola già oltre 3.000 anni or sono, era densamente abitata con nuraghi e villaggi diffusi in tutto il territorio e che l'economia, prevalentemente pastorale, richiedeva ampi spazi e quindi l'uso del fuoco per favorire condizioni di vegetazione più favorevoli al pascolo brado rispetto alle foreste. Le utilizzazioni millenarie del territorio hanno sicuramente influenzato anche la diffusione di alcune specie e la selezione di biotipi maggiormente resistenti o adattati al fuoco e al pascolo.

La Sardegna, per la sua posizione geografica, per la storia geologica, per l'insularità e per la variabilità climatica, ha una vegetazione quasi esclusivamente di tipo mediterraneo, costituita da formazioni vegetali che vivono in equilibrio più o meno stabile in un clima che, a causa dell'aridità estiva, se intervengono cause di degrado, non sempre permette una rapida ricostituzione dell'equilibrio biologico preesistente.

La distribuzione della vegetazione nell'isola è condizionata, oltre che dalla riduzione dei valori termici correlati all'altitudine, da fattori locali come l'esposizione, la natura del substrato litologico, la maggiore o minore disponibilità idrica nel suolo. In senso fitoclimatico si possono riconoscere, secondo Arrigoni (2006), cinque piani/aree di vegetazione potenziale (Fig.1.5) secondo lo schema seguente:

- M. *Un piano basale*, costiero e planiziario, caratterizzato da clima arido e caldo e specie termofile in cui prevalgono le sclerofille sempreverdi (*Chamaerops humilis*, *Quercus coccifera*, *Erica multiflora*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*) e le caducifoglie a sviluppo autunnale invernale come *Anagyris foetida* e *Euphorbia dendroides* (*Fitoclima delle boscaglie e macchie costiere*);
- N. *un piano collinare e montano*, caratterizzato da un orizzonte di vegetazione sempreverde delle foreste di leccio (*Fitoclima dei boschi termo-xerofili*);
- O. *Un piano relativamente termofilo*, corrispondente all'associazione *Viburno tini-Quercetum ilicis* frequente nelle zone collinari e medio-montane, con diverse sotto-associazioni e varianti ecologiche caratterizzate da una consistente partecipazione di una o l'altra specie sclerofillica. (*Fitoclima delle leccete termofile*);
- P. *Un piano montano mesofilo* di suoli silicei rappresentato dall'*Asplenio onopteris-Quercetum ilicis* (Br. Bl.) Riv. Martinez) localizzato nella Sardegna centro-settentrionale e un tipo montano su substrato calcareo rappresentato dall'*Aceri monspessulani-Quercetum ilicis* (Arrig., Di Tomm., Mele) differenziato da specie calcicole e endemiche, sull'altopiano centrale del Supramonte. (*Fitoclima delle leccete mesofile montane*);
- Q. *Un piano culminale* di arbusti oromediterranei, in genere bassi e prostrati, sulle aree più elevate del Gennargentu e sporadicamente sulle cime di rilievi minori oltre 1300-1400 m. in cui prevalgono *Juniperus sibirica*, *Astragalus genargenteus*, *Berberis aetnensis*, *Thymus catharinae*, *Daphne oleoides*, con un ricco corteggio di emicriptofite molte delle quali endemiche (*Fitoclima degli arbusti montani prostrati*).

Studi della vegetazione con criteri fitosociologici sono stati condotti in diverse parti dell'Isola, con i primi esempi dei Molinier nel 1960 e a seguire da parte di Arrigoni, Bagella Biondi, Camarda, Chiappini, Farris, Filigheddu, Lorenzoni, Mossa, Pignatti, Valsecchi ed altri ancora (vedi riferimenti bibliografici). In particolare, a Bacchetta et al. (2009; 2010) si deve uno studio sulle serie di vegetazione con relative carte in scala 1:350.000 e 1:500.000, che fornisce un quadro complessivo

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	27 di 120

del territorio isolano. A questi studi si affiancano numerosi altri precedenti, riportati in bibliografia, sia di carattere generale sia su tematiche e aree specifiche.

Il quadro teorico della vegetazione nella realtà è fortemente influenzato dalle condizioni geomorfologiche, edafiche, pedologiche e in modo particolare dalle attività agricole e pastorali. Ciò ha dato origine all'ampio mosaico di situazioni boschive che hanno favorito le formazioni secondarie di boschi misti di querce, in modo particolare la sughera (*Quercus suber*) e la roverella (*Quercus pubescens* s.l.). In aree ristrette permangono formazioni a *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium* e boschi secondari di castagno (*Castanea sativa*) e colture di nocciolo (*Corylus avellana*). Le attività selvicolturali sia da parte degli enti pubblici, sia da parte di privati hanno sinora privilegiato soprattutto le conifere sia spontanee (*Pinus halepensis*, *Pinus pinea*) che esotiche (*Pinus nigra*, *Cedrus atlantica*) e meno frequentemente altre specie minori. Lungo i corsi d'acqua, nelle aree al di sotto dei 400-500 m, le formazioni igrofile sono caratterizzate da formazioni miste dominate di volta in volta da specie diverse quali ontano nero (*Alnus glutinosa*), frassino (*Fraxinus oxycarpa*), salici (*Salix* sp.pl.), tamerici (*Tamarix africana*), oleandro (*Nerium oleander*) e agnocasto (*Vitex agnocastus*).

4.1.5.1 La vegetazione forestale

Tra le formazioni forestali, le leccete sono senza dubbio quelle che presentano maggiore diffusione, presenti dal livello del mare sino ai 1200 m di quota, con esempi di alta naturalità. Il complesso delle querce caducifoglie, con *Quercus congesta* e *Quercus pubescens* si mostra preferente delle aree silicee, ma dalla fascia costiera risale sino a 1400 di quota e si presenta quindi come il tipo di foresta più mesofilo, al pari delle residue formazioni di tasso ed agrifoglio, oggi relegate come tali in poche aree, rispetto alle altre più comuni.

Nel bacino mediterraneo la macchia è considerata generalmente come una formazione secondaria dovuta alla attività diretta e indiretta dell'uomo, che tramite le utilizzazioni agricole, il pascolamento degli animali domestici e gli incendi, già dal lontano passato, hanno ridotto considerevolmente le foreste a favore di specie di sclerofille o comunque piante maggiormente plastiche e con caratteristiche biologiche (elevato potere pollonifero, proprietà tossiche, spinescenza, elevata produzione ed efficacia nella dispersione dei semi, attività fotosintetica in diversi periodi dell'anno) in grado di rispondere con maggiore successo ai diversi impatti sull'ambiente (aridità, degrado dei suoli, decremento della sostanza organica per effetto del fuoco e del dilavamento delle acque meteoriche, pascolamento, andamento incostante del clima).

4.1.5.2 La macchia

La macchia mediterranea, nella sua massima espressione della macchia-foresta, è una formazione climacica, del tutto autonoma rispetto agli altri ecosistemi forestali, come già evidenziato da Béguinot e come dimostrano tuttora le estese formazioni a *Olea oleaster* e *Pistacia lentiscus*, di *Phillyrea latifolia*, di *Arbutus unedo*, di *Pistacia terebinthus* ed anche la presenza dei grandi alberi di queste specie.

Tra i componenti floristici della macchia mediterranea, limitatamente alle specie legnose presenti nel bacino mediterraneo, si osserva che la gran parte sono specie a larga distribuzione, mentre sono molto rare le specie endemiche; molte sono indifferenti al substrato (*Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Cistus villosus*), alcune sono esclusive delle aree silicee (*Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Genista aetnensis*, *Cytisus villosus*, *Cistus monspeliensis*) o calcaree (*Pistacia terebinthus*). Altre ancora presentano un ampio range altitudinale (*Erica scoparia*), mentre altre sono limitate fortemente dalle fasce termometriche (*Anagyris foetida*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*). Concorrono ancora a formare la macchia, alberi (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*) arbusti (già menzionati) liane (*Smilax aspera*, *Clematis cirrhosa*) che ne determinano il carattere di difficile percorribilità. Il numero delle specie legnose, comunque, è molto elevato ed esse vanno dalle sclerofille sempreverdi (*Phillyrea latifolia*) alle caducifoglie a ciclo autunnale invernale (*Anagyris*

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	28 di 120

foetida, *Euphorbia dendroides*), dalle aghiformi resinose alle aghiformi non resinose a fioritura estivo-autunnale (*Erica multiflora*), con rami fotosintetizzanti (*Spartium junceum*, *Genista* sp. pl.).

4.1.5.3 Le garighe

La vegetazione che si osserva nelle zone più o meno pianeggianti o in leggero declivo, rocciose, con molti massi affioranti e con strato di terreno scarso, è conosciuta come gariga o garriga. Deriva dal catalano garic o dal francese garigue, nome usato per indicare, in ogni caso, la quercia spinosa. In Provenza, infatti, le zone calcaree rocciose con cespugli di questa quercia sono note come garigue.

Diverse definizioni sono state date per questo particolare aspetto della vegetazione, ma la più semplice pare quella che collega l'aspetto della vegetazione al substrato: "zone pietrose con arbusti ed erbe che crescono dove la roccia affiora largamente".

Per quanto riguarda la sua origine, alcuni Autori ritengono che la gariga derivi da una profonda degradazione della macchia soprattutto su substrato calcareo, ma oggi, in generale, si considera come gariga una formazione vegetale discontinua con bassi cespugli che si insedia su suoli di qualsiasi natura, ma edaficamente aridi.

Alcuni preferiscono riferire il termine gariga alle formazioni che vivono solamente su substrato calcareo e usare quello di farai per quelle su ambienti silicei. Altre denominazioni sono date a questa caratteristica vegetazione e precisamente: phrygana e batha dagli autori delle regioni orientali del Mediterraneo e *torn* il/*ares* dagli Spagnoli che fanno derivare questo nome da *torni/io* (*timo*), per indicare zone rocciose ricche di piante aromatiche.

Esaminando le formazioni a gariga della nostra regione e analizzando i diversi aspetti con i quali essa si presenta in relazione alla distribuzione altimetrica, al substrato geologico ed alla composizione floristica, possono essere fatte alcune ipotesi sulla sua origine. In alcuni casi può derivare da estrema degradazione della macchia, in altri può insediarsi come stadio pioniero in terreni temporaneamente privi di vegetazione legnosa o può essere una formazione del tutto autoctona.

Qualunque sia la sua origine, la formazione a gariga è individuabile per la presenza, nelle pietraie e nelle zone rocciose, di piante xerofile sempreverdi, spesso aromatiche, che hanno foglie piccole, spesse, coriacee, crassulente, grigiastre o biancastre, talvolta spinose e che assumono abito prostrato o tondeggiante pulvinato. La gariga è ancora caratterizzata da specie bulbose o tuberose e da molte altre piccole piante erbacee estranee alla vera macchia che spuntano dalle fessure delle rocce o che ricoprono i piccoli pratelli.

La gariga è estremamente polimorfa e, molto più frequentemente che nella macchia, le singole specie formano comunità fra le più svariate che non trovano riscontro in nessuna altra formazione vegetale. Fra le più note si ricordano quelle a rosmarino, ginestre spinescenti, timi, lavandula, teucrici, elicriso, euforbie, caratteristiche anche per la grande gamma di variazioni cromatiche.

Il pascolo brado, soprattutto nel passato ha determinato la riduzione della copertura boschiva a vantaggio delle macchie, delle garighe e dei popolamenti erbacei, creando la notevole articolazione di tipologie variabili in rapporto al substrato ed alle quote. Negli ultimi decenni la riduzione della presenza pastorale ha consentito la buona ripresa della copertura boschiva in molte aree; in altre aree, invece, le sugherete sono state spesso trasformate in prati arborati. E' soprattutto nelle zone altomontane che si ha un'ampia gamma di tipologie di garighe che, a seconda della prevalenza delle specie (*Genista* sp.pl., *Helichrysum microphyllum*, *Astragalus genargeteus*, *Anthyllis hermanniae*, *Berberis aetnensis*, *Thymus catharinae*, *Prunus prostrata*, *Teucrium marum*), soprattutto nel Gennargentu e nei Supramonti calcarei, originano associazioni caratteristiche e spesso esclusive.

4.1.5.4 La vegetazione psammofila e alofila costiera

La vegetazione psammofila e igrofila delle aree costiere, meno interessate dalla frequentazione turistica, è caratterizzata dalle prime associazioni sabulicole ancora in buono stato della fascia a

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	29 di 120

Elymus farctus e *Otanthus maritimus*, a cui succede una fascia a dominanza di *Ammophila arenaria inquadrate nella Sileno corsicae-Ammophiletum* consolidate con *Silene corsica*, *Phleum sardoum* talora presenza di *Crucianella maritima* e di *Ephedra distachya* (*Helichryso-Crucianelletea*). Nelle dune consolidate i ginepri costituiscono spesso ambienti di grande interesse quando conservano la struttura originaria come in alcune aree del Sassarese, della Gallura, del Sulcis, del Sarrabus, della Baronia. Nei substrati rocciosi si affermano le garighe e le macchie basse, soprattutto nel versante occidentale, pettinate dai venti dominanti con le associazioni del *Crithmo-Limonietea* caratterizzate dalle microendemiche del genere *Limonium*, ma anche da specie esclusive come *Astragalus maritimus*, *Astragalus verrucosus*, *Polygala sinisica* e tra i suffrutici e i piccoli arbusti *Stachys glutinosa*, *Centaurea horrida*, *Genista sardoa*, *Genista cadasonensis*, *Genista desoleana*, *Teucrium subspinosum*, *Helichrysum microphyllum*, proprie delle garighe influenzate dai venti salsi.

4.1.5.5 La vegetazione delle rupi interne

Le aree rocciose sia negli ambienti costieri, sia soprattutto montani, ospitano una serie di associazioni poco estese in superficie ma spesso particolarmente ricche di endemismi e specie rare. In particolare, le rupi calcaree montane sono caratterizzate dall'associazione *Laserpitio garganicae-Asperuletum pumilae* con *Ribes sardoum*, *Nepeta foliosa*, *Armeria morisii*, *Asperula pumila*, *Campanula forsythii*, *Limonium morisianum*, *Polygala sardoa*, *Centranthus amazonum*, *Lonicera cyrenaica*. Nelle quote inferiori e nelle aree più calde *Helichrysum saxatile*, *Seseli bocconi ssp. praecox*, *Brassica insularis* ed altre specie meno rilevanti sono inquadrate nella vegetazione casmofila termofila di *Helichryso saxatili-Cephalarietum*. Non meno interessanti sono le rupi silicee e le roccaglie delle aree montane del Gennargentu, dove si trovano specie ad areale puntiforme come *Lamyropsis microcephala*, *Ribes sandalioticum*, *Armeria genargentea*, *Euphrasia genargentea*, *Saxifraga cervicornis* e accantonamenti fitogeografici come *Asplenium septentrionale* e la rarissima *Sorbus aucuparia ssp. praemorsa*.

4.1.5.6 I popolamenti erbacei

La vegetazione prativa si caratterizza per la maggiore diffusione delle specie terofitiche negli ambienti aridi e calcicoli, anche se talora sono specie perenni come asfodelo (*Asphodelus microcarpus*), carlina (*Carlina corymbosa*) e ferula (*Ferula communis*), specie rifiutate dal bestiame, a caratterizzare il paesaggio. Nelle aree montane prevalgono invece le emicriptofite spesso cespitose e pulvinate che si sviluppano negli spazi liberi e negli intermezzi delle garighe e delle macchie. Le formazioni erbacee sono quelle maggiormente complesse, anche perché in esse si concentra la maggiore quantità delle specie presenti nell'Isola, rappresentate proprio dalle terofite e dalle emicriptofite. Ancora, le diverse tipologie di pascolo e delle pratiche agrarie contribuiscono alla variabilità della composizione floristica ed alle associazioni conseguenti.

4.1.6 La flora e la vegetazione della Sardegna settentrionale

La vegetazione della Sardegna settentrionale è, nelle sue linee essenziali, di tipo mediterraneo, e nelle sue caratteristiche particolari si avvicina più alla vegetazione presente nelle regioni settentrionali del Mediterraneo che non a quella delle aree centrali e meridionali.

La flora è costituita da specie mediterranee a larga diffusione presenti nella zona sin da epoche remote: leccio, sughera, tasso, agrifoglio, alloro, alaterno, mirto, lentisco, erica arborea, ginepro licio. Altre specie, sempre della regione mediterranea ma con distribuzione più limitata rispetto alle precedenti, sono prevalentemente diffuse nella Sardegna settentrionale, come ad esempio palma nana, barba di Giove, erica rosa.

La flora endemica, ovvero le specie che vivono in zone circoscritte come, ad esempio, la sola Sardegna o la Sardegna e la Corsica, è rappresentata da specie che hanno in questa parte

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	30 di 120

dell'isola la loro area esclusiva o prevalente di diffusione. Fra le più interessanti è la *Centaurea horrida* Bad., che vive solo nella penisola di Capo Caccia e di Stintino, nelle isole Piana (Stintino), Asinara e Tavolara: essa forma sui pianori aridi e sassosi vicino al mare dei grossi, rotondeggianti e spinescenti pulvini e, unendosi assieme ad altre specie con eguale portamento, costituisce aspetti particolari e suggestivi della vegetazione.

Nei prati litoranei aridi e sassosi vive una specie endemica sardo-corsa, *Evax rotundata* Moris, che forma delle piccole rosette verde-glauc; nei prati della fascia costiera cresce il piccolo *Leucojum roseum* Martin; sulle rupi e sui dirupi si insediano altre specie di particolare interesse fitogeografico: il geranio a fiori rosa, *Erodium corsicum* Viv., sardo-corso, *Limonium acutifolium* (Reichenb.) Salmon e *Asperula deficiens* Viv., endemici della Sardegna settentrionale; sulle spiaggette della costa nord-occidentale è in via di scomparsa una specie comune alla Sardegna e alla Corsica: *Anchusa crispa* Viv., mentre sopravvive ancora in poche zone il *Limonium turritanum* Diana Corrias. Nei dintorni di Sassari è interessante la presenza di due specie proprie alla sola Sardegna settentrionale: il *Limonium racemosum* (Lojac.) Diana Corrias sui calcari miocenici e la *Scrophularia moristi* Vaisecchi lungo i corsi d'acqua.

radicale un naturale sbarramento al movimento delle sabbie e favoriscono la vita ad altre specie. Il profumato e bianco giglio del mare (*Pancretium maritimum*), l'erba medica marina a fiori gialli e foglie grigie e vellutate (*Medicago marina*), l'eringio marittimo a foglie verde-azzurro (*Eryngium maritimum*), il gnafalio marittimo (*Diotis maritima*), il papavero giallo (*Glaucium flavum*), l'armeria a foglie pungenti e fiori rosa intenso (*Armeria pungens*), il convolvolo delle sabbie (*Calystegia soldanella*) con corolle rosa pallido e foglie cuoriformi vivono in questi ambienti assieme a euforbie, graminacee ed altre piccole specie.

Nelle zone più interne dei litorali sabbiosi, dove il terreno ha uno strato unico profondo, si insediano le formazioni a ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*). Questa specie forma, in alcuni litorali della Sardegna settentrionale, fitti e densi boschetti con esemplari arborescenti, vetusti, contorti e piegati dal vento. In alcune zone come il litorale di Platamona e di Santa Teresa di Gallura, questi ginepri, molto ricercati dagli artigiani mobiliari per il loro legno duro e tenace, stanno ormai scomparendo.

Nelle depressioni dunali, dove si ha un ristagno d'acqua, si sviluppano delle formazioni vegetali caratterizzate da giunchi, carici e soprattutto da tamerici. Questi piccoli alberi si ritrovano ancora alla foce dei corsi d'acqua e lungo le sponde. Attualmente la maggior parte dei litorali della provincia di Sassari sono rimboschiti con diverse specie di pini, e la vegetazione naturale sottostante regredisce pian piano, lasciando il posto a un denso tappeto di aghi ed a poche effimere specie stagionali.

Le coste rocciose della Sardegna settentrionale sono estremamente varie per i diversi tipi di rocce e per la loro morfologia. Le coste calcaree ripide e scoscese con pareti a picco sul mare ospitano una flora selezionata sia dal punto di vista fitogeografico, per la presenza di specie endemiche rupicole, sia per gli adattamenti fisiologici che molte di esse hanno prodotto. Le coste scistose dell'Argentiera, più dolci, e quelle granitiche della Gallura, arrotondate in grossi massi, sono ricoperte da una vegetazione quasi continua costituita da specie alofile, che resistono alla salsedine ed ai venti impetuosi.

Il paesaggio vegetale costiero è reso qui ancora più vano dalla presenza di stagni e lagune. Vi si possono osservare piante e formazioni vegetali molto differenti nelle lagune salmastre di Olbia, in quelle di Calich e di Casaraccio; la vegetazione predominante è costituita prevalentemente da specie alofile, che formano spesso estesi tappeti o si distribuiscono a formare cinture discontinue a seconda della differente salinità delle acque. La specie più diffusa e più resistente è la salicornia. Assieme ad essa vivono altre specie con le stesse esigenze ecologiche: inule, saiole, obione, settembrina del mare dai fiori azzurro pallidi, statici noti anche come lavanda del mare" e utilizzati dai fiorai per le composizioni di fiori essiccati.

Retrostante a questa formazione vegetale si insediano i giunchi, le carici e la cannuccia da palude, gli scirpi nelle zone costantemente umide e lontane dall'apporto diretto dell'acqua marina vivono,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	31 di 120

formando rigogliose colonie, tife, spargani, salcerella, vilucchione e mente.

Interesse fitogeografico e paesaggistico presentano i pianori calcarei della penisola di Capo Caccia, dell'isola di Tavolara e di alcune piccole isole.

La loro vegetazione, per la presenza di piccoli arbusti che crescono fra le rocce lasciandole scoperte, è conosciuta come vegetazione a gariga: astragalo, centaurea, elicriso, ginestra spinosa, asfodelo, palma nana, teucri, liliacee ed orchidee, ciuffi di piccole graminacee crescono in questi ambienti assolati e sassosi, arricchendoli e ulteriormente movimentandoli

LA VEGETAZIONE DI COLLINA

Quando si lascia la fascia costiera, la morfologia del terreno cambia. Ai tratti pianeggianti subentrano le zone con colline, diverse per struttura e altitudine. Il clima, da oceanico marittimo, muta in oceanico insulare: pur rimanendo le generali condizioni di aridità estiva, il periodo invernale è più fresco e umido. In queste zone si sviluppa la formazione vegetale più nota della regione mediterranea: la macchia. Costituita da arbusti sempreverdi a foglie rigide, coriacee, sclerofilliche, rappresenta un aspetto consueto della vegetazione della Sardegna e colpisce l'osservatore, in particolare nel periodo primaverile, per i suoi diversi aspetti.

Gli aspetti a corbezzolo ed erica arborea, comuni in molte zone della Sardegna settentrionale, derivano in genere dalla degradazione della lecceta: liberi dalla copertura vegetale, si sono sviluppati assumendo l'aspetto arborescente e raggiungendo altezze e sviluppo del fusto spesso notevoli.

Nelle zone più calde e con substrato pedologico poco profondo la macchia ha una sua personale fisionomia ed un'indipendenza dalla lecceta. Gli aspetti della macchia costiera a olivastro, lentisco, fillirea, mirto, ginepro, che sono i più rappresentativi di queste formazioni, sono inquadrati, secondo la terminologia della classificazione della vegetazione, nell'*Oleo-Lentiscetum*.

Il paesaggio vegetale della Sardegna settentrionale presenta diversi aspetti della vegetazione arbustiva di tipo a macchia mediterranea, ora bassa e rada, ora fitta e impenetrabile.

È interessante la formazione a lentisco, olivastro, filliree con predominanza della palma nana. La *Chamaerops humilis* è l'unica palma spontanea della regione mediterranea ed ha la sua prevalente area di distribuzione soprattutto nella Nurra. Lo sfruttamento industriale e le trasformazioni agrarie hanno ridotto la vegetazione caratterizzata da questa specie a piccoli frammenti dislocati nelle zone più impervie.

La macchia con prevalenza di euforbie (*Euphorbia characias* e *E. dendriodes*), diffusa soprattutto nelle zone costiere, si inserisce spesso in modo dominante nel paesaggio con le sue diverse variazioni cromatiche primaverili e autunnali. Le ginestre spinose appartenenti al genere *Genista* e al genere *Calycotome* costituiscono altre variazioni della macchia: i cisti bianchi o rosati ricoprono spesso in modo uniforme il terreno e si sviluppano in particolare nelle zone degradate dagli incendi.

Un posto particolare occupano le formazioni a ginepro licio (*Juniperus phoenicea*) delle coste calcaree, che rappresentano un relitto di primitivi ed estesi boschi. Nella penisola di capo Caccia lo sviluppo di questa specie doveva essere predominante su tutta la vegetazione: molte vecchie case di Alghero avevano i tetti fatti con travi di ginepro. Nelle zone montane o in quelle litoranee fresche, la formazione vegetale che rappresenta il climax principale della Sardegna è data dalla lecceta. Il leccio (*Quercus ilex*) si estendeva dal livello del mare sino alle zone montane raggiungendo i 1.000-1.200 metri: ora è quasi del tutto scomparso dalla Sardegna settentrionale. Attualmente le leccete presenti in questo settore dell'isola sono profondamente modificate nella loro struttura originaria. Tuttavia, se l'azione dell'uomo, che ha agito provocando un pericoloso processo di regressione nella scala evolutiva della vegetazione, dovesse cessare, è probabile che possa attuarsi un processo, anche se lento, di ricostituzione. Un esempio di evoluzione progressiva verso il climax originario è la bella ripresa di Scala di Giocca presso Sassari, mentre esempi di regressione o addirittura di scomparsa si possono vedere presso Alà dei Sardi, Monti, Buddusù e Aggius.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	32 di 120

LA SUGHERETA E LE FORMAZIONI FORESTALI

La lecceta è sostituita in alcune zone termofile da un'altra formazione vegetale arborea: la sughereta. La Gallura ha le più belle sugherete dell'isola. Aiutate dall'uomo nella loro diffusione e nella conduzione, formano comunità vegetali pure o miste con il leccio. La sughera (*Quercus suber*) era nel passato molto diffusa.

Nelle zone montane con clima semicontinentale, inverno freddo e abbondanti piogge invernali, la lecceta è sostituita da formazioni miste a roverella (*Quercus pubescens*), acero trilobo (*Acer monspessulanum*), tasso (*Taxus boccata*) e agrifoglio (*Ilex aquifolium*). Queste formazioni forestali sono più diffuse sui rilievi della catena del Marghine.

maestosi tassi di Sos Nibaros, gli agglomerati di tasso e agrifoglio di Badde Salighes sono gli ultimi superstiti di una vegetazione che conserva ancora il suo aspetto originario e che presumibilmente era maggiormente diffusa su tutta la zona.

Tra le formazioni forestali della Sardegna settentrionale è da menzionare quella formata da una delle poche specie spontanee di pini della Sardegna: la pineta di monte Pino, monte Nieddòne, monti Biancu, monti Nieddu ed altri rilievi della Gallura, costituita da pino marittimo (*Pinus pinaster*).

Un'altra formazione vegetale che interessa la Sardegna settentrionale è quella costituita dall'alloro: considerata da alcuni autori un aspetto della macchia-foresta termofila, costituisce nei dintorni di Osilo e nel territorio di Macomer una formazione di notevole interesse fitogeografico.

La vegetazione delle zone cacuminali del Limbara, di monte Albo e monte Rasu, formata da ginestre spinose, timi e astragali, rappresenta una formazione vegetale adattata ad un clima montano, freddo e ventoso.

4.1.7 Inquadramento vegetazionale dell'area di intervento

Dal punto di vista vegetazionale l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di estese coltivazioni a seminativo, pascoli e pascoli arborati; sulle aree circostanti sono presenti anche formazioni forestali caratterizzate dalla presenza delle specie tipiche della macchia a dominanza di Leccio.

Diffuse al margine dei coltivi e dei pascoli sono le siepi campestri che presentano un'elevato valore in termini di incremento della biodiversità diffusa.

Dal punto di vista floristico nelle siepi campestri presenti nell'area vasta di progetto si rinvencono alcune specie tipiche della gariga o della macchia come *Olea oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, ed anche la presenza dei grandi alberi quali *Quercus ilex*, *Quercus suber* e *Quercus pubescens*.

Tra i componenti floristici della macchia mediterranea, limitatamente alle specie legnose presenti nel bacino mediterraneo, si osserva che la gran parte sono specie a larga distribuzione, mentre sono molto rare le specie endemiche; molte sono indifferenti al substrato (*Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Cistus villosus*), alcune sono esclusive delle aree silicee (*Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Genista aetnensis*, *Cytisus villosus*, *Cistus monspeliensis*) o calcaree (*Pistacia terebinthus*). Altre ancora presentano un ampio range altitudinale (*Erica scoparia*), mentre altre sono limitate fortemente dalle fasce termometriche (*Anagyris foetida*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*). Concorrono ancora a formare la macchia, alberi (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*) arbusti (già menzionati) liane (*Smilax aspera*, *Clematis cirrhosa*) che ne determinano il carattere di difficile percorribilità.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	33 di 120

4.1.8 Inquadramento faunistico

4.1.8.1 Cenni biogeografici

L'attuale composizione della fauna sarda è il risultato delle vicende geologiche, climatiche ed evolutive svoltesi in milioni di anni, ma anche di introduzioni di diverse specie ad opera dell'uomo, nei tempi preistorici (Cervo, Muflone), in tempi storici (molti animali domestici; Coniglio selvatico, Pernice sarda, verosimilmente introdotta dai Fenici o dai Romani; molte specie di pesci d'acqua dolci) e anche più recentemente (alcune specie di anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, nonché numerosi invertebrati).

Come tutte le faune insulari, la Sardegna è più povera di specie rispetto ad una equivalente superficie continentale, soprattutto di specie strettamente terrestri con una scarsa capacità di dispersione. Per contro, vi è un maggior numero di forme endemiche, talvolta la riduzione della taglia di alcune specie, l'allargamento della nicchia ecologica e l'aumento della densità relativa.

4.1.8.2 Vertebrati

Lo studio della recente e passata composizione della fauna sarda dura da appena 200 anni e non può considerarsi assolutamente concluso. Anzi, in confronto a molte aree del Mediterraneo, grandi isole comprese (Sicilia, Corsica, Baleari, Creta, Cipro), la ricerca faunistica e zoogeografica in Sardegna sino all'Ottocento, con le notazioni del Cetti, dell'Angius e di Alberto La Marmora, è stata piuttosto contenuta per quanto riguarda i vertebrati, ed in particolare gli uccelli ed i mammiferi. Soltanto dall'inizio degli anni '60 del secolo scorso vi è una notevole intensificazione delle ricerche di campo, stimulate anche dalle maggiori associazioni naturalistiche operanti nell'isola.

Il livello conoscitivo dei vertebrati che si riproducono attualmente nell'Isola può considerarsi soddisfacente/sufficiente per i pesci d'acqua dolce, per gli anfibi, i rettili e gli uccelli, mentre per i mammiferi, ed in particolare per i micro-mammiferi, occorrono ancora notevoli sforzi di ricerca.

E'altamente significativa la scoperta, recentissima per la scienza, di una nuova specie di Chiroptera, l'Orecchione sardo.

4.1.8.3 Contingente faunistico

Dal 1900 sino ad oggi si sono riprodotte nell'isola almeno 239 specie e sottospecie di vertebrati: 9 specie di anfibi, 22 specie di rettili (tra cui 2 sottospecie localizzate della Lucertola tirrenica), 167 specie di uccelli e 41 specie di mammiferi (tra cui ben 22 specie di chiroptera).

Nell'ambito del PPR viene presa in considerazione soltanto la fauna selvatica (anfibi, rettili, uccelli, mammiferi), come definita nella L.R. n. 23/1998.

Di queste 239 specie attualmente risultano estinte 12, tutte appartenenti alla classe degli uccelli: gobbo rugginoso, aquila di mare, gipeto, avvoltoio monaco, falco pescatore, colino della Virginia (specie esotica introdotta a scopo venatorio), sterna maggiore, beccapesci, mignattino, stiacchino, beccafico e lucarino (queste ultime 3 specie nidificanti occasionali storiche).

Il processo di estinzione delle specie viene controbilanciato però da immigrazioni naturali e, in alcuni casi, da introduzioni effettuate dall'uomo. Le immigrazioni naturali interessano prevalentemente la classe degli uccelli grazie alla loro elevata capacità di dispersione: nitticora, sgarza ciuffetto, airone guardabuoi, garzetta, cicogna bianca, mignattaio, fenicottero, mestolone, moriglione, albanella minore, cavaliere d'Italia, avocetta, pernice di mare, gabbiano comune, gabbiano roseo, sterna zampanere ed altre. Le introduzioni ad opera dell'uomo negli ultimi decenni riguardano, tra le altre specie, la rana verde, il camaleonte, il cigno reale, il fagiano, la gazza, la nutria e, più recentemente, il visone, queste ultime due specie evase da allevamenti a scopo commerciale.

4.1.8.4 Endemismi e peculiarità

Tra le peculiarità della fauna sarda vanno menzionate le numerose specie e sottospecie endemiche della Sardegna e della Corsica, tra le quali euprotto sardo, geotritone dell'Iglesiente,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	34 di 120

geotritone imperiale, geotritone del Supramonte, geotritone del Monte Albo, discoglossa sarda; lucertola tirrenica di Molarotto, lucertola tirrenica del Toro, biscia dal collare; cinciallegra sarda e ghiandaia sarda e, tra i mammiferi il cervo sardo e il ghio sardo. Le forme esclusive dell'Isola o della Tirrenide raggiungono per l'erpetofauna oltre il 50% di tutte le specie autoctone appartenenti a queste due classi di vertebrati sardi.

Oltre a queste forme esclusive, la Sardegna ospita delle popolazioni consistenti di specie piuttosto rare e localizzate in altre parti dell'Italia o dell'area mediterranea: attualmente la più grande colonia europea del Gabbiano roseo si trova con oltre 3.000 coppie nelle zone umide cagliaritanee (Stagno di Molentargius; Stagno di Cagliari), in cui si è insediata nel 1993 anche una numerosa colonia nidificante del Fenicottero rosa (nel 2005: oltre 6000 coppie); con oltre 600 coppie di pollo sultano, un rallide di origine etiopica, l'Isola ospita circa il 10% della popolazione mondiale della forma nominale di questa specie (*Porphyrio porphyrio porphyrio*). Le colonie di uccelli marini lungo le coste italiane e sulle piccole isole disabitate sono tra gli insediamenti più importanti d'Italia e le colonie del Cormorano dal ciuffo, della Berta minore, della Berta maggiore, dell'Uccello delle tempeste, nonché del gabbiano reale mediterraneo e del gabbiano corso sono tra le più importanti in tutto il Mediterraneo; nella Sardegna nord-occidentale sopravvive l'unica popolazione autoctona italiana del grifone, l'ultimo dei 3 grandi avvoltoi ancora nidificante in Italia.

Ma la Sardegna riveste una notevole importanza anche come zona di sosta per numerose specie di uccelli migratori, sia durante il passo post-riproduttivo che durante quello pre-riproduttivo e in periodo invernale. In particolare, si sottolinea il ruolo strategico che le zone umide costiere della Sardegna rivestono come zone di sosta e di svernamento degli uccelli acquatici provenienti dai paesi nordici.

Negli ultimi censimenti invernali risulta la presenza regolare di oltre 120.000 individui in circa 80 specie, tra le quali molti cormorani, fenicotteri, anatidi e folaghe.

Poca attenzione è stata rivolta sinora agli ecosistemi ad agricoltura estensiva che ospitano (ancora) delle specie di grande interesse conservazionistico, come la gallina prataiola, l'occhione, la ghiandaia marina, la calandra, la calandrella ed altre minacciate d'estinzione a livello comunitario.

Infine va ricordata la grande importanza biogeografia dell'entomofauna e in generale degli invertebrati della Sardegna, in particolare, di quella cavernicola e degli stagni temporanei mediterranei.

4.1.8.5 Specie minacciate

Tra i Vertebrati in pericolo critico a livello mondiale, inserite nella "Lista Rossa" dell'Unione Mondiale per la Natura (IUCN) ci sono l'euprotto sardo, la biscia dal collare e la foca monaca alle quali si aggiungono la Testuggine marina comune e il Cervo sardo come specie in pericolo e ben 15 specie classificate vulnerabili tra cui il geotritone del Monte Albo, il tarantolino, il grillai, 6 specie di chiroteri, il quercino sardo e il muflone. Complessivamente sono 20 specie (8,8% del totale di 227 specie) di vertebrati sardi strettamente minacciate a livello mondiale.

Le 59 specie di vertebrati strettamente minacciate in Sardegna (in pericolo critico; in pericolo, vulnerabile) sono presenti esclusivamente o prevalentemente in habitat di interesse comunitario e ben 23 specie (tra cui Mignattaio, Moretta tabaccata, Pernice di mare, Sgarza ciuffetto, Sterna zampenere) si riproducono nelle lagune costiere (habitat prioritario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE), 11 specie frequentano le grotte non ancora sfruttate a livello turistico (soprattutto chiroteri), 10 specie frequentano cavità naturali (chiroteri), 9 specie le foreste di *Quercus ilex* (cervo sardo, ghio sardo, astore sardo), 9 specie le scogliere e piccole isole con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici (gabbiano corso, uccello delle tempeste, berta maggiore, berta minore, grifone, falco della regina, pellegrino), 9 specie le pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (aquila reale, aquila del Bonelli, falco pellegrino, gracchio corallino), 9 specie le praterie e fruticeti alofili mediterranei (pettegola, cavaliere d'Italia, avocetta, gabbiano roseo), 8 specie le foreste di *Quercus suber* (cervo sardo, ghiandaia marina), 7 specie i percorsi

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	35 di 120

substeppici di graminacee e piante annue – habitat prioritario ai sensi della Direttiva “Habitat” (gallina prataiola, occhione, ghiandaia marina) - per citare soltanto gli habitat più importanti per la fauna selvatica.

Questa analisi mette in evidenza l'importanza strategica della fascia costiera dell'Isola per la conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario e l'urgenza di determinare ed attuare i piani di gestione dei Siti di Interesse Comunitario e delle Zone di Protezione Speciale ai sensi delle Direttive comunitarie “Habitat” e “Uccelli selvatici”.

4.1.8.6 Specie potenzialmente presenti nell'area di intervento

Dall'analisi degli habitat presenti nell'area di intervento caratterizzato da prati pascoli di origine antropica e garighe poste nelle zone più impervie, è stato possibile definire la fauna potenzialmente presente nell'area di intervento. Le specie maggiormente diffuse sono tra l'avifauna: capinera, averla piccola, cornacchia grigia, gheppio, poiana, pernice, barbagianni, civetta; tra i mammiferi: riccio, lepre sarda, volpe, cinghiale.

4.1.9 Aree protette, Rete Natura 2000 e Rete Ecologica

Per la localizzazione e i confini dei siti di tutela nei dintorni dell'area in cui è prevista l'installazione dell'impianto è stato consultato il Geoportale nazionale, precisamente il tematismo “Progetto Natura” mediante il quale si individuano: Zone umide di importanza internazionale (Ramsar), Rete Natura 2000 – SIC/ZSC e ZPS, Important Bird Areas (IBA) e Elenco Ufficiale Aree Protette (EUAP).

Come si evince dalla tavola riportata in Figura 4.32, l'intera area interessata dagli interventi resta completamente al di fuori e a debita distanza da qualsiasi Area protetta e Sito Natura 2000, motivo per il quale non risulta, dunque, necessario effettuare alcuna Valutazione o Screening di Incidenza. Solamente nella porzione marginale nord del buffer di 5 km nell'intorno delle aree nelle quali vengono localizzati gli interventi si individuano le seguenti Aree di importanza naturalistica:

- Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB010043 “Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna” che dista ca.4,6 km dal sito del campo FV che costituisce il punto più prossimo di intervento;
- Sito di Importanza Comunitaria (SIC) ITB013051 “Dall'isola dell'Asinara all'Argentiera” che dista ca.4,7 km dal sito deputato all'installazione del campo FV che costituisce punto più prossimo di intervento;
- Zona di Protezione Speciale (ZPS) ITB013012 “Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino” che dista ca.5,7 km dal sito del campo FV e ca.3 km dal cavo AT che risulta il punto più prossimo di intervento, ma che si ricorda essere interrato sotto la pubblica viabilità;
- Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB010002 “Stagno di Pilo e di Casaraccio” che dista ca.6 km dal sito del campo FV e ca.3,2 km dal punto più prossimo di intervento corrispondente al cavo AT interrato sotto la pubblica viabilità;
- EUAP 1174 “Santuario per i mammiferi marini” che dista ca.7,4 km dal sito del campo FV e ca.4 km dal punto più prossimo di intervento corrispondente al cavo AT interrato sotto la pubblica viabilità.

La futura SE e l'insieme delle opere di progetto ad essa connesse distano oltre 5 km da qualsiasi area protetta.

Con la L.R. n. 31 del 7 giugno 1989 “Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale” in Sardegna sono stati istituiti:

- Parchi regionali:

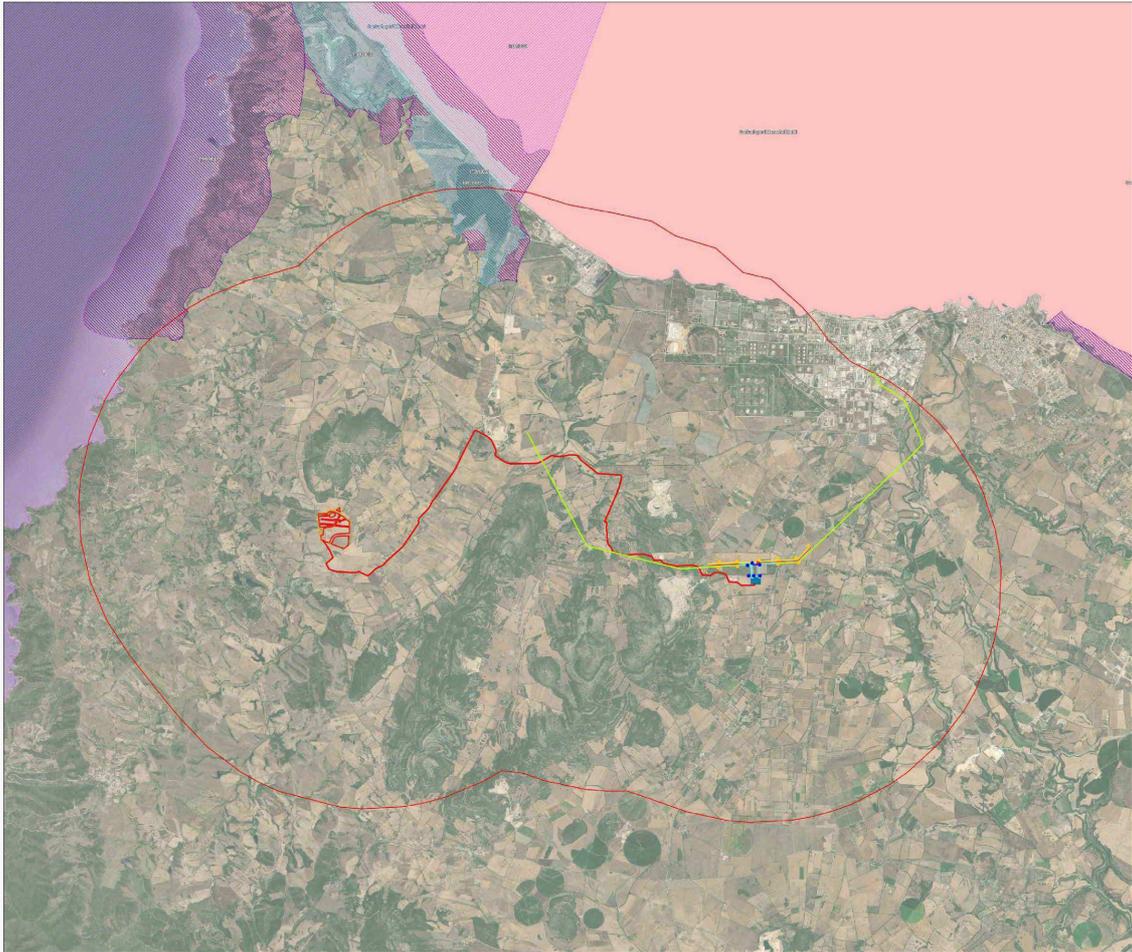
	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	36 di 120

- Parco naturale regionale di Porto Conte istituito con L.R. 26 febbraio 1999, n. 4,
- Parco naturale regionale di Molentargius istituito con L.R. 26 febbraio 1999, n. 5,
- Parco naturale regionale di Gutturu Mannu istituito con L.R. 24 ottobre 2014, n. 20,
- Parco regionale di Tepilora istituito con L.R. 21 Ottobre 2014;
- Vari monumenti naturali (singoli elementi o piccole superfici di particolare pregio naturalistico o scientifico);
- Aree RIN (Aree di rilevante interesse ambientale):
 - Bosco di Roverella di Monte Zara, Monastir, Teccu, Bari Sardo.

L'area di intervento risulta estranea a qualsiasi Area di interesse naturalistico ai sensi della L.R. n. 31/1989, motivo per il quale non si è ritenuto necessario riprodurre alcuna evidenza cartografica.

Figura 4.3: Are protette e Rete Natura 2000 nel buffer di 5 Km intorno all'area di previsto intervento (fonte: Geoportale nazionale)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	37 di 120



LEGENDA

- | | |
|--|--|
|  Area lorda impianto |  Elettrodotto esistente a 150 kV
Tratto da demolire |
|  Area netta impianto |  Elettrodotto esistente a 150 kV
Fiumesanto-Portotorres 1 - 342_342B |
|  Cabina Generale AT |  Elettrodotto esistente a 150 kV
Fiumesanto-Portotorres 1 - 343 |
|  Futura SE RTN 150/36kV "Fiumesanto 2" |  Elettrodotto esistente a 150 kV
Fiumesanto-Portotorres 1 - 344 |
|  Cavidotto AT 36 kV Interrato di connessione alla RTN |  Nuovi Raccordi alla RTN |
|  Buffer 5 km |  Sostegni esistenti da mantenere |
| |  Nuovi sostegni da realizzare |
| |  Sostegni esistenti da demolire |

Rete Natura 2000

Fonte: Geoportale Nazionale

- | | |
|--|---|
|  ZSC | ITB010043 - Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna
ITB010002 - Stagno di Pilo e di Casaraccio
ITB010003 - Stagno e ginepreto di Platamora |
|  SIC | ITB013051 - Dall'Isola dell'Asinara all'Argentiera |
|  ZPS | ITB013012 - Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino |
|  EUAP | EUAP1174 - Santuario per i mammiferi marini |

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	38 di 120

4.2 ASPETTI PAESAGGISTICI

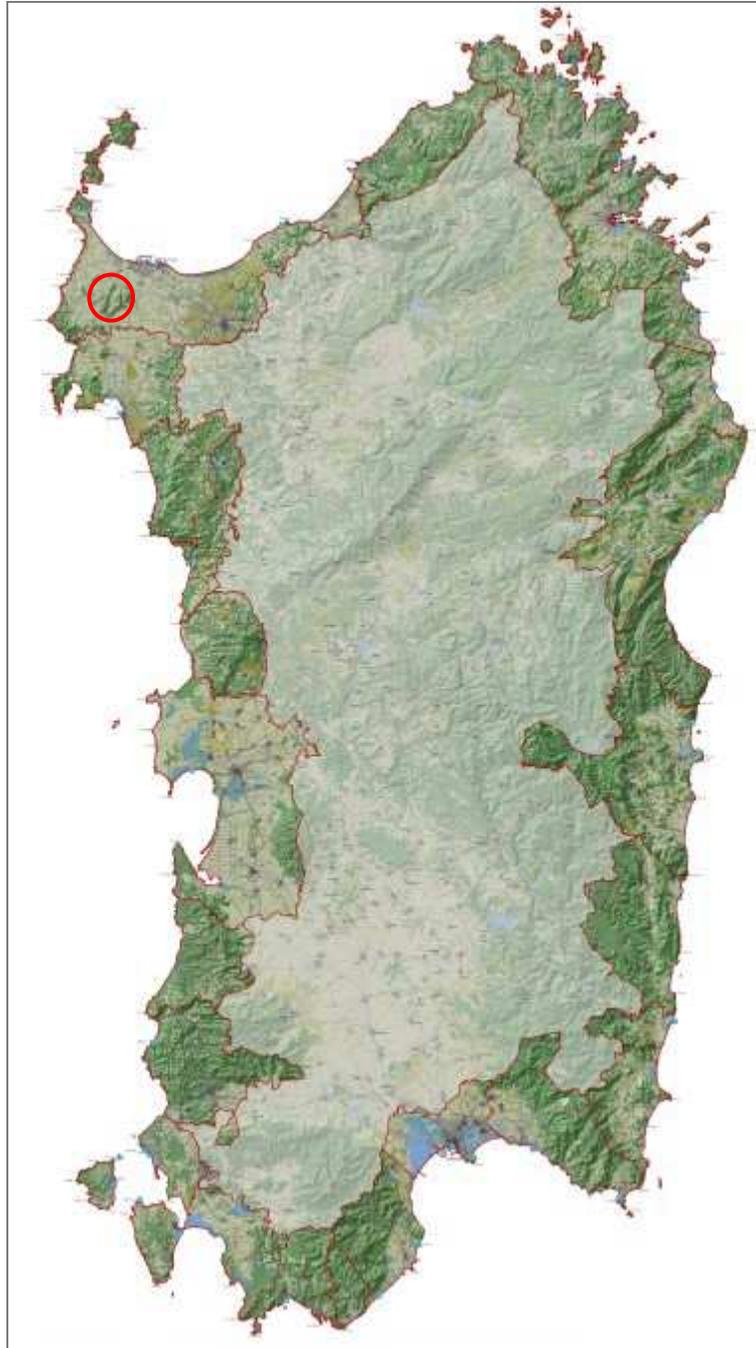
Ad oggi, il paesaggio della Regione Sardegna è governato dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR), approvato con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006. Approvato nel 2006, il Piano Paesaggistico Regionale è uno strumento di governo del territorio che persegue il fine di 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 con la relativa biodiversità, e assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di migliorarne le qualità. Il Piano identifica la fascia costiera come risorsa strategica e fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo e riconosce la necessità di ricorrere a forme di gestione integrata per garantirne un corretto sviluppo in grado di salvaguardare la biodiversità, l'unicità e l'integrità degli ecosistemi, nonché la capacità di attrazione che suscita a livello turistico. Il Piano è attualmente in fase di rivisitazione per renderlo coerente con le disposizioni del Codice Urbani, tenendo conto dell'esigenza primaria di addivenire ad un modello condiviso col territorio che coniughi l'esigenza di sviluppo con la tutela e la valorizzazione del paesaggio.

Attualmente il territorio sardo è suddiviso in ambiti paesaggistici solo per quanto riguarda i territori costieri, sono individuati, sia in virtù dell'aspetto, della "forma" che si sostanzia in una certa coerenza interna, la struttura, che ne rende la prima riconoscibilità, sia come luoghi d'interazione delle risorse del patrimonio ambientale, naturale, storico-culturale e insediativo, sia come luoghi del progetto del territorio. Sono stati individuati così 27 ambiti di paesaggio costieri, che delineano il paesaggio costiero e che aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambiente della regione.

1. Golfo di Cagliari
2. Nora
3. Chia
4. Golfo di Teulada
5. Anfiteatro del Sulcis
6. Carbonia e Isole Sulcitane
7. Bacino metallifero
8. Arburese
9. Golfo di Oristano
10. Monti Ferru
11. Planargia
12. Monteleone
13. Alghero
14. Golfo dell'Asinara
15. Bassa valle del Coghina
16. Gallura costiera nord-occidentale
17. Gallura costiera nord-orientale
18. Golfo di Olbia
19. Budoni e San Teodoro
20. Monte Albo
21. Baronia
22. Supramonte di Baunei e Dorgali
23. Ogliastra
24. Salto di Quirra
25. Bassa Valle del Flumendosa
26. Castiadas
27. Golfo orientale di Cagliari

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	39 di 120

Figura 4.4 – PPR – Tav. 1.1 “Ambiti di Paesaggio”



Il sito oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale, rientra nell'ambito di paesaggio n.14 "Golfo dell'Asinara"

L'Ambito comprende i territori afferenti al Golfo dell'Asinara. L'apertura del golfo descrive un contesto territoriale che si apre e si relaziona in diverse forme con il sistema costiero.

L'arco costiero è sottolineato dalla presenza di un sistema insediativo rappresentato dai centri di Stintino, Portotorres, Sassari (Platamona), Sorso (La Marina), Sennori, Castelsardo.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	40 di 120

Il sistema ambientale è dominato dal complesso della penisola di Stintino, dell'Isola Piana e dell'Asinara che costituiscono l'elemento di separazione fra i due "mari", mare di dentro, interno al golfo, e mare di fuori, il mar di Sardegna.

Nell'Isola dell'Asinara si identificano diversi paesaggi. Le piane di Campu Perdu e Trabuccato un tempo utilizzati come seminativi e in continuità le formazioni arbustive caratterizzate dalla consistente presenza dell'Euphorbia dendroides.

4.2.1 Il paesaggio vegetale

Nel presente lavoro, viene analizzata la componente vegetale del paesaggio con riferimenti alle implicazioni dell'impatto antropico su di esso. Ai fini di una migliore comprensione si dà una possibile definizione del paesaggio vegetale come un aspetto del territorio in cui le piante assumono un particolare rilievo nella configurazione più complessiva degli ecosistemi e trae la sua origine dagli eventi paleo-geografici e climatici, dai lenti processi genetici della flora, dall'influsso della fauna selvatica e domestica e delle attività umane che hanno interessato la regione.

Nel paesaggio, le piante possono essere una dominante della visuale, oppure una componente che si integra in modo subordinato con gli altri elementi fisici dell'ecosistema. In esso è sempre implicita una forma o fisionomia (più o meno stabile nell'arco dell'anno e nei diversi anni, come nel caso della foreste sempreverde mediterranea), una struttura (più difficile da percepire per la complessità dei processi che la determinano, come può essere la disposizione degli strati in un bosco) ed una funzione (che si esplica sempre in termini complessi interessando la stabilità del suolo e dei versanti, la regimazione idrica, la mitigazione degli stremi climatici, la presenza delle comunità faunistiche, la disponibilità di risorse per gli animali domestici e per l'uomo).

Il paesaggio vegetale rappresenta, quindi, la risultante della molteplicità dei fattori fisici e biologici di un dato contesto ambientale, assimilabile a una sorta di super-organismo, che è anche la base indispensabile delle forme di vita animale nella superficie terrestre e, conseguentemente, orienta anche l'organizzazione sociale delle comunità umane (ODUM, 1953; 1983; BOTKIN, 1995).

Il paesaggio è in continua evoluzione progressiva o regressiva sia nella componente fisica, sia in quella biologica, e non sfugge ai principi della termodinamica. Esiste quindi un'ineluttabilità delle trasformazioni, che conseguentemente determinano anche il comportamento e gli adattamenti delle popolazioni umane.

Nel contesto di intervento la pratica dell'agricoltura ha fatto sì che vastissime aree siano state interessate da impatti più o meno intensi, che hanno intaccato la struttura originaria delle foreste e, più in generale, della vegetazione naturale. L'incendio, il taglio dei boschi, l'allevamento degli animali domestici hanno contribuito a modificare in modo evidente il paesaggio naturale.

4.2.2 Lineamenti del paesaggio

Il distretto Nurra e Sassarese si estende sul settore nord occidentale della Sardegna e comprende al suo interno gli affioramenti scistoso-cristallini dell'Isola dell'Asinara e del promontorio di Capo Falcone, i rilievi mesozoici della Nurra intorno ad Alghero ed i depositi del bacino vulcano-sedimentario terziario dell'area sassarese. La presenza di formazioni geologiche molto diverse tra loro conferisce un'elevata variabilità al paesaggio all'interno del quale sono riconoscibili unità fisiografiche con caratteri affini.

L'isola dell'Asinara e Capo Falcone sono legati da una storia geologica comune leggibile negli affioramenti metamorfici presenti in questo settore. La forma stessa dell'Isola appare condizionata dallo stesso stile tettonico che ha strutturato le coste nord-occidentali di Capo Falcone. L'impostazione complessiva caratterizzata da alte falesie nelle coste esterne, più esposte

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	41 di 120

all'azione dei venti di maestrale e all'erosione marina. È riconoscibile una suddivisione in almeno tre blocchi principali in cui la diversità litologica è stata esaltata dall'erosione che ha agito con particolare vigore durante le oscillazioni climatiche del Quaternario. Il Sud dell'Isola, spoglio e granitico, mostra chiaramente una serie di canali incisi lungo linee preferenziali dirette N-S. Nel settore centrale, come nel blocco Nord, affiora il basamento metamorfico ricco di filoni quarzosi. L'istmo si riduce a meno di duecento metri, in corrispondenza delle profonde insenature contrapposte allineate sul medesimo disturbo tettonico. La "testa" dell'isola si eleva oltre i quattrocento metri con due versanti contrapposti incisi da valli brevi, delimitata da una linea di costa che a Nord appare decisamente più frastagliata che nel resto dell'isola.

L'Isola dell'Asinara, dall'inizio del secolo sede di carceri e colonie penali, rimasta a lungo inaccessibile. Tuttavia, ad un'antropizzazione alquanto limitata non sempre corrisponde una preservazione della originaria naturalità. Oggi l'Asinara coperta da una diffusa macchia mediterranea ma ancora sussistono alcuni piccoli nuclei boscati, oltre quello ben conservato in località Elighe Mannu, che testimoniano l'aspetto che poteva aver avuto l'isola nei secoli scorsi. Gli unici terreni ad uso agricolo sono quelli dell'estremità Sud nei pressi di Fornelli e quelli della piana di Campu Perdu. Limitate tracce di antropizzazione si concentrano lungo la costa Sud del corpo settentrionale, dove sono state realizzate alcune costruzioni legate alla vita del carcere e, nell'insediamento di Fornelli, un piccolo molo di approdo da cui si diparte l'unica strada che percorre tutta l'Isola fino a Cala d'Oliva.

Sul promontorio di Capo Falcone fino al Capo dell'Argentiera, il territorio mostra una generale pendenza verso Est delle coste occidentali, sollevate a formare alte falesie, verso le piane costiere tra Porto Torres e Stintino. L'ossatura geologica è paleozoica di natura metamorfica, su cui si sovrappongono i sedimenti miocenici in gran parte nascosti da una paleosuperficie formata da conglomerati arrossati, sabbie e argille più o meno cementate. Il dominio metamorfico è interrotto al centro della Nurra dal rilievo collinare di Santa Giusta, appena 250 m sul livello del mare, dolcemente modellato sui gessi triassici. Il promontorio si chiude a Sud oltre il Capo dell'Argentiera con i rilievi di Monte Forte e P.ta Lu Caparoni, costituiti da metarenarie, quarziti e filladi carboniose del Paleozoico. Lungo la costa si trova l'insediamento minerario dell'Argentiera ormai abbandonato, dove permangono, a testimoniare l'antica attività estrattiva, solo alcune discariche e i resti delle strutture. Tutta la costa nord-orientale del distretto è più favorevole agli insediamenti rispetto alla costa occidentale, alta e troppo esposta ai venti dominanti. È in questo settore che si riscontra una forte antropizzazione legata sia allo sviluppo industriale che all'edilizia residenziale turistica.

Lo Stagno di Pilo raccoglie una serie di impluvi lungo i quali si sviluppa una copertura vegetale spontanea. Esso costituisce un'importante riserva naturale ed è affiancato più a Nord dallo stagno retrodunale di Casaraccio collegato all'esteso sistema di vasche delle saline. Più a Sud, adiacente alla zona umida, si trova la centrale termoelettrica di Fiume Santo.

A Sud si entra nel dominio delle facies mesozoiche: il territorio è costituito da una vasta area sub-pianeggiante impostata su terreni di natura alluvionale sulla quale si elevano i rilievi allungati di P.ta Pedru Ghisu e le propaggini occidentali del Monte Alvaro, costituite da depositi di calcari selciferi e dolomitici del Giurese densamente vegetati. Nella piana di Santa Maria La Palma e in tutto l'agro di Fertilia si estende la zona interessata dalla riforma agraria, su cui si sviluppa lo schema regolare della suddivisione dei poderi agricoli che giungono fino all'abitato di Alghero. Nell'immediato entroterra, lungo la costa tra Porto Ferro e Cala Viola, un esteso impianto artificiale di conifere si estende fino alle rive del Lago di Baratz, unico lago naturale della Sardegna. I rilievi calcareo-dolomitici del Monte Timidone e di Monte Doglia dominano la baia di Porto Conte compresa fra Punta Giglio ed il promontorio di Capo Caccia costituito da bianche falesie sul mare,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	42 di 120

interessato da un sistema carsico profondo.

Il settore occidentale del distretto è occupato dalle grandi strutture monoclinali del Terziario. Il substrato miocenico è costituito da marne arenaceo-siltose, arenarie e conglomerati su cui poggiano in continuità stratigrafica gli strati lapidei dei calcari organogeni, coperti da vasti oliveti. Queste formazioni sedimentarie sono dislocate in blocchi basculati a formare cuestas e altopiani, bordati da cornici rocciose scoscese.

I blocchi sono incisi da valli profonde oggi asciutte, quali la valle del Rio Mascari e dello stesso Rio Mannu di Porto Torres, impostate su linee tettoniche attive fino ad epoche recenti. Questi corsi d'acqua sono responsabili dell'opera di svuotamento del bacino terziario sassarese avvenuta in seguito al suo sollevamento in condizioni di continentalità.

Il distretto si chiude sul Golfo dell'Asinara con una enorme falce sabbiosa litoranea orlata da estesi cordoni dunali, oggi stabilizzati da imboschimenti protettivi a conifere, e da stagni costieri di elevato interesse naturalistico come lo stagno di Platamona.

Figura 4.5 – Ripresa aerea dell'area di intervento (in rosso l'ubicazione dell'area di intervento) con indicazione dei punti di scatto documentazione fotografica



	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	43 di 120



Foto 1 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 1 – del 31/08/2022)



Foto 2 - Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 1 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	44 di 120



Foto 3 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 1 – del 31/0085/2022)



Foto 4 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 1 – del 31/08/2022)



Foto 5 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 2 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	45 di 120



Foto 6 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza culture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 2 – del 31/08/2022)



Foto 7 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di aree a pascolo e culture foraggere (Punto di scatto 2 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	46 di 120



Foto 8 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 3 – del 31/08/2022)



Foto 9 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 3 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	47 di 120



Foto 10 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 3 – del 31/08/2022)



Foto 11 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 4 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	48 di 120



Foto 12 – Il paesaggio che caratterizza l'area di intervento con presenza di colture foraggere e cerealicole (Punto di scatto 4 – del 31/08/2022) - Presenza di macchie e siepi con vegetazione naturale



Foto 13 - Presenza di macchie e siepi con vegetazione mediterranea (lentisco) (Punto di scatto 5 – del 31/08/2022)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	49 di 120

5 PATRIMONIO AGRO-ALIMENTARE E FORESTALE

5.1 IL SISTEMA PRODUTTIVO AGRICOLO DELLA SARDEGNA

5.1.1 Struttura delle Aziende agricole

I dati dell'indagine sulla struttura e sulle produzioni agricole, condotta dall'ISTAT nel 2013, tracciano un profondo cambiamento strutturale delle aziende agricole sarde.

La trasformazione riguarda soprattutto la diminuzione del numero delle aziende e un conseguente aumento della dotazione fisica di terra per azienda, al netto della superficie agricola destinata agli usi edilizi che negli ultimi anni appare sempre più in crescita.

Nell'ultimo decennio (2013/2003) si evidenzia che il numero di aziende agricole operanti sul territorio sardo si è ridotto del 43,5%, mentre a livello nazionale la diminuzione è inferiore e si attesta al 33,4%.

Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali.

Nel confronto con il dato nazionale la contrazione della SAU totale nell'isola è pari allo 0,8%, decisamente inferiore con quanto registrato sul territorio nazionale (-5,6%).

Nel traslare l'analisi sulla distribuzione della numerosità delle aziende per classe di superficie totale, si nota che 11.176 aziende appartengono alla classe con superficie con meno di 1 ettaro.

Queste, tuttavia, da sole rappresentano lo 0,7% della SAU totale, mentre le 6.297 aziende, appartenenti alla classe di superficie con 50 ettari e oltre, occupano più della metà della SAU totale (60,3%).

Infine, le aziende senza terra sono 150, riconducibili la maggior parte ad aziende specializzate nell'allevamento di suini, polli e api.

Numero di aziende agricole e superficie agricola utilizzata, 2013

	Aziende		SAU (ha)	
	2013	var % 2013/2003	2013	var % 2013/2003
Sardegna	51.907	-43,5	1.142.006	-0,8
Italia	1.471.185	-33,4	12.425.995	-5,6

Fonte: elaborazione su dati ISTAT, (SPA 2013)

L'osservazione dei dati 2016/2015 mostra una situazione diversificata per singola coltura praticata. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante.

Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee.

Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile rispetto all'anno precedente; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra un trend positivo del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è stabile rispetto all'anno precedente.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	50 di 120

La superficie investita ad olivo aumenta di un quasi 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, attribuibile ragionevolmente, alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica.

Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%. Mentre per i primi il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali; per i secondi il calo è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore.

Infatti, l'orientamento riscontrato negli ultimi anni ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti.

Superficie investita delle principali colture in Sardegna, (ettari)

Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015	Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015
CEREALI				OLIVE			
frumento duro	36.399	38.581	-5,7	pisello da granella	420	420	0,0
orzo	13.489	13.489	0,0	cece	336	336	0,0
avena	15.676	15.676	0,0	lenticchia	265	265	0,0
riso	3.480	n.d.	-	UVA			
mais	536	855	-37,3	uva da tavola	441	451	-2,2
sorgo	74	74	0,0	uva da vino	26.615	27.148	-2,0
FORAGGERE PERMANENTI				FRUTTA			
prati	53.466	53.436	0,1	albicocca	140	194	-27,8
pascoli	670.488	670.488	0,0	ciliegio	299	289	3,5
FORAGGERE TEMPORANEE				mandorle	6.489	6.489	0,0
erbai	178.757	180.289	-0,8	susino	235	226	4,0
prati avvicendati	54.321	51.312	5,9	melo	191	179	6,7
COLTURE INDUSTRIALI				nocciole	154	152	1,3
colza	13	13	0,0	pero	78	66	18,2
girasole	32	32	0,0	pesco	2.433	2.363	3,0
LEGUMI SECCHI				ORTAGGI IN PIENA ARIA			
fava da granella	3.859	3.339	15,6	fragola	7	76	-90,8
fagiolo	435	435	0,0	melone	779	801	-2,7
pisello proteico	244	244	0,0	cocomero	500	351	42,5
Colture				Colture			
carciofo	12.899	9.499	35,8	lattuga	50	50	0,0
lattuga	670	610	9,8	finocchio	20	34	-41,2
melanzana	143	143	0,0	melanzana	10	10	0,0
finocchio	827	827	0,0	peperone	15	15	0,0
peperone	310	310	0,0	pomodoro	310	300	3,3
patata	1.501	1.501	0,0	cocomero	16	20	-20,0
pomodoro	151	151	0,0	melone	61	60	1,7
pomodoro da industria	408	408	0,0	zucchina	18	20	-10,0
cavolfiore e cavolo broccolo	550	758	-27,4	AGRUMI			
cavolo cappuccio	247	247	0,0	arancio	3.598	3.598	0,0
cavolo verza	34	34	0,0	limone	360	360	0,0
ORTAGGI E FRUTTA IN SERRA				clementina	651	651	0,0
fragola	25	25	0,0	mandarino	627	627	0,0

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT, stima delle superfici agrarie

Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e del 6,7%.

Mentre, si segnalano valori negativi per l'albicocco che ha ridotto la superficie del 27,8%, resta stabile il mandorlo.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	51 di 120

Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo, il pomodoro in serra. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, rispetto all'anno precedente, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone).

5.1.2 Comparto zootecnico

L'analisi del comparto zootecnico, si basa dal raffronto del triennio 2017, 2016 e 2015, dal quale possiamo evincere la consistenza dei capi allevati in Sardegna.

Il settore più rappresentativo è quello ovicaprino che alleva poco meno di tre milioni e mezzo di capi. Rispetto agli ultimi tre anni, il numero dei capi è aumentato dell'1,2%.

Nel comparto ovino i capi sono aumentati dell'1,2%, e i capi caprini sono aumentati dello 0,7%. Il settore bovino/bufalino consta, nel 2017, poco più di 256.000 capi di cui 12 appartengono alla specie bufalina, la quale negli ultimi tre anni, registra una contrazione in numero di capi di quasi l'80%. Nel complesso il numero dei capi è in diminuzione dello 0,9%. Il comparto suinicolo mostra, per il periodo analizzato, un aumento in numero di capi del 14%.

Per quanto concerne la numerosità di aziende zootecniche è sempre il comparto ovicaprino il più rappresentativo, costituito da oltre 15.000 aziende di cui il 70% quasi che alleva solo ovini. Queste ultime in aumento, insieme a quelle caprine, dell'1,4%.

Per il settore bovino/bufalino le aziende attive nel 2017 sono 8.647, si riscontra una diminuzione del 3,1% rispetto alla media degli ultimi tre anni.

Il comparto equino mostra una crescita del 6,9% in numerosità di aziende, così come il comparto avicolo segue lo stesso andamento registrando, nell'arco del triennio, un aumento del 4%. Il comparto suinicolo, invece, è in diminuzione del 5,4%.

Consistenza dei capi suddivisi per specie, Sardegna

Specie	2015	2016	2017	Var.% media 2017/2015
bovini/bufalini	260.812	256.746	256.325	-0,9
di cui bovini	260.698	256.741	256.313	-0,9
di cui bufalini	114	5	12	-79,8
equini*	20.497	-	-	-
ovini/caprini	3.400.572	3.403.860	3.442.911	1,2
di cui ovini	3.105.024	3.120.161	3.151.257	1,2
di cui caprini	295.548	283.699	291.654	0,7
suini	169.177	166.648	191.319	13,9

i dati si riferiscono al 31/12 dove non specificato diversamente

**dato riferito al 31/03*

Fonte: elaborazioni su dati forniti dalla BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

Il settore ittico presenta una situazione nel complesso, in diminuzione di un terzo rispetto agli ultimi tre anni, il comparto che maggiormente ha sofferto il calo è rappresentato dai molluschi (-46,7%). La distribuzione dei capi allevati a livello provinciale vede, nel 2017, la provincia di Nuoro con il maggior numero di capi ovicaprini.

I capi bovini e bufalini sono maggiormente presenti nella provincia di Oristano, invece, i capi suini sono in maggior misura presenti nella provincia del Medio Campidano.

Analizzando i tre grafici che rappresentano i maggiori settori delle specie allevate in Sardegna, si nota che per il settore ovicaprino, ossia quello più rappresentativo dell'economia regionale, la

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	52 di 120

seconda provincia con il maggior numero di capi allevati è quella di Sassari pur avendo, la prima, una superficie agricola pianeggiante minore.

Seguono la provincia di Oristano e Cagliari che rappresentano rispettivamente il 16,5% e il 15,5% nel complesso regionale.

Nel settore bovino e bufalino sono secondi alla provincia di Oristano, le provincie di Nuoro e Sassari che rappresentano, rispettivamente il 22,5% e il 19,2%.

Consistenza delle aziende suddivise per specie, Sardegna

Specie	2015	2016	2017	Var.% media 2017/2015
bovini/bufalini	9.065	8.788	8.647	-3,1
di cui bovini	9.059	8.782	8.642	-3,1
di cui bufalini	4	4	4	0,0
di cui bovini e bufalini	2	2	1	-50,0
equini	8.151	8.576	8.942	6,9
ovini/caprini	15.234	15.047	15.349	1,4
di cui ovini	10.431	10.284	10.521	1,6
di cui caprini	2.238	2.206	2.221	0,0
di cui ovini e caprini	2.565	2.557	2.607	1,8
suini	15.823	14.745	14.455	-5,4
avicoli	820	837	862	4,0
Aquacoltura*	60	60	40	-33,3
di cui pesci	25	25	25	0,0
di cui molluschi	45	45	24	-46,7
di cui crostacei	5	5	5	0,0

i dati si riferiscono al 31/12 dove non specificato diversamente

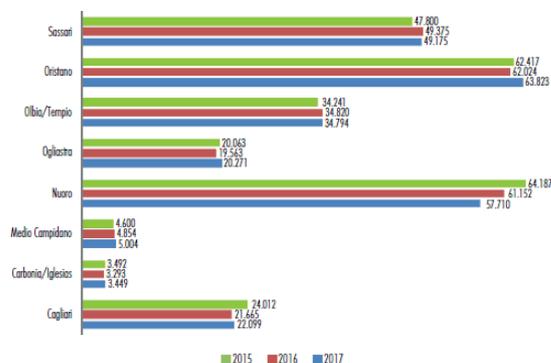
ogni azienda può allevare diverse specie

Fonte: elaborazioni su dati forniti dalla BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

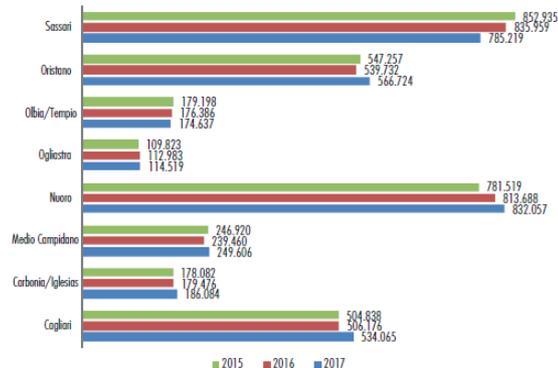
La seconda provincia maggiormente rappresentata nel comparto suinicolo è quella di Cagliari, di poco inferiore a quella del Medio Campidano che insieme rappresentano il 45%, sul totale regionale, seguono le provincie di Oristano e Sassari con un 16,3% la prima e un 14,9% la seconda, chiudono le restanti provincie che rappresentano poco più del 20% nel complesso.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev. 0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag. 53 di 120

Distribuzione provinciale dei capi bovini/bufalini, Sardegna

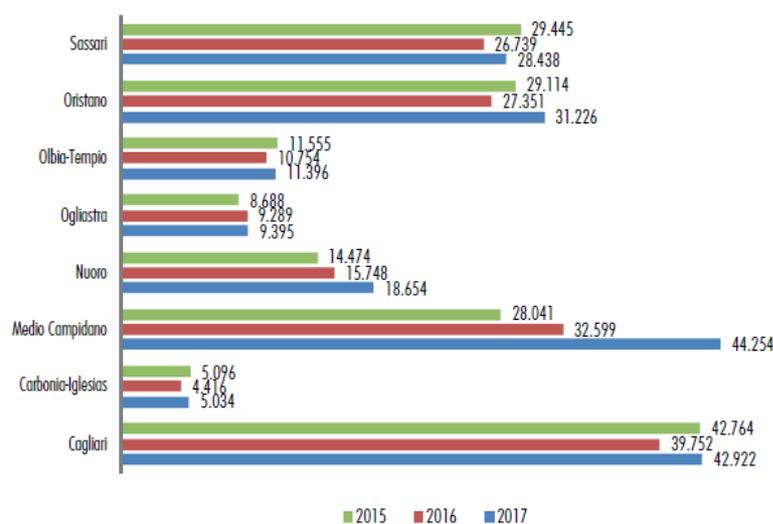


Distribuzione provinciale dei capi ovini/capri, Sardegna



Fonte: elaborazioni su dati forniti dalla BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

Distribuzione provinciale dei capi suini, Sardegna



Fonte: elaborazioni su dati forniti dalla BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

5.1.3 Prodotti trasformati degli allevamenti

Nel settore del trasformato animale, i bovini/ bufalini macellati nel 2016, sono stati 16.152 di cui il 66% riguardano i vitelloni e manzi con una resa in peso morto di 32.800 q.li circa.

I capi ovini macellati sono stati poco più di 680.000 con una resa in carne di 62.193 q.li di cui poco più dell'80% attribuito agli agnelli. Rispetto all'anno precedente si registra un aumento pari al 3,8% di resa in carne. I caprini macellati ammontano a 19.032, di cui quasi l'85% riguarda i capretti ed una resa media pari al 57,5% del totale macellato. Per quanto riguarda il comparto suinicolo, il numero dei lattonzoli e magroni macellati è circa 225.000 con una resa in carne pari all'80%. Infine, nel settore avicunicolo, i quintali di carne prodotti dalla macellazione dei polli e delle galline, ammonta a 11.606 circa, mentre i conigli superano i 2.000 q.li di resa in carne.

La suddivisione delle carni macellate nelle varie specie di capo giovane allevato, vede prima la carne suina con il 38% sul totale dei quintali di peso morto, segue la carne ovina con il 31%, quella bovina con il 23%, chiudono le carni di polli e galline con il 6% e quelle di caprini e conigli entrambi con l'1%.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	54 di 120

Consistenza dei capi macellati suddivisi per specie, Sardegna

Specie	2016			2015		
	numero capi	peso vivo (q.li)	peso morto (q.li)	numero capi	peso vivo (q.li)	peso morto (q.li)
bovini/bufalini	16.152	82.430	46.052	15.769	69.384	39.483
di cui vitelli	2.756	7.809	4.715	3.674	9.162	5.552
di cui vitelloni/manzi	10.758	58.236	32.886	10.193	48.201	27.440
ovini	681.008	104.410	62.193	702.394	111.658	65.936
di cui agnelli	631.270	81.211	50.036	618.635	78.573	48.185
caprini	19.032	3.143	1.808	34.688	6.305	3.640
di cui capretti	16.163	2.063	1.254	30.983	4.690	2.829
suini	241.632	97.457	77.741	221.643	97.256	78.133
di cui lattonzoli e magroni	224.960	70.414	56.061	206.972	77.538	62.176
polli e galline	612.235	15.418	11.606	539.796	13.536	10.246
conigli	143.411	4.084	2.339	177.082	4.897	2.757

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT



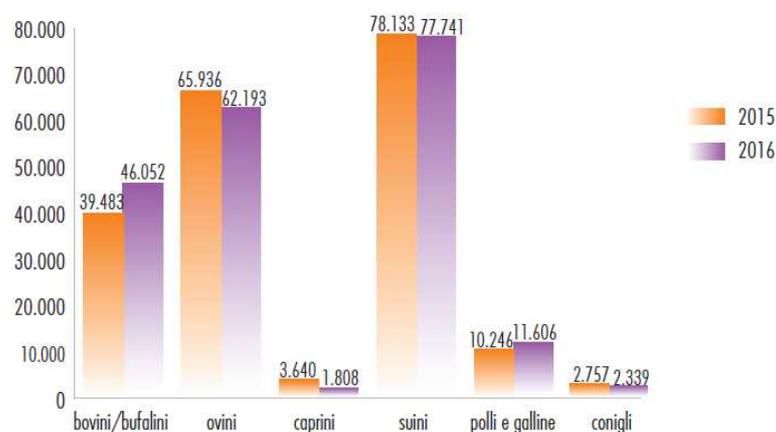
Tra i capi giovani delle principali specie allevate in Sardegna, primeggiano le carni di suinetto e magrone con il 39%, seconda la carne di agnello con il 34%, vitellone e manzi con il 23% e infine vitelli e capretti rispettivamente con il 3% e l'1%.

Sul piano della produzione di latte, nel 2016, sono stati raccolti, presso le aziende agricole sarde, quasi 5,2 milioni di quintali di latte suddivisi tra latte di vacca circa 2,1 milioni, quasi 3 milioni il latte di pecora e poco più di 150 mila il latte di capra. Rispetto all'anno precedente si registra un aumento di circa il 6% sul totale.

La produzione industriale di latte nel 2016 annota, 494.689 quintali di latte alimentare intero con un aumento pari al 1,5% rispetto all'anno precedente, il latte alimentare parzialmente scremato è rimasto stabile, mentre il latte scremato ha avuto una contrazione del 14,3%. Nel complesso il settore è rimasto sostanzialmente stabile, si registra, rispetto al 2015, un leggero aumento dello 0,3%.

La produzione di formaggio industriale nel 2016, ammonta a 526.579 q.li tra formaggi a pasta dura, semidura, a pasta molle, freschi e burro. Rispetto all'anno precedente la produzione totale è aumentata di circa il 10%.

Produzione di carne macellata in Sardegna (quintali)



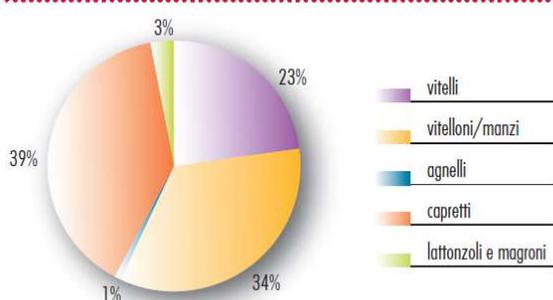
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Nel dettaglio i formaggi a pasta dura, a livello regionale, sono i più rappresentati con il 90% di produzione nel complesso. Questi ultimi hanno avuto un aumento di produzione, rispetto all'anno precedente, del 14%. Di contro, le altre tipologie, a pasta semidura, quelli a pasta molle e i

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	55 di 120

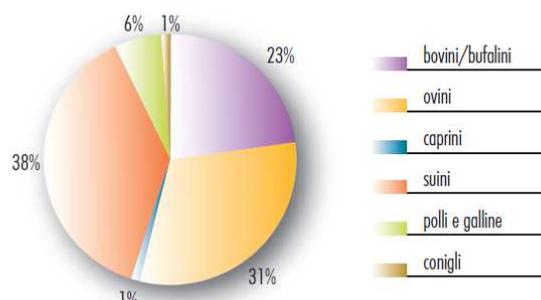
formaggi freschi hanno registrato una contrazione media del 15%. Infine, la produzione di burro si attesta nel 2016 a 200 q.li con una diminuzione, rispetto al 2015, del 30% circa.

Principali carni macellate suddivise per specie - capi giovani, Sardegna, 2016



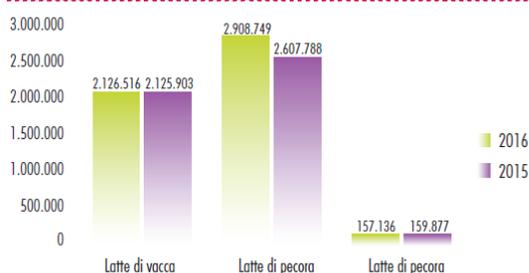
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Carne macellata per specie, Sardegna, 2016



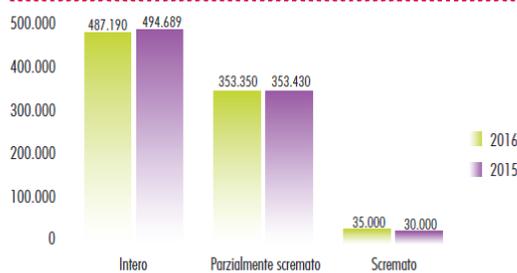
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Latte raccolto presso le aziende agricole in Sardegna (quintali)



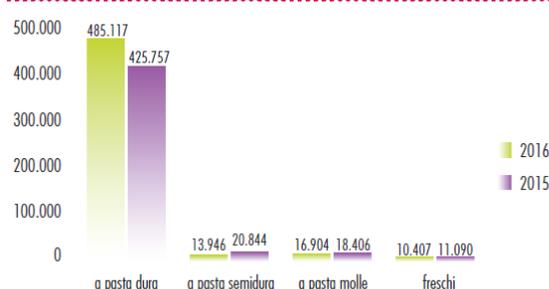
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Produzione industriale di latte alimentare in Sardegna (quintali)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Produzione industriale di formaggi in Sardegna (quintali)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

5.1.4 Agriturismo

La diffusione delle attività connesse è ancora piuttosto limitata nelle aziende agricole regionali. Tuttavia, l'agriturismo è, insieme alla trasformazione dei prodotti animali e vegetali, tra le strategie di diversificazione più praticate dalle aziende agricole.

Alla crescita di tale attività ha contribuito anche il Programma di Sviluppo Rurale, che attraverso l'azione 1 della Misura 311 ha finanziato numerosi agriturismi su tutto il territorio regionale e, anche nella nuova programmazione, questa tipologia di intervento trova spazio all'interno della Misura 6, dedicata allo "Sviluppo delle aziende agricole e delle imprese".

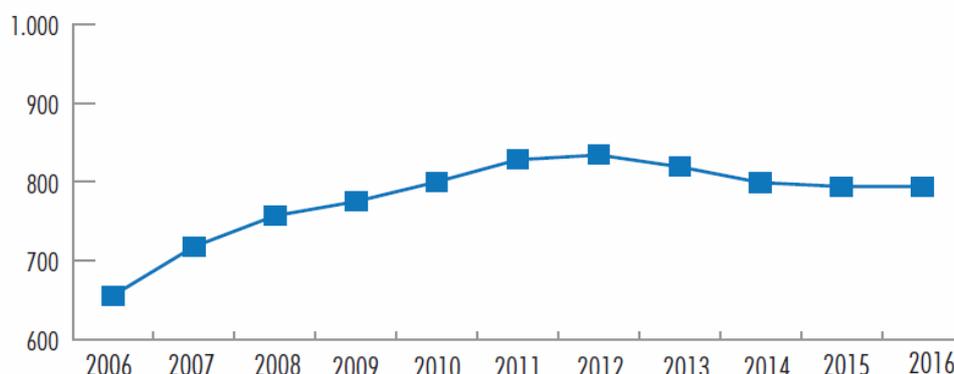
L'elevato interesse manifestato dal territorio, ha portato, seppure con andamenti altalenanti nel tempo, ad avere un numero di aziende agrituristiche che negli ultimi due anni ha raggiunto le 794 unità. In particolare, nel 2015 sono 802 le aziende autorizzate all'esercizio dell'attività agriturbistica,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	56 di 120

tuttavia, soltanto il 66% di queste risulta sicuramente attivo, avendo trasmesso la dichiarazione annuale di mantenimento del rapporto di connessione e di complementarità con l'attività agricola/allevamento/silvicola principale e avendo indicato i prezzi praticati. La restante parte (rispettivamente 110 e 165 aziende), invece, non presenta tale dichiarazione da tre o da oltre quattro anni.

Rispetto agli anni precedenti, durante i quali ci fu il boom di nascita degli agriturismi, nel 2015-2016 si è assistito, ad un leggero decremento del numero degli agriturismi regionali che sono passati da 834 nel 2012 a 794, con una riduzione del 5% circa negli ultimi quattro anni.

Aziende autorizzate all'esercizio dell'attività agrituristica - Serie Storica (2006-2016)



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Istat

Gli agriturismi rappresentano ancora una quota abbastanza ridotta sul totale delle aziende agricole, pari a circa l'1%, dato in linea con il valore nazionale, ben lontana dalle percentuali di Toscana e Trentino che rispettivamente registrano una quota del 6% e del 10% circa.

5.1.5 Aree protette e attività agricole

La Regione Sardegna possiede un notevole patrimonio naturale, contraddistinto da una varietà di ambienti, paesaggi e da una grande diversità di specie ed ecosistemi naturali e seminaturali.

La maggior parte di questo patrimonio è stato inserito, per fini di tutela, nella "Rete Ecologica Regionale" che comprende il sistema di aree naturali protette, terrestri e marine, istituite con leggi nazionali e regionali, e i Siti di Interesse

Comunitario, individuati ai sensi della normativa europea (Direttive "Uccelli" e "Habitat") per la presenza dell'avifauna (Zone di Protezione Speciale – ZPS) e di specie animali e vegetali (SIC). Le reti ecologiche sono un importante strumento per la gestione sostenibile del territorio, per la tutela della natura e la salvaguardia della biodiversità animale e vegetale.

In particolare, la Rete Ecologica Regionale è costituita dal sistema di aree naturali protette, istituite ai sensi delle leggi nazionali n.394/1991 e n. 979/1982 e della legge regionale n.31/1989, che comprende:

- 2 parchi nazionali (La Maddalena e l'Asinara) con estensione di circa 84.000 Ha;
- 5 Aree Naturali Marine protette (Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre, Tavolara – Punta Coda Cavallo, Isola dell'Asinara e Capo Caccia – Isola Piana, Capo Carbonara - Villasimius) con estensione pari a 85.264 Ha;
- 2 Parchi Naturali Regionali (Molentargius e Porto Conte) che ricoprono circa 5200 Ha. A questi si aggiungono i 3 Parchi Naturali Regionali in fase di istituzione, denominati: Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu (circa 22.000 Ha), Parco Naturale Regionale di

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	57 di 120

Tepilora, Sant'Anna e Rio Posada (circa 6.500 Ha), Parco Naturale Regionale del Monte Arci (circa 13.500 Ha).

A queste aree protette si sovrappongono anche le aree Natura 2000 che, a seguito dell'ultimo aggiornamento del Ministero dell'Ambiente e successiva trasmissione alla Commissione Europea (dicembre 2017), risultano 125, così ripartite:

- 87 Siti di Importanza Comunitaria (SIC), 56 dei quali sono stati designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC).
- 32 zone di protezione speciale (ZPS).
- 6 SIC/ZSC coincidenti e sovrapposti con ZPS

Rete Natura 2000 Sardegna

ZPS				
N° Siti	Superficie a terra		Superficie a mare	
	sup (ha)	%	sup (ha)	%
32	149.798	6,22%	29.977	1,34%
SIC-ZSC				
N° Siti	Superficie a terra		Superficie a mare	
	sup (ha)	%	sup (ha)	%
87	269.333	11,18%	95.357	4,25%
SIC-ZSC /ZPS				
N° Siti	Superficie a terra		Superficie a mare	
	sup (ha)	%	sup (ha)	%
6	97.094	4,03%	21211	0,95%

Fonte: Nostra elaborazione su dati Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare¹³ (MATTM)

La Sardegna all'interno del panorama nazionale occupa il 5° posto in termini di superfici tutelate da Natura 2000, l'11° per il numero di siti totali ed il 13° per la copertura percentuale rispetto all'intera superficie regionale.

La superficie regionale complessivamente interessata dalla Rete Natura 2000 è di circa 662.770 ha, di cui 516.225 ha di superficie a terra e 146.545 ha in mare.

La superficie delle aree SIC-ZSC è di circa 269.333ha, mentre le zone ZPS si estendono per una superficie complessiva di circa 149.798 ha. A queste aree si devono sommare le superfici dei SIC-ZSC e delle ZPS che risultano sovrapposte e coincidenti in 6 SIC-ZSC/ZPS per un totale di 97.094 ha. Nel complesso la superficie territoriale interessata dalla Rete Natura 2000, secondo i dati riportati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), occupa il 21,4% del territorio regionale, ossia più di un quinto dell'intera superficie dell'Isola risulta inserito e tutelato dalle direttive Natura 2000.

5.1.6 Prodotti di qualità (denominazione DOP e IGP)

I prodotti sardi iscritti nel registro delle Denominazioni di Origine Protette (DOP) e delle Indicazioni Geografiche Protette (IGP) sono 8: oltre al Fiore Sardo (DOP dal 1996), al Pecorino Romano (DOP dal 1996), al Pecorino Sardo (DOP dal 1996), all'Agnello di Sardegna (IGP dal 2001), all'Olio extravergine di oliva di Sardegna (DOP dal 2007), allo Zafferano di Sardegna (DOP dal 2009) e al Carciofo spinoso di Sardegna (DOP dal 2011), nel 2015 si sono aggiunti i Culurgioni d'Ogliastra (IGP).

Secondo la legislazione comunitaria e nazionale l'areale di ciascun prodotto può comprendere uno o più comuni, le province o la regione nel complesso. Tra i prodotti sardi con denominazione gli unici il cui areale non si estende su tutto il territorio regionale sono lo Zafferano, il Pecorino Romano e i Culurgioni d'Ogliastra.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	58 di 120

Superficie dei prodotti agroalimentari di qualità Dop, Igp e Stg

	Superficie ha				
	2015	2016	Comp. %	Variazioni	
				assolute	%
Sardegna	984,63	1.093,34	0,6	108,71	11,0
Nord	39.904,78	46.498,28	23,5	6.593,50	16,5
Centro	76.648,68	79.728,00	40,4	3.079,32	4,0
Mezzogiorno	53.712,31	71.298,44	36,1	17.586,13	32,7
ITALIA	170.265,77	197.524,72	100,0	27.258,95	16,0

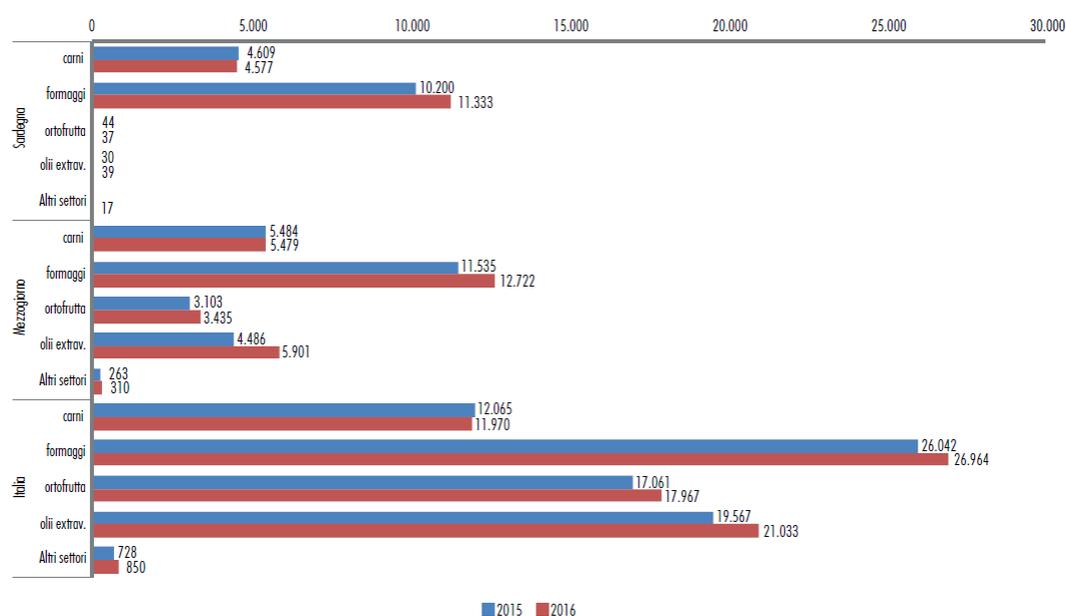
Fonte: elaborazioni su dati Istat

Per la coltivazione dello Zafferano è stata riconosciuta la sola provincia del Medio Campidano, nello specifico in un'areale che comprende i Comuni di San Gavino Monreale, Turri e Villanovafranca; per il Pecorino Romano invece, oltre alle Province di Cagliari, Nuoro e Sassari, la sua produzione si estende anche ad alcune zone della Penisola nelle province di Frosinone, Latina e Roma per la Regione Lazio e la provincia di Grosseto per la Toscana, infine per i Culurgioni d'Ogliastra l'areale di produzione è appunto il territorio della dell'Ogliastra, che comprende i seguenti comuni: Arzana, Bari Sardo, Baunei, Cardedu, Elini, Gairo, Girasole, Ilbono, Jerzu, Lanusei, Loceri, Lotzorai, Osini, Perdasdefogu, Seui, Talana, Tertenia, Tortolì, Triei, Ulassai, Urzulei, Ussassai, Villagrande Strisaili. Sono inclusi anche alcuni comuni limitrofi della provincia di Cagliari: Esterzili, Sadali ed Escalaplano.

In ambito nazionale al 31 Dicembre 2017 si contano 295 denominazioni di cui: 167DOP, 126 IGP, 2 STG. La Sardegna incide sul paniere nazionale per il 2,7%

In rapporto al numero di produttori nazionali l'Isola vanta il primo posto con il 19,7% nel 2016. Nello specifico il 52,9% si occupa principalmente di carni, il 42% di formaggi e lo 0,2%, di ortofrutta e di oli extravergine di oliva. Nel confronto con il Mezzogiorno l'89,1% dei produttori sardi primeggia per quanto concerne i formaggi DOP e l'84,7% eccelle nel settore delle carni.

Numero di produttori per tipologia di prodotto DOP e IGP



Nota: un produttore può condurre uno o più allevamenti

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	59 di 120

Numero di produttori e trasformatori DOP e IGP, ripartiti per provincia, 2016/15

	Carni		Formaggi				Ortofrutta				Oli extravergine d'oliva					
	Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Sassari	1145	1191	9	8	2823	3113	24	33	15	15	5	8	14	17	10	13
Nuoro	1208	1173	10	9	2262	2677	33	32	-	-	-	-	4	6	1	2
Cagliari	632	600	9	8	1356	1504	12	17	4	3	2	2	7	8	7	7
Oristano	799	811	2	2	1839	2050	14	13	13	10	4	4	2	2	2	2
Olbia-Tempio	203	208	3	3	530	579	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-
Ogliastra	97	98	1	1	264	266	2	2	-	-	-	-	3	4	1	2
Medio Campidano	357	332	4	3	662	741	6	7	9	6	3	3	1	1	1	1
Carbonia-Iglesias	168	166	2	2	498	551	1	2	3	3	-	-	-	1	-	1
Sardegna	4.609	4.579	40	36	10.234	11.481	95	109	47	40	14	17	31	39	22	28
Var. % 2016/15		-0,7		-10,0		12,2		14,7		-14,9		21,4		25,8		27,3

Note:

1) I produttori e i trasformatori sono ripartiti per provincia, regione e zona altimetrica ove sono ubicati gli allevamenti e/o gli impianti; pertanto le somme dei dati per provincia possono non corrispondere ai totali nazionali delle variabili medesime

2) Un produttore e/o trasformatore e/o operatore presente in due o più settori viene conteggiato due o più volte

3) Un produttore può condurre uno o più allevamenti

4) Un trasformatore può svolgere una o più attività di trasformazione e gestire uno o più impianti

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Analizzando i dati a livello regionale, per quanto riguarda il settore “Carni”, il numero di produttori è diminuito dello 0,7% e quello dei trasformatori del 10%. Nei settori “Formaggi” e “Oli extravergine d’oliva” si registra un aumento sia dei produttori (rispettivamente 12,2% e 25,8%) sia dei trasformatori (rispettivamente 14,7% e 27,3%). Infine, nel settore “Ortofrutta” il numero dei produttori subisce un decremento del 14,9% viceversa il numero dei trasformatori segna un aumento del 21,4%.

La superficie nazionale destinata alle produzioni DOP e IGP nel 2016 è di 197.524,72 ettari, di questa il 36,1% si trova nel Mezzogiorno, il 40,4% al centro e il 23,5% al Nord. In Sardegna la superficie agricola

destinata a questo tipo di produzione interessa 1.093,34 ettari, registrando un aumento dell’11% rispetto al 2015 e incidendo per lo 0,6% a livello nazionale.

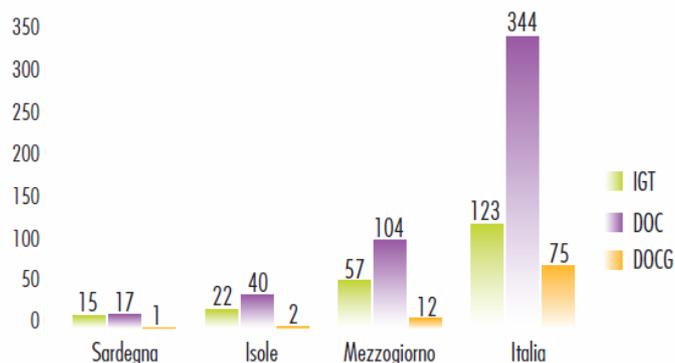
I vini di qualità

Nel comparto dei vini di qualità, a livello nazionale, nel 2018 si contano 542 riconoscimenti tra Denominazioni di Origine e Indicazioni Geografiche (344 DOC; 123 IGT; 75 DOCG).

In Sardegna non si sono registrate variazioni e si confermano perciò le 33 denominazioni di cui: 17 DOC, 1 DOCG e 15 IGT.

L’incidenza dei vini di qualità sardi sul territorio nazionale è dell’12,2% per gli IGT, del 4,9% per i DOC e dell’1,3% per i DOCG. Dal 2010 le menzioni tradizionali DOCG e DOC sono convogliate nell’espressione comunitaria DOP, mentre la menzione IGT nell’espressione IGP.

Numero di vini DOP (DOCG, DOC) e IGP (IGT) - 2018



Fonte: elaborazione su dati Assovini (2018)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	60 di 120

Sardegna: zona di produzione ed elenco dei vini DOP (DOCG, DOC) e IGT

PROVINCIA	DOCG										DOC										IGT															
	Vermentino di Gallura	Alghero	Athorea	Malvasia	Monica	Moscato	Compagnano di Terralba o Terralba	Canonaco di Sardegna	Carignano del Sulcis	Girò di Cagliari	Malvasia di Bosa	Mandrolisai	Monica di Sardegna	Moscato di Sorso-Sennari	Moscato di Sardegna	Nasco di Cagliari	Nuragus di Cagliari	Sardegna Semidano	Vermentino di Sardegna	Vernaccia di Oristano	Barbagia	Colli del Limbara	Isola dei Nuraghi	Murrilla	Nurra	Ogliastra	Porto Cervo	Planargia	Provincia di Nuoro	Romangia	Sibiola	Tharros	Trexenta	Valle del Tirso	Valli di Porto Pino	
OT	●						●					●	●	●			●	●			●	●					●									
NU							●					●	●	●	●		●	●		●	●						●									
OG							●					●	●	●	●		●	●			●			●			●									
CA				●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●		●			●			●		●		●					
CI				●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●			●													●	
VS				●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●			●	●													
OR		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				●	●			●			●		
SS	●						●					●	●	●	●	●	●	●	●			●	●		●			●								

● DOCG ● DOC ● IGT

Fonte: Sardegna Agricoltura

5.1.7 Agricoltura biologica

Nel 2016, secondo i dati SINAB, il settore biologico sardo evidenzia una diminuzione in termini di superficie coltivata del 3,7%. Infatti, la SAU in biologico passa dai 146.050 ettari del 2015 ai 140.648 ettari del 2016. L'isola è l'unica, insieme alla Toscana (-0,6%), in controtendenza rispetto al dato nazionale che al contrario segna un + 20,4%. Nonostante tutto la Sardegna è quarta per SAU in biologico a livello nazionale dietro soltanto a Sicilia, Puglia e Calabria.

L'incidenza della SAU biologica sarda sulla SAU biologica nazionale è del 7,8% mentre la percentuale sulla SAU regionale totale è del 12,3%. A livello nazionale il biologico incide per il 14,5% sul totale della SAU.

Analizzando i dati di superficie per aree geografiche si evidenzia che al Centro, al Sud e Isole la SAU il biologico incide per circa il 19% degli ettari mentre nel Nord del Paese si ferma al 5,9%. Per quanto riguarda le Aziende in biologico rispetto al totale delle aziende, la Sardegna è in linea con la percentuale nazionale con circa il 4%.

I principali orientamenti produttivi sono rappresentati da prati pascolo, pascolo magro, terreni a riposo e da altre colture permanenti che insieme costituiscono il 73,0% della superficie biologica sarda.

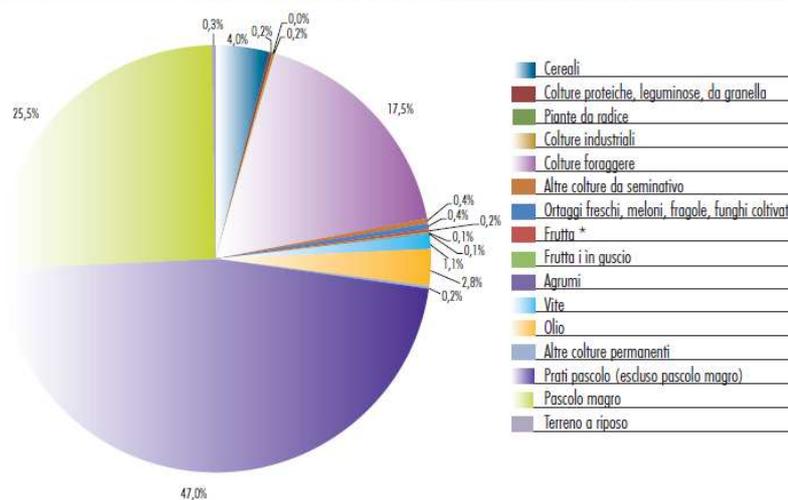
Seguono le colture foraggere che coprono il 17,5% della SAU biologica regionale, i cereali (4,0%) e olivo (2,8%). cereali (4,0%) e olivo (2,8%). Questi dati risultano in linea con gli orientamenti produttivi della regione ed evidenziano la vocazione storica della Sardegna per la pastorizia, l'allevamento e le attività ad esse collegate.

Dal punto di vista dell'andamento della ripartizione colturale si evidenzia, nell'ultimo biennio, una cospicua diminuzione di quasi tutte le superfici. I cereali mostrano una diminuzione del 3,4%, le colture proteiche, leguminose, da granella del 35,8%, le altre colture permanenti del 55,4%, i terreni a riposo del 399%, la frutta del 71,6%. Le uniche superfici che segnano un aumento sono quelle destinate alla produzione di ortaggi freschi, meloni fragole (15,9%), di agrumi (34,7%), di Vite (38,1%) e di Olivo (2,2%). Il calo del settore si evidenzia anche dalla diminuzione del numero

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	61 di 120

complessivo degli operatori attivi (10,80%). Nel 2016 sono infatti 2.230 operatori a fronte dei 2.501 dell'anno 2015.

Ripartizione della superficie agricola sarda certificata in biologico - 2016

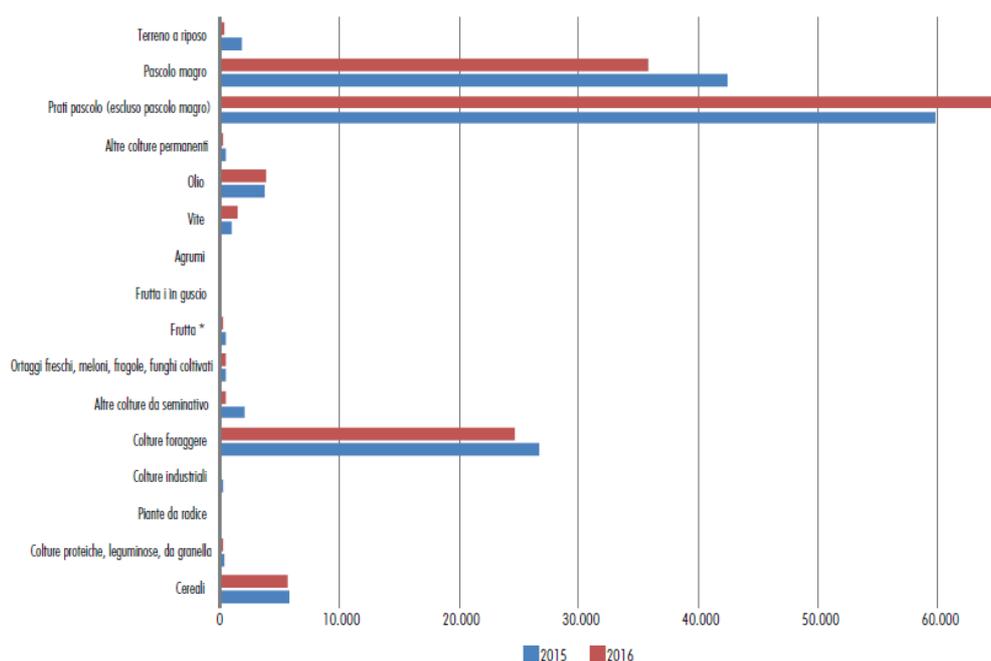


* La frutta comprende "frutta da zona temperata", "frutta da zona subtropicale", "piccoli frutti"

Fonte: Nostre elaborazioni su dati SINAB

Andando nel dettaglio, 1.995 sono produttori esclusivi (aziende agricole) che diminuiscono del 12,8% rispetto all'anno precedente. A questi si sommano 92 preparatori esclusivi (aziende che effettuano attività di trasformazione e commercializzazione, compresa la vendita al dettaglio) che registrano un +13,6% e 143 produttori-preparatori (aziende agricole che svolgono sia attività di produzione che di trasformazione e commercializzazione) che aumentano del 7,5%. In Sardegna non sono presenti importatori.

Distribuzione regionale delle superfici biologiche al 31/12/2016 (ettari)



Fonte: Nostre elaborazioni su dati SINAB

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	62 di 120

5.2 I PRODOTTI E I PROCESSI PRODUTTIVI AGROALIMENTARI E FORESTALI DI QUALITÀ NEL PANORAMA LOCALE DELL'AMBITO DI INTERVENTO

5.2.1 *Cambiamenti ed evoluzione del pastoralismo in Sardegna (tratto da Benedetto Meloni, Domenica Farinella Università di Cagliari)*

5.2.1.1 Introduzione

Nell'ultimo trentennio del secolo scorso la pastorizia sarda è stata attraversata da cambiamenti strutturali profondi che passano per l'appoderamento delle aziende, l'abbandono delle transumanze, la stanzialità sempre più diffusa nelle zone di migrazione. Il pastoralismo si mostra così una cultura non residuale ma, fino ad oggi, in espansione. Il pastore è sceso dalle montagne verso le colline e le pianure della Sardegna. Ha anche realizzato una "transumanza lunga" perché ha varcato il mar Tirreno, ha colonizzato non solo le terre abbandonate dagli agricoltori sardi, ma anche quelle dei mezzadri, soprattutto della Toscana (Meloni 2011).

Questa pastorizia si colloca pienamente all'interno di quel processo di rinascita delle aziende contadine, attentamente descritto da Ploeg (2009), per la capacità di occupare spazi come quelli delle aree interne che le civiltà contadine hanno abbandonato, garantendo la produzione di beni di consumo e servizi, preservando al contempo beni pubblici come paesaggio, biodiversità ambientale e sociale, benessere degli animali, qualità della vita, tradizioni ed eredità culturali: «Insomma, i sistemi pastorali devono sopravvivere non (solo) per il valore delle merci che sono in grado di produrre: carne, latte, lana, letame, ma perché, occupando aree spopolate, contribuiscono alla conservazione dei suoli, prevengono o attenuano i danni che potrebbero avvenire in pianura per effetto dell'abbandono della montagna o della collina» (Rubino, 2015).

A grandi linee, è possibile individuare un processo di evoluzione dei sistemi agro-pastorali nel secondo dopo-guerra, scandito attraverso tre modelli di gestione delle risorse: sistema agro-pastorale tradizionale; pastoralismo estensivo; modello multifunzionale. Questi sistemi si susseguono e in parte si sovrappongono nelle fasi di transizione dall'uno all'altro, attraverso meccanismi che, di volta in volta, comportano una disarticolazione di componenti "tradizionali", o una loro riattualizzazione, così come l'emergere di nuove caratteristiche attorno alle quali il modello tende a riassetarsi. Lo schema proposto permette di distinguere tra caratteristiche di lunga durata dei sistemi agro-pastorali sardi (in particolare l'allevamento estensivo e a pascolo brado) che permangono nei diversi modelli, e caratteristiche più specifiche e storicamente localizzate che, a seconda dei casi, tendono ad affievolirsi (transumanze, usi civici) o si riconfigurano (complementarità tra allevamento e agricoltura). Si tratta di una proposta di periodizzazione a valenza analitica e, come in tutti i processi sociali di mutamento, non scandita da cesure nette, data la difficoltà di periodizzare precisamente fenomeni che si evolvono lungo grandi archi temporali e prendono avvio, almeno in parte, già nel sistema agro-pastorale tradizionale, pur diventando prevalenti e caratterizzanti soltanto in seguito.

5.2.1.2 Il modello agro-pastorale tradizionale

Il modello agropastorale tradizionale è stato prevalente nelle zone interne e centrali della Sardegna per tutto l'Ottocento fino agli anni cinquanta del novecento. Come già sottolineato da Casalis-Angius (1853) per la Barbagia, lungi dall'aver un carattere marcatamente monopastorale, queste aree si contraddistinguevano per la policoltura e la complementarità tra un'agricoltura estensiva (con la prevalenza di cereali, soprattutto grano ed orzo, ma anche vite e ulivo) e l'allevamento di ovicaprini, cui si affiancava in minore misura quello di bovini, suini ed equini (Meloni, 1984; Mienties, 2008; Ortu, 1981).

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	63 di 120

L'utilizzo dei suoli prevedeva una differenziazione in tre cinture che si allargavano per cerchi concentrici attorno al comune: la prima cintura, prossima alle zone centrali, era la più fertile e per questo destinata agli orti familiari, rigidamente delimitati da alte siepi in rovo. La seconda era costituita dai chiusi, recintati con muri a secco e siepi ed utilizzati sia per colture arboree che per la semina dei cereali. I chiusi erano coltivati con un sistema di rotazione ed erano ripuliti da cardi, rovi e pietre prima dell'aratura, in tardo autunno. La terza e più esterna fascia, chiamata salto, comprendeva le terre non chiuse (comunali ma anche private) e soggette ad usi comunitari. Veniva utilizzata per lo più come pascolo, ma vi si praticavano anche forme di agricoltura estensiva. Pastorizia e agricoltura si integravano reciprocamente per garantire l'ottimizzazione delle risorse disponibili e la sopravvivenza economica (...).

5.2.1.3 Dal sistema agropastorale tradizionale al pastoralismo estensivo

Tra la fine degli anni '50 e gli anni '70 del Novecento si delinea un processo di profonda trasformazione del sistema economico tradizionale che ha cause interne ed esterne. Tra i fattori esogeni, la concorrenza di cereali importati dall'esterno dell'isola e la modernizzazione agricola, mettono in crisi la cerealicoltura tradizionale tipica delle aree interne. Scompaiono velocemente le coltivazioni di grano, orzo e leguminose. L'abbandono della coltivazione nelle campagne comporta una progressiva estensione dei boschi e della macchia mediterranea, che causa a sua volta un aumento degli incendi, usati come mezzo di contenimento della macchia. Nello stesso periodo, la crescita della domanda di latte ovino per la produzione industriale di pecorino romano da esportazione da parte delle industrie locali, porta gli allevatori a dilatare la consistenza del patrimonio zootecnico: l'espansione della pastorizia si realizza tutta a scapito dell'agricoltura. Molti contadini disoccupati, si riciclano nell'allevamento, numerosi pastori emigrano in altre regioni, alla ricerca di terre pascolabili. La pastorizia diventa il modo più diffuso di utilizzare le risorse foraggere spontanee ed i terreni abbandonati, senza operare trasformazioni fondiarie. Basti qui sottolineare che nelle terre comunali non si semina più a partire dagli anni Sessanta e che anche le terre private vengono utilizzate solo per i pascoli, tanto che questi ultimi arrivano a coprire più del 90% della superficie agricola. Non diminuiscono solo le colture cerealicole ed ortive, ma anche quelle connesse alle attività di allevamento (orzo e foraggere). Cresce cioè il prelievo delle risorse spontanee e decresce l'attività di trasformazione dei suoli, inclusa quella utile a rafforzare le risorse pascolabili. Il risultato di questi mutamenti è la trasformazione dell'economia agropastorale in pastorale estensiva. Nell'insieme non si affermano nuove modalità di utilizzo delle risorse spontanee e dei processi culturali zootecnici tramandati; la permanenza e l'espansione pastorale avviene infatti all'interno di un riassetto dell'economia, che tuttavia perde una sua componente fondamentale, l'agricoltura. La scomparsa dell'agricoltura cerealicola e la dominanza pastorale sono cioè due facce di uno stesso fenomeno.

Ma il modello tradizionale entra in crisi anche per cause interne, arrivando nel corso del tempo ad un livello di saturazione, legato soprattutto alla durevole scarsità di terra agricola disponibile da un lato, ed alla mancanza di investimenti fondiari e di innovazione tecnologica dall'altro.

Dopo il 1960, con l'abbandono dell'agricoltura, i pastori si trovano a utilizzare da soli l'intero patrimonio di terre comuni. L'emigrazione e la contrazione degli occupati in agricoltura provocano l'isolamento del pastore dal contesto familiare e l'affievolirsi delle relazioni comunitarie. I pastori risentono della mancanza dell'agricoltura sia perché non dispongono di prodotti agricoli per il nutrimento del bestiame, sia perché peggiora la produzione e la qualità dei pascoli; senza l'intervento umano di ripulitura dei terreni, bruciatura annuale e aratura periodica si diffondono cisti, cardi, rovi e più in generale la macchia mediterranea. I Regolamenti d'uso perdono significato ed i pastori si impadroniscono delle zone senza apportarvi miglioramenti fondiari; si accentua l'appropriazione individuale e si crea una situazione di assenza di regolazione, che favorisce comportamenti opportunistici. Gli incendi, che aumentano esponenzialmente negli anni '70, diventano così uno strumento di contenimento della macchia mediterranea ed un mezzo per aprire al pascolo i terreni abbandonati (Meloni e Podda, 2013). Essi sono cioè un "meccanismo

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	64 di 120

regolativo” della gestione del suolo nella transizione al sistema di allevamento estensivo ed un mezzo agronomico a basso costo che procura vantaggi immediati: permette alle pecore di nutrirsi dei semi contenuti nelle teste dei cardi rimaste a terra dopo il passaggio del fuoco, prepara i terreni per l'autunno quando le pecore possono nutrirsi dell'erba che rispunta dopo le piogge senza essere disturbate né dai residui dei pascoli estivi né dalla macchia.

In questa fase di transizione dal modello agropastorale ad uno pastorale estensivo, la crisi dell'agricoltura (e delle attività connesse di trasformazione dei suoli) provoca la rottura del tradizionale scambio reciproco tra questa e la pastorizia, sul quale si basava la ricostituzione delle risorse ambientali, il mantenimento degli spazi pascolabili, la produzione di foraggiere ed altri alimenti integrativi del pascolo naturale, il contenimento della macchia mediterranea. Si verifica un deterioramento della qualità e quantità della foraggiera spontanea ed un aumento del prelievo spontaneo, con un aggiustamento al “minimo” del modello. Tuttavia, la persistenza e l'espansione pastorale evidenzia i suoi tratti resilienti, ovvero la sua capacità di adattarsi in modo flessibile ai mutamenti, riorganizzando le risorse ecologiche a disposizione in modo originale, senza snaturare la propria base strutturale (Holling, 1973). Come evidenziato da Meloni (1984: 138-40), iniziano ad emergere forme di “aggiustamento” economico-sociale, in cui coesistono autonomia e dipendenza, continuità e mutamento, resistenza ed adattamento, all'interno dei quali la pastorizia si dimostra una soluzione adeguata per la valorizzazione dei suoli in aree marginali ed interne, abbandonate dai contadini: "La domanda di prodotti agricoli da parte di consumatori sempre più esigenti delle grandi città, l'esistenza di un mercato locale e la vendita diretta, l'esportazione all'estero dove (si trovano) gli emigrati italiani [...] hanno incentivato lo sviluppo di questo, come di altri settori di produzione, che richiedono forme tradizionali di lavoro e bassa intensità di capitali, fornendo rese che possono talvolta risultare competitive con i settori più sviluppati. [...] Si creano in questo modo zone di produzione apparentemente anti-economiche, ma che sono in grado di occupare uno spazio in termini di appropriazione di risorse a basso costo e di mercato lasciati liberi dalle grandi aziende. [...] La «novità» di questo modello, come di altri analoghi, sta dunque nella capacità di riutilizzare tecniche tradizionali, risorse a basso costo o comunque a bassa intensità di capitale e mano d'opera familiare in un contesto mutato dall'economia di mercato." (Meloni, 1984: 138-40).

5.2.1.4 La pastorizia, tra sedentarizzazione e dipendenza dall'industria lattiero-casearia

La pastorizia sarda negli anni '70 è attraversata da cambiamenti strutturali profondi che portano ad un processo di sedentarizzazione ed appoderamento dei pastori transumanti, con la stabilizzazione del modello di pastoralismo estensivo. Tale processo è il risultato di fenomeni interni ed esterni, come l'emigrazione dei contadini sardi e l'abbandono delle terre collinari, il consolidarsi dell'industria lattiero-casearia, la maggiore stabilità del mercato internazionale dei prodotti lattiero-caseari ed un incremento della domanda (anche per effetto delle politiche della Cee), che permettono una buona remunerazione del latte e l'accumulo di capitale da parte dei pastori. Questi si staniano nelle pianure e nelle colline una volta cerealicole, formando aziende moderne. In risposta alla stabilizzazione fondiaria e all'acquisizione di terre migliori i pastori si dedicano a pratiche agricole. Si conclude così quel processo di conquista del mondo pastorale, già individuato negli anni '40 da Le Lannou (1979).

Un ruolo fondamentale nell'appoderamento è giocato dalla crescita dell'industria di trasformazione lattiero-casearia (Le Lannou, 1979; Pulina *et al.*, 2011) che si era installata nell'isola già nella seconda metà dell'Ottocento per opera di industriali romani. Accanto ai caseifici industriali si sviluppano quelli cooperativi, come tentativo di emancipazione delle aziende pastorali, in seguito alle prime tensioni tra allevatori e produttori sul prezzo del latte (Di Felice, 2011). Tuttavia le cooperative restano dipendenti dalla produzione del pecorino romano spesso venduto direttamente agli stessi industriali.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	65 di 120

L'introduzione della lavorazione industriale rivoluziona la filiera produttiva e il processo di commercializzazione del formaggio. Cambiano il tipo di produzione e i mercati di destinazione. La principale produzione diventa il pecorino romano, un formaggio a pasta dura, di grande pezzatura (circa 20 kg), ricco di sale marino, grazie alle richieste che arrivano dal resto d'Italia e dall'estero, soprattutto dagli Stati Uniti (Ruju, 2011: 957).

Con l'avvento dell'industria casearia, i pastori smettono di trasformare il latte e diventano conferitori di latte agli industriali, non senza tensioni sul prezzo: *“Da allevatore, produttore e commerciante il pastore si riduce quasi esclusivamente a mungitore; restano sulle sue spalle gli aspetti passivi dell'allevamento, ma quelli dai quali può trarre guadagno, la trasformazione e la vendita, sono ormai controllati prevalentemente da altri. Sarà il pastore d'ora in poi a subire le conseguenze di ogni crisi di mercato [...]”* (Porcheddu, 2003). La pastorizia va incontro in quegli anni ad una grave perdita di *expertise* artigianale connesso alle attività di trasformazione, mitigata da un lato da un relativo mantenimento di piccole produzioni per autoconsumo familiare, dall'altro da alcune eccezioni rappresentate da pastori di montagna che continuano, soprattutto nei mesi estivi, la produzione di fiore sardo.

Tra gli anni '70 e i primi anni '90, la crescita sostenuta del Pecorino romano nei mercati e la buona remunerazione del latte (Idda, Pulina e Furesi, 2010) comporta un rafforzamento dell'industria lattiero-casearia ed un aumento del patrimonio zootecnico ovino che si accompagna al consolidamento del modello estensivo di allevamento, non senza alcune ombre, in particolare la dipendenza dal prezzo del latte (e del formaggio) che, sul lungo periodo tende ad abbassarsi, producendo una rincorsa continua al gigantismo, per contrastare l'erosione del reddito. Questa dinamica di incremento dimensionale è visibile sia nelle aziende di trasformazione che in quelle di allevamento (aumento del gregge) ed è favorita anche dalle politiche agricole settoriali e dai meccanismi di incentivazione degli anni Ottanta, che veicolano una concezione della “qualità” del latte legata alla pastorizzazione, alla standardizzazione e all'abbattimento della carica batterica.

Il comparto lattiero-caseario dagli anni '70 in poi si fossilizza in una monoproduzione (pecorino romano) ed in un monomercato (prevalentemente gli Usa) basati su una concorrenza di costo che tende a fragilizzare gli attori più deboli della filiera (piccoli trasformatori ed allevatori), sui quali, a partire dagli anni '90 si scaricheranno gli andamenti altalenante del prezzo del latte sul mercato globale.

Dalla metà degli anni novanta, il settore lattiero-caseario è stato colpito da una persistente crisi, determinata sia da un'elevata volatilità delle *commodity* agricole sul mercato globale, che da una tendenza ad un costante decremento del prezzo, laddove i costi di produzione (mangimi, elettricità, gasolio...) sono aumentati, soprattutto in seguito alla crisi economica del 2008. La crisi è stata aggravata negli ultimi anni dal crollo delle esportazioni nel mercato storicamente più importante, quello americano. Dal 2000 inizia una lenta parabola discendente per il pecorino romano che perde quote di questo mercato sia per la competizione con prodotti analoghi provenienti da altri paesi europei (Francia, Spagna, Grecia e Romania), sia per la sua sostituzione con un prodotto in parte realizzato con latte vaccino dalle imprese locali (Idda, Furesi, Pulina, 2010; Sassu, 2011).

In quegli anni lo schiacciamento del reddito pastorale determina l'insorgere di forma di lotta, anche radicali, tese a rivendicare una maggiore retribuzione del prezzo del latte, guidate dal Movimento dei Pastori Sardi (Pitzalis e Zerilli, 2013).

Dal 2010 inizia una lenta ripresa delle esportazioni, ma il prezzo del latte continua a scendere intorno ai 60-65 centesimi medi al litro, causando il ridimensionamento e la chiusura di molti allevamenti (già provati dai ripetuti focolai dell'epidemia di lingua blu). Soltanto a partire dal 2012 il prezzo del latte inizia una leggera ripresa, attestandosi nel 2013 con quotazioni attorno ai 72-75 centesimi, che sono ulteriormente cresciute negli ultimi due anni, fino ad arrivare in qualche caso

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	66 di 120

anche ad un euro al litro. Va tuttavia sottolineato che il recente aumento del prezzo del latte è un effetto della diminuzione delle quantità circolanti provocato dal ridimensionamento del settore che si era verificato negli anni precedenti.

5.2.1.5 Verso un nuovo modello multifunzionale ed agropastorale

La crisi, tuttavia, ha in un certo senso accelerato il riassetto del sistema produttivo, dimostrando ancora una volta una grande capacità di resilienza e riaggiustamento del modello pastorale.

Da un lato, si è assistito al ridimensionamento del numero di imprese di allevamento e la modifica delle strategie produttive delle aziende di trasformazione che hanno prestato una maggiore attenzione alla diversificazione produttiva ed alla produzione di pecorino romano Dop e di qualità. Ne è derivata una certa ripresa del mercato del pecorino romano (e di conseguenza un aumento del prezzo del latte), stimolato dalle minori quantità circolanti.

Dall'altro la crisi ha posto le aziende di allevamento, soprattutto quelle più solide sul piano patrimoniale, di fronte alla necessità di ripensare il proprio modello organizzativo, per renderlo meno dipendente dal mercato globale e dalla trasformazione industriale, attraverso la strada della multifunzionalità agricola (Wilson 2007) che permette la differenziazione delle fonti di reddito. Le nostre recenti ricerche iniziate dal 2012 in diverse aree della Sardegna ed ancora in corso, mostrano che sono diverse le aziende pastorali collocabili all'interno del fenomeno di riemersione del modello contadino di cui parla Ploeg (2009), in cui sono centrali i processi di differenziazione e la pluralità delle culture produttive, la multifunzionalità dell'agricoltura e la sua capacità di creare beni collettivi e attività *no-food*, rapporti diretti tra produzione e consumo, fondati su *alternative food network*, filiere corte e territorializzate (Farinella e Meloni, 2013), così come i circuiti di reciprocità, l'autoconsumo, la pluriattività e l'economia informale e domestica (che creano valore "vivo" e reale in azienda). I "nuovi contadini" sono spesso piccole imprese agricole, a vocazione artigianale e conduzione familiare, auto-organizzate che massimizzano la resa del capitale lavoro e ecologico, attraverso un ancoraggio nella produzione del reddito complessivo dell'attività aziendale al territorio che riduce la dipendenza dal mercato globale sia per il reperimento degli *input* (autoproduzione, laddove possibile, dei fattori di produzione) che per gli *output* (costruzione di canali diretti di vendita con i consumatori che bypassano il mercato convenzionale).

Le aziende analizzate hanno proceduto a diverse innovazioni, spesso anche utilizzando gli incentivi e le opportunità legislative a disposizione: hanno acquistato i terreni e proceduto a miglioramenti fondiari (aumento della superficie irrigua del pascolo), hanno costruito le stalle per gli animali, comperato le mungitrici meccaniche, i refrigeratori per il latte ed altre attrezzature per accelerare il lavoro agricolo, hanno migliorato le tecniche di cura del bestiame, stimolati dall'opportunità di accedere ai contributi sul benessere animale (asse 2 del [Psr](#)). Molte di esse hanno smesso di conferire agli industriali per ritornare alla trasformazione diretta del latte, con il recupero di tecniche di lavorazione a mano e la costruzione di minicaseifici aziendali (grazie all'introduzione di nuove tecnologie che, come accaduto per le piccole imprese manifatturiere dei distretti industriali, rende competitiva la produzione artigianale, Meloni e Farinella 2013). I formaggi realizzati, prevalentemente a latte crudo, sono fortemente destandardizzati e territorialmente connotati, si "distinguono" per aspetti come la qualità del pascolo, il periodo di mungitura, il tipo di lavorazione eseguita (spesso certificata da appositi marchi riconosciuti, come la Dop, Slow Food, il biologico).

Dalle nostre ricerche in corso (Meloni e Farinella, 2015) emerge che molte aziende hanno avviato strategie di multifunzionalità: dall'approfondimento delle attività (con la chiusura della filiera produttiva tramite la produzione di foraggiere, la trasformazione del latte in azienda e la vendita diretta), all'ampliamento (con l'allargamento verso altre attività agricole e la produzione di beni e servizi *no-food*, come l'agriturismo, le fattorie didattiche, l'agricoltura sociale, la produzione di

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	67 di 120

energia con il fotovoltaico), fino al riposizionamento, con diversi meccanismi di integrazione e diversificazione del reddito, basate su pluriattività ed economie di reciprocità (produzione per l'autoconsumo).

Il rafforzamento delle attività multifunzionali ha il duplice obiettivo di permettere la diversificazione delle fonti di reddito (diminuendo la dipendenza dal mercato delle commodity) ed abbassare i costi aziendali. Le innovazioni sono state realizzate conservando la caratteristica peculiare ed identitaria dell'allevamento sardo che individua un vero e proprio vantaggio comparato rispetto ad altri territori: il sistema di allevamento estensivo e diffuso sul territorio, basato sul pascolamento a cielo aperto con integrazione di erbai.

Questo modello estensivo di allevamento ha diversi pregi:

- funge da presidio del territorio, caratterizzandolo sul piano paesaggistico;
- sta contribuendo a creare una nuova complementarità tra pastorizia ed agricoltura, come rilevato dall'ultimo censimento dell'Agricoltura che registra per la Sardegna un incremento della superficie media aziendale, accompagnato dalla crescita delle superfici dedicate a pascolo permanente e delle colture connesse all'allevamento;
- individua un sistema ecocompatibile sia in termini ambientali che economici; si tratta infatti di un modello adatto alle aree marginali ed interne (abbandonate dall'agricoltura "moderna"), in quanto parsimonioso nel consumo di risorse. Coniugando l'attività di allevamento col rispetto dell'ambiente, può essere una risposta antica a problemi del futuro ed individua un vantaggio competitivo naturale della Regione (Meloni, 2011);
- nelle zone più collinari e montane, dove il pascolo è più ricco e variegato, il pascolamento a cielo aperto permette una elevata qualità del latte, materia d'elezione per la produzione di formaggi particolarmente pregiati a latte crudo.

Le aziende studiate valorizzano appieno le caratteristiche del modello di allevamento estensivo, aiutando a preservare la biodiversità dei pascoli e dei prodotti, l'omologazione della produzione ed ad avviare strategie di competizione basate sulla distinzione qualitativa, legata ad aspetti come le specificità territoriali e l'identificabilità d'origine dei prodotti, la qualità organolettica, i contenuti di innovazione, ma anche di *expertise* artigianale.

5.2.2 Foraggicoltura sostenibile in Sardegna: esperienze dell'Agris (Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura) Mirella Vargiu, Lorenzo Salis, Erminio Spanu

L'allevamento zootecnico costituisce in Sardegna una delle più importanti attività economiche. L'allevamento principale è quello ovino da latte. Il settore oviscaprino (45% della PLV del settore zootecnico) contribuisce al 24% alla PLV agricola (dati PSR 2007/2013). Dati recenti indicano 17 mila allevamenti oviscaprini con 3 milioni di capi allevati e 3.800 allevamenti caprini con 274.000 capi.

Le esigenze alimentari del bestiame vengono soddisfatte principalmente dalle produzioni dei pascoli naturali (circa 1 milione di ha).

Per integrare queste produzioni vengono impiantate colture foraggere su circa 200.000 ha: erbai annuali (circa 140.000 ha), cereali da granella come orzo e avena (circa 60.000 ha) e circa 3.000 ha di mais in irriguo (ISTAT 2002).

Il ricorso ai mangimi varia dal 40 all'80% in dipendenza degli andamenti stagionali.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	68 di 120

Tabella 5.1 - Analisi delle due fonti di foraggio

PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Pascoli	
condizioni di estensività	frequenti situazioni di degrado
elevata biodiversità	carenza di autoriseminanti adatte
prodotti di qualità e biologici	costo elevato delle sementi
Coltivazioni foraggere	
riduzione dell'uso di mangimi	elevati costi d'impianto
possibilità di produrre sementi	scarsità di varietà adatte

L'analisi del comparto foraggero evidenzia la necessità di

- ridurre i costi di produzione,
- valorizzare il patrimonio floristico spontaneo,
- promuovere l'attività sementiera,
- riguardo verso la sostenibilità ambientale.

5.2.2.1 Classificazione dei pascoli sardi

Dal punto di vista della classificazione Bullitta (1980), classifica i pascoli della Sardegna in quattro categorie fondamentali:

- **Pascoli arborati:** caratterizzati da associazioni di diverse specie arboree con prevalenza del genere *Quercus*; in generale sono poco produttivi anche per la presenza di specie arbustive nel sottobosco.
- **Pascoli a macchia evoluta:** dove gli arbusti di mirto, lentisco, corbezzolo, fillirea, quercia ed olivastro possono raggiungere indici di ricoprimento più o meno elevati; la macchia non è molto fitta, il cotico erboso risulta costituito in prevalenza da graminacee e leguminose di buon valore pastorale.
- **Pascoli a macchia bassa:** costituiti in prevalenza da cisto, rosmarino, pruno selvatico, ginestra ecc., generalmente diffusi su terreni grossolani e di scarsa profondità nelle aree libere da arbusti. In questi pascoli la copertura erbacea è spesso rada e costituita in prevalenza da specie poco appetibili.
- **Pascoli erbacei:** sono estremamente variabili nella composizione floristica, nel grado di copertura in funzione delle caratteristiche dei suoli, della quota e della gestione.

Pascoli erbacei

In generale alle quote più basse si ha una netta prevalenza delle specie annuali, mentre in quelli di collina e montani hanno una certa importanza anche le specie perenni.

Tra le graminacee annuali sono molto rappresentati: *Bromus spp.*, *Vulpia spp.*, *Avena spp.*, *Hordeum murinum L.*, *Triticum villosum L.*, *Lolium rigidum Gaudin* ecc. con prevalenza di una o più specie a seconda delle condizioni ambientali.

Tra le graminacee perenni vanno ricordate *Dactylis glomerata subsp. Ispanica* e *Phalaris tuberosa L.* Tra le leguminose annuali dominano *Trifolium subterraneum L.* nei terreni acidi *Medicago polymorpha L.* nei terreni con pH superiore a 7.

I pascoli sardi sono caratterizzati da produzioni aleatorie autunnali, produzioni invernali scarse o comunque fortemente condizionate dalla quota altimetrica e produzioni primaverili relativamente elevate.

Durata del periodo di crescita estremamente variabile in funzione degli andamenti termopluviometrici da 40-50 giorni nelle annate più sfavorevoli ad oltre 150 giorni nelle annate più favorevoli.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	69 di 120

5.2.2.2 Utilizzazione dei pascoli sardi

La risorsa erba dei pascoli viene direttamente utilizzata dagli animali con il pascolamento. Questo offre alcuni importanti vantaggi:

- permette di utilizzare economicamente basse offerte di erba che non si prestano ad essere tagliate e conservate;
- consente di sfruttare aree che per giacitura o altre limitazioni (es. pietrosità) non si prestano alla meccanizzazione;
- richiede bassi input energetici, economici e di lavoro;
- consente l'estensivizzazione dell'attività agricola conservando il suolo e la sua fertilità;
- semplifica il problema dello smaltimento e della valorizzazione delle deiezioni animali;
- consente di stabilizzare coperture vegetali di interesse multiplo.

Le **tecniche di pascolamento** sono definibili come l'insieme delle azioni che regolano il prelievo dell'erba e la distribuzione delle restituzioni. Si possono classificare in due categorie:

- **Pascolamento libero:** la superficie a disposizione degli animali rimane costante per gran parte della stagione ed il carico animale viene commisurato alle disponibilità foraggere dei periodi meno favorevoli. L'erba cresce in presenza continua degli animali.
- **Pascolamento turnato:** l'area complessiva viene suddivisa in un certo numero di sezioni, dove gli animali stazionano per un periodo definito. Nelle aree più marginali e a utilizzazioni estensive, questa tecnica di pascolamento è la più indicata ai fini della conservazione delle risorse pascolive.

Gli animali al pascolo rappresentano un potente strumento di gestione e di mantenimento delle potenzialità produttive e dell'equilibrio vegetazionale del cotico erboso.

Le tre azioni animali che condizionano maggiormente il cotico erboso sono:

- Il prelievo di biomassa
- Le restituzioni attraverso le deiezioni
- Il calpestamento

Il pascolamento presenta due caratteri fondamentali:

- **Intensità:** approfondimento verso il suolo del morso degli animali, modesto per i bovini notevole per ovini ed equini.
- **Selettività:** diversa preferenza verso le singole specie, in genere modesta per i bovini e gli equini adulti, progressivamente crescente per giovani bovini, ovini e caprini che lasciano sul campo un maggior numero di piante rifiutate.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	70 di 120

6 PIANO CULTURALE DI PROGETTO

6.1 PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sesti d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente.

Nel caso in oggetto l'impianto, agrivoltaico sarà installato su un'area attualmente gestita a foraggiere e a pascolo, pertanto, la scelta gestionale del soprassuolo sarà mantenuta tale con la possibilità di attuare interventi di miglioramento culturale finalizzati ad incrementare la produzione foraggera e la qualità del pascolo.

6.1.1 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agrivoltaico in esame, considerate le dimensioni dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo nella parte centrale dell'interfila possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Va peraltro premesso che la gestione del soprassuolo, sia tra le fila dei pannelli, che al di sotto dei pannelli, verrà attuata con lavorazioni poco profonde che, quindi, non necessitano di trattori agricole di elevata potenza.

Gli interventi di coltivazione, come di seguito descritti, saranno attuati successivamente all'installazione dei pannelli fotovoltaici al fine di effettuare l'intervento sull'intera superficie con mezzi agricoli dedicati, consentendo di ottenere risultati uniformi su tutta la superficie dell'impianto. Le operazioni agronomiche di coltivazione successive all'impianto delle colture foraggiere sono finalizzate alla produzione di fieno per l'alimentazione dell'allevamento e al pascolo. Occasionalmente, potranno essere realizzati interventi di **"strigliatura"** con allargamento delle feci sul suolo per favorire un ricaccio omogeneo e abbondante delle specie pascolate.

A ridosso delle strutture di sostegno la gestione del soprassuolo verrà gestita con appositi macchinari, avvalendosi ad esempio di una fresa interceppo per le lavorazioni superficiali del terreno (Figura 6.1). La fresa interceppi ha la possibilità di sostituire il gruppo fresa con altri attrezzi sullo stesso telaio (dischi per il ricalzo o lo scalzo, erpice rotante, mini trincia, spollonatore). Pertanto, con un'unica attrezzatura sarà possibile gestire tutte le operazioni di gestione della copertura erbosa posta al di sotto dei pannelli. Le lavorazioni del terreno e la semina delle specie erbacee previste dal piano culturale di seguito descritto saranno portate, per quanto possibile, sino al di sotto dei pannelli, al fine di utilizzare gran parte della superficie coltivabile a disposizione.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	71 di 120



Figura 6.1: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Cucchi Macchine Agricole)

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Larghezza di lavoro cm 40-50-80
- Impianto idraulico indipendente con spostamento automatico cm 40
- Tastatore regolabile in altezza e sensibilità
- Profondità di lavoro variabile da 2 a 20 cm
- Sporgenza da centro trattore variabile a richiesta per lavorare in diverse larghezze di filari.

PUNTI DI FORZA

- Struttura particolarmente robusta
- Lavorazione in filari con ceppi ravvicinati (80 cm)
- Testa fresa con trasmissione a catena (maggiorata) in bagno d'olio e presa di forza rialzata
- Sensibilità del tastatore e delicatezza degli spostamenti

Trattandosi di terreni adibiti a colture foraggere, ceralicole e a pascolo, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno nell'interfila dei pannelli per la gestione colturale, quali erpicatura, trasemine, rullatura ecc., considerando che siamo su terreni in piano o in debole pendenza ed in presenza di strutture traker, risulta necessario ridurre al minimo indispensabile lo spessore di terreno lavorato effettuando lavorazioni a profondità non superiore ai 20-25 cm.

6.1.2 Influenza dell'ombreggiamento dei pannelli

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, effettuate per impianti simili, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	72 di 120

illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia.

6.1.3 Meccanizzazione e spazi di manovra

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori.

L'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari a 9 m, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 4,06 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 6,13 m (quando i moduli hanno un tilt pari a 55°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto).

L'impianto permette quindi di non entrare in competizione con l'uso agricolo dei terreni, poiché, in ogni tipologia di configurazione, la disposizione, le opportune geometrie fisse o mobili, l'altezza e il distanziamento sono tali da non incidere sulla normale attività agricola.

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Nella scelta del macchinario è indispensabile tenere conto della reale superficie di interfila o dell'altezza utile sottostante le strutture che sia transitabile dai mezzi agricoli e del reale spazio presente alla testa del filare per garantirne l'ottimale transito e raggio di sterzata. In particolare, in presenza di ostacoli a fine campo, quali ad esempio muri, fossi, alberature, ecc., dovrà essere posta particolare attenzione, in fase di progettazione dell'impianto agro-fotovoltaico, a garantire uno spazio sufficiente a consentire la voltata: una capezzagna, cioè, di larghezza pari almeno al raggio minimo di ingombro del veicolo. A questo proposito, per ridurre tale larghezza, è conveniente dotarsi di macchine con passi contenuti ed angoli di sterzata delle ruote direttrici elevati.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 10,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede, su alcuni lati dell'impianto, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 3 m, che consente un ampio spazio di manovra.

Date le dimensioni medie (2,3 x 4 m) di un trattore standard disponibile sul mercato, è possibile quindi il suo normale utilizzo. Per le lavorazioni principali, il trattore può essere combinato con le principali attrezzature che servono alla realizzazione delle lavorazioni quali aratro, scarificatore e ripper con dimensioni massime di circa 2,7 m, nel caso dello scarificatore.

Anche per le lavorazioni secondarie, la combinazione trattore-attrezzo è possibile con le comuni attrezzature diffuse in agricoltura, quali erpici, frese e tiller di dimensioni massime di 3 m. Per quanto concerne le macchine operatrici mosse dalla presa di potenza è opportuno, al fine di preservare l'impianto fotovoltaico da possibili danneggiamenti dovuti a proiezioni di oggetti, controllare la costante presenza ed integrità del carter e della eventuale protezione incernierata sul rotore portante gli utensili di lavoro.

Anche la semina/trapianto e la raccolta possono essere eseguite agevolmente con macchine agricole ordinarie.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	73 di 120

6.1.4 Presenza di cavidotti interrati

Particolare attenzione va prestata, in fase di progettazione e realizzazione dell'impianto, alla posa in opera di cavi elettrici interrati.

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm.

Nelle aree dove i veicoli e le macchine agricole mobili sono movimentate, i cavi devono avere una protezione meccanica aggiuntiva (450 o 750 N) oppure devono essere in cavidotto con equivalente resistenza alla compressione ed essere ubicati ad una profondità di almeno 0,5 m rispetto al piano di calpestio o, se il terreno è arabile o coltivabile, ad almeno 1,0 m rispetto al piano di calpestio. Eventuali cavi aerei devono essere installati ad un'altezza di almeno 6 metri.

Gli stessi cavi dovranno essere adeguatamente segnalati con appositi cartelli e, anche nell'ottica di un'agricoltura conservativa, dovranno essere evitate lavorazioni profonde (>40 cm). Eventuali pozzetti in calcestruzzo per canalizzazioni elettriche, per ispezioni di dispersori di terra, ecc., dovranno sporgere dal terreno di circa 40 cm ed essere ben segnalati per impedire il transito su di essi di macchine agricole. Per lo stesso motivo dovrà essere curato il taglio dell'erba intorno ai pozzetti.

6.2 CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA DEL SITO E DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili. Di seguito si analizzano le soluzioni colturali praticabili definendo un piano colturale descritto nella Tavola 22-00035-IT-SANTA GIUSTA_SA-T11_0.

6.2.1 Parametri chiave per la scelta delle colture

L'installazione di pannelli fotovoltaici su un terreno ad utilizzo agricolo modifica le modalità di coltivazione principalmente per due motivi:

- riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;
- limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

Tale condizione, comunque, è già ampiamente conosciuta nella scienza delle coltivazioni, in quanto tipica delle consociazioni colturali tra specie erbacee e arboree, molto frequenti nel passato e dei sistemi agro-forestali che, per ragioni differenti, stanno diffondendosi in molti areali produttivi. La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a).

Tale modificazione, strettamente correlata dalla densità di copertura, influenzerà la produzione delle differenti colture a seconda di una serie di aspetti, quali:

- fabbisogno di luce della coltura;
- tolleranza all'ombreggiamento;
- altezza della coltura;
- distribuzione spaziale della "canopy" della coltura;
- stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	74 di 120

La densità di copertura, quindi, dovrà essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica andrà ad interagire con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo.

Quindi, la scelta delle possibili specie da coltivare al di sotto di coperture fotovoltaiche risulta legata a numerosi aspetti sia fisiologici della pianta, sia agronomici attinenti alle tecniche di coltivazione. La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione (Marrou et al., 2013b). La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Tuttavia, le specie ad elevata esigenza di radiazione sono sicuramente poco adatte alla coltivazione sotto una copertura fotovoltaica.

Da considerare inoltre che un'opportuna regolazione della pendenza dei pannelli durante la stagione colturale potrebbe garantire l'ottimizzazione della coesistenza del pannello solare sopra la coltura agraria (Dupraz et al., 2011). La copertura fotovoltaica potrebbe anche proteggere le colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapo-traspirazione delle colture.

Anche la stagionalità di crescita delle piante è un aspetto di rilevante importanza, dato che l'entità della radiazione luminosa è strettamente legata alla stagione. In primavera e in estate, nel centro Italia, l'entità della radiazione luminosa media giornaliera è circa 2,7 volte quella misurata in autunno e 2,2 volte quella invernale (poliennio 1989-2020). Colture a sviluppo primaverile-estivo con moderate esigenze di radiazione sono quelle che meglio si adattano alla coltivazione sotto una parziale copertura fotovoltaica.

Come evidenziato dalla documentazione fotografica realizzata durante il sopralluogo del 31/08/2022 è stato possibile evidenziare le coltivazioni praticate nell'area di intervento.

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse specie potenzialmente coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile).

Di seguito si analizzano le soluzioni colturali praticabili, definendo un piano colturale che prevede la coltivazione di specie foraggere e cerealicole e il pascolo turnato.

6.2.2 Valutazione delle colture praticabili tra le interfile

Dall'analisi dell'area di intervento, si evidenzia che l'uso prevalente dell'area è quello delle **coltivazioni foraggere e cerealicole** e del **pascolo**, pertanto, ci si è orientati verso il mantenimento e il miglioramento dell'attuale destinazione colturale. L'area di intervento sarà deputata alla coltivazione di specie foraggere e cerealicole e alla corretta gestione del carico di bestiame pascolato.

Dal punto di vista agronomico è possibile scegliere tra un'ampia varietà di specie foraggere che possono essere distinte tra leguminose e graminacee, secondo la seguente classificazione:

1. LEGUMINOSE

1a. Leguminose annuali (autoriseminanti)

Trifogli annuali:

- Trifoglio sotterraneo (subclover) = *Trifolium subterraneum* L.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	75 di 120

- Trifoglio micheliano (balansa clover) = *T. michelianum* Savi.
- Trifoglio persiano (persian clover) = *T. resupinatum* L.

Mediche annuali

- Medica polimorfa (bur medic) = *Medicago polymorpha* L.
- Medica troncata (barrel medic) = *Medicago truncatula* L.
- Medica spinosa (spiny medic) = *Medicago murex* Willd.

Figura 6.2: Caratteristiche delle principali specie di Leguminose annuali

Nome scientifico	Nome volgare	Caratteristiche morfologiche			
		Fusto	Foglie	Fiore	Semi e dose
<i>Trifolium subterraneum</i>	Trifoglio sotterraneo	Reptante	Trifoliolate	3-6 fi/infioresc, bianchi 10-15 mm, glomerulo peduncolo corto	Media durezza 2.5 mm; 3-8 mg 160-400 semi m ⁻² 10-30 kg /ha
<i>Trifolium brachycalycinum</i>	Trifoglio sotterraneo	Reptante o semi-eretto	Trifogliate	Peduncolo lungo calice corto	c.s. Bassa durezza 6-10 mg
<i>Trifolium yannanicum</i>	Trifoglio sotterraneo	Reptante	Trifogliate	Semi chiari fusto e foglie glabri	Medio 3-8 mg
<i>Trifolium michelianum</i>	Trifoglio di Micheli	Semi-eretto	Trifogliate	Capolino bianco-rosato Pedunculato	Semi duri 1-2 mm 0.5-1 mg; 5-15 kg ha ⁻¹
<i>Trifolium resupinatum</i>	Trifoglio persiano	Eretto o semi-eretto	Trifogliate	Capolino sessile bianco-azzurino	Media durezza 0.7-1.0 mg 8-15 kg ha ⁻¹
<i>Medicago polymorpha</i>	Medica polimorfa	Prostrato	Trifogliate centrale picciolata	Racemo fi gialli 4 mm	Alta durezza 3-5 mg 10-30 kg ha ⁻¹

Nome scientifico	Esigenze edafiche		Utilizzo		Produzione q ha ⁻¹ anno ⁻¹	Clima Precip e T
	Suolo	pH	Durata	Uso		
<i>Trifolium subterraneum</i>	Sabbioso-medio impasto drenato ricco P	Sub-acido o neutro	> 2 anni	Pascolo	10-50	350-1200 mm Inverni miti
<i>Trifolium brachycalycinum</i>	Medio impasto argilloso ricco P	Subacido-subalcalino	> 2 anni	Tg e pascolo	20-60	350-1200 mm Inverni miti
<i>Trifolium yannanicum</i>	Sabbioso-argilloso P ristagno idrico	Subacido-neutro	> 2 anni	Pascolo	10-50	350-1200 mm Inverni miti
<i>Trifolium michelianum</i>	Medio impasto-argilloso ristagno idrico	4.5-8.0	> 1 anno	Tg e pascolo	15-60	350-750 mm T min -6 °C
<i>Trifolium resupinatum</i>	Sabbioso-argilloso	Subacido-alcilino	> 1 anno	Tg (pascolo)	20-40	0-2500 m T min-12 °C
<i>Medicago polymorpha</i>	Sabbioso-argilloso	6.0-8.0	> 2 anni	Pascolo	10-40	0-1000 m 250-600 mm

1b. Leguminose perenni

- Erba medica = *Medicago sativa* L.
- Trifoglio bianco = *Trifolium repens* L.
- Trifoglio violetto = *T. pratense* L.
- Trifoglio ladino = *T. repens* L. var. *giganteum* Lagr.-Fosset
- Trifoglio alessandrino = *Trifolium alexandrinum* L.
- Ginestrino = *Lotus corniculatus* L.
- Lupolina = *Medicago lupulina* L.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	76 di 120

- Lupinella = *Onobrychis viciifolia* Scop.
- Sulla = *Sulla coronaria* (L.) Medik

Figura 6.3: Caratteristiche delle principali specie di Leguminose perenni

Nome scientifico	Nome volgare	Caratteristiche morfologiche			
		Radice	Fusto	Foglie	Fiore
<i>Medicago sativa</i>	Erba medica	Fittonante	Eretto	3 - foglie Centrale picciolata	Infior oblunga Azzuro/viola
<i>Trifolium pratense</i>	Trifoglio violetto	Fittonante	Eretto	3 fogliate	Infior capolino Violetto
<i>Trifolium repens</i>	Trifoglio bianco	Fit + sec	Strisciante	3 fogliate	Infior capolino Bianco
<i>Lotus corniculatus</i>	Ginestrino	Fittonante	Eretto Semi prostrato	3 fogliate 2 stipole	Infior ombrella Giallo
<i>Medicago lupulina</i>	Lupolina	Fittonante	Semi prostrato	3 fogliate	Infior capolino Giallo
<i>Sulla coronaria</i>	Sulla	Fittonante	Eretto	Imparipennate 2-12 paia	Infior oblunga Rosso
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Lupinella	Fittonante	Eretto	Imparipennate 8-15 paia	Infior oblunga Rosa

Nome scientifico	Esigenze edafiche		Utilizzo		Produzioni	
	Suolo	pH	Durata	Uso	q ha ⁻¹ anno ⁻¹	Qualità (%)
<i>Medicago sativa</i>	Profondo drenato	6.5 - 7.5	3-4 (5-6)	Prato, pascolo	5-6 tg, 80-160	Ottima PG: 22
<i>Trifolium pratense</i>	Umidi, ben drenati	6.6 - 7.6 anche 6	2	Prato, pascolo	2° anno, fino a 100	Buona PG<20
<i>Trifolium repens</i>	Freschi	6 - 6.5	Tend perenne	Prato, pascolo	Fino a 100-120 var. <i>giganteum</i>	Buona, PG < 20
<i>Lotus corniculatus</i>	Sciolti	6.5 anche 5	5-6	Prato, pascolo	30-60(100)	Buona
<i>Medicago lupulina</i>	Sciolti	Pianta spia calcare abb	> medica	Prato, pascolo	Bassa	Buona
<i>Sulla coronaria</i>	Ricchi e profondi	Fino a 8	2-3	Prato (1 tg) pascolo aut	60-75, 1 solo tg	Buona
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Ricchi e profondi	Fino a 8	2-3	Prato (1 tg) pascolo aut	50-60, 1 solo tg	Buona PG:13-15

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	77 di 120

2. GRAMINACEE

- Loglio rigidum = Lolium rigidum Gaud.
- Loietto inglese = Lolium perenne L.
- Loiessa = Lolium multiflorum Sinonimo Lolium italicum L.
- Erba mazzolina = Dactylis glomerata L.
- Festuca arundinacea = Festuca arundinacea Schreb.
- Avena altissima = Arrhenatherum elatius L.
- Fleolo = Phleum pratense L.
- Fienarola dei prati = Poa pratensis L.

Figura 6.4: Caratteristiche delle principali specie di Graminacee

Nome scientifico	Nome volgare	Caratteristiche morfologiche					
		Radice	Fusto	Foglie	Fiore e seme		
<i>Dactylis glomerata</i>	Erba mazzolina	Fascicolata	Eret o semi prost sez. ellittica	Lamina piana ligula evid	Pannocchia seme 1.1 mg		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Avena altissima	Fascicolata	Eretto sez. circ.	Lamina piana ligula corta	Pannocchia seme 3 mg		
<i>Festuca arundinacea</i>	F. arundinacea	Fascicolata	Eretto o semiprostrato	Lamina piana ligula corta	Pannocchia seme 2.5 mg		
<i>Lolium perenne</i>	Loietto	Fascicolata	Eretto	Lamina piana ligula corta	Spiga senza ariste seme 2 mg		
<i>Lolium multiflorum</i>	Loiessa	Fascicolata	Eretto > dimensioni	Lamina piana Ligula corta	Spiga con ariste seme 2.5 mg		
<i>Lolium rigidum</i>	Loglio rigido	Fascicolata	Eretto	Lamina piana Ligula corta	xx		
Nome scientifico	Uso	Caratteristiche agronomiche					
		Insediam.	Compet.	Longev.	Produkt.	Esigenze	Qualità foraggio
<i>Dactylis glomerata</i>	Pascolo, prato, fieno	Lento	Elevata	> 4 a	Media	Medie in N e acqua	Media
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Mix	Rapido	Elevata	3-4 a	Elevata	Non tollera siccità	Bassa
<i>Festuca arundinacea</i>	Pascolo bovino, tappeto erboso, recupero ambientale	Lento	Elevata	> 4 a	Elevata	Tollerante siccità, medie esigenze N	Bassa
<i>Lolium perenne</i>	Prato, pascolo, tappeto erboso, fieno	Rapido	Media	2-4 a	Elevata	Molto esigente in acqua e N	Alta
<i>Lolium multiflorum (annua o biennale)</i>	Erbaio, pascolo, fieno, insilato	Molto rapido	Elevata	1-2 a	Medio-alta	Molto esigente in N (aut-vernina)	Alta
<i>Lolium rigidum (annua autoriseminante)</i>	Pascolo	Molto rapido	Elevata	1	Medio-alta	Molto esigente in N (aut-vernina)	Alta

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	78 di 120

6.2.3 Caratteristiche colturali di alcune delle principali colture da foraggio

Uno dei punti di forza del sistema di allevamento ovino in Sardegna è la gestione alimentare basata principalmente sulle risorse foraggere utilizzate direttamente con il pascolamento. L'uso del pascolo non permette, però, il perfetto bilanciamento della razione a causa di un profilo qualitativo delle foraggere che cambia durante l'anno e a seconda degli ambienti nei quali vengono coltivate. Le schede proposte sono riferite a tre specie di particolare importanza in foraggicoltura: loglio italico (*Lolium multiflorum* Lam.), trifoglio alessandrino (*Trifolium alexandrinum* L.), sulla (*Hedysarum coronarium* L.) e sono il frutto di un'elaborazione sintetica di dati raccolti dai ricercatori di Agris Sardegna in 15 anni di sperimentazione nel campo della nutrizione animale e dei sistemi foraggero-zootecnici.

6.2.3.1 Trifoglio alessandrino (*Trifolium alexandrinum* L.)

Caratteristiche generali

Il trifoglio alessandrino è una leguminosa annuale da erbaio che si presta bene al pascolamento durante il periodo tardo-invernale e primaverile. Adatto a climi temperato-caldi, come quello del bacino del mediterraneo dove è utilizzato come coltura a ciclo autunno-primaverile, viene coltivato anche nei Paesi del centro-nord Europa come erbaio a ciclo primaverile-estivo. Oltre che alla sua adattabilità ad ambienti pedoclimatici differenti, la sua ampia diffusione è legata alla alta produttività, all'elevata capacità di ricaccio e al buon valore nutritivo del foraggio.

Ci sono 4 tipi principali di trifoglio alessandrino: il Fahl adatto a condizioni di aridità, buon sviluppo vegetativo ma scarsa o nulla capacità di ricaccio dopo il pascolamento; Aidi con apparato radicale profondo, capace di fornire 2-3-utilizzazioni; Kadrawi tardivo può essere utilizzato 2-3 volte se irrigato; Miskawi al quale appartengono le varietà diffuse in Europa ed in Italia, più precoce dei precedenti, può consentire 2-3 utilizzazioni anche in asciutto.

Adattamento ambientale

Clima: il trifoglio alessandrino è sensibile a temperature inferiori allo zero ma è resistente al caldo e mediamente alla siccità. In primavera particolarmente asciutte le piante possono non riuscire ad arrivare alla fioritura, disseccando prima di chiudere il ciclo.

Suolo: profondo con una buona capacità di ritenzione idrica, argilloso o medio impasto, con pH 6.5-8. Non adatto a suoli acidi.

Tecnica colturale

Lavorazioni: il terreno deve essere ben affinato per evitare che il seme, di piccole dimensioni (2.6 – 3.0 g/1000 semi), vada troppo a fondo. Frangizollatura seguita, se necessario, da erpicatura e rullatura.

Semina: la semina va eseguita a file distanti 15-20 cm e ad una profondità di 0.5-1 cm. In ambiente Mediterraneo in regime asciutto la stagione di semina principale è quella autunnale, preferibilmente in ottobre, con temperature miti e subito dopo le prime piogge (ciclo autunno-primaverile). La produzione primaverile si può ottenere anche con semine effettuate a fine inverno, metà febbraio-inizio marzo, anche se un decorso primaverile siccitoso può limitare la produzione foraggera.

In aziende irrigue si può prevedere una seconda epoca di semina in primavera, fine aprile-maggio. In questo caso il trifoglio garantisce erba verde per il pascolo o per la produzione di fieno durante tutta l'estate e l'inizio dell'autunno (ciclo estivo-autunnale). Il consumo idrico della coltura su terreni argillosi si aggira intorno a 2500 mc a stagione (giugno– settembre).

Concimazione: per quanto riguarda la nutrizione azotata, come tutte le leguminose, anche il trifoglio alessandrino, una volta affrancato, ha la capacità di fissare l'azoto atmosferico grazie alla simbiosi che instaura con gli specifici batteri azotofissatori presenti nel terreno. Per questo motivo,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	79 di 120

quando seminato in purezza, non ha bisogno di concimazione azotata. Una concimazione “starter” può essere però prevista nel caso della semina del trifoglio in consociazione con graminacee, soprattutto in terreni particolarmente poveri o in successione a specie depauperatrici. In terreni mediamente fertili o con una precessione colturale di leguminose la concimazione azotata deve essere evitata. Il trifoglio alessandrino si avvantaggia sempre della concimazione fosfatica di fondo, mentre quella potassica, in considerazione anche dei più alti costi, va effettuata solo in suoli poveri di questo elemento. Tenendo presente che gli apporti di fertilizzante devono essere stabiliti in funzione della dotazione naturale del suolo nel quale si intende seminare, in tabella 1 vengono riportati a titolo indicativo le dosi di seme e concime utilizzabili in un terreno di media fertilità.

Gestione della coltura

Il trifoglio alessandrino può essere utilizzato per il pascolo, per la produzione di fieno e per la produzione di seme.

Pascolamento: In generale l'erbaio può essere pascolato dopo circa 80-90 giorni (con semina autunnale) e dopo 40-50 giorni (con semina primaverile) in funzione della data di semina e dell'andamento meteorologico. L'altezza ottimale della cotica all'ingresso degli animali è di 15-20 cm. Il pascolamento dovrebbe essere effettuato a rotazione, con altre colture o suddividendo il campo in settori da utilizzare in successione. I carichi medi stagionali devono essere moderati in inverno (6-8 capi per ha) e più elevati in primavera-estate (15-18 capi/ha, 20-25 capi/ha in coltura irrigua) in funzione della disponibilità di erba. La fine di ogni periodo di pascolamento va determinata dall'altezza dell'erba residua che non dovrebbe essere più bassa di 5-7 cm per non compromettere o ritardare eccessivamente il ricaccio.

Produzione di fieno: nella coltura a ciclo autunno primaverile, il pascolamento deve essere interrotto entro l'inizio di marzo. Il momento ottimale per eseguire il taglio a fieno è quando le piante sono in fase di bottone florale-inizio fioritura, corrispondente ad un tenore di proteina grezza mediamente del 16-18%. La consociazione con varietà tardive di graminacee (solitamente: loiessa, orzo o avena), consente minori perdite di foglie durante la fienagione.

Produzione del seme: per ottimizzare la produzione di seme, nelle coltivazioni a ciclo autunno-primaverile, si consiglia una efficace lotta alle erbe infestanti. Come per la produzione di fieno, anche per la produzione del seme, il pascolamento va interrotto entro l'inizio di marzo. Il trifoglio alessandrino ha una fioritura tardiva (maggio) quando possono esserci periodi di alte temperature e siccità. Lo stress idrico della pianta in questa fase comporta una forte riduzione della produzione e della qualità del seme prodotto, abbassandone la energia germinativa. In annate poco piovose la coltura può non riuscire a chiudere il ciclo, disseccando. Per questo l'ausilio dell'irrigazione almeno per interventi di “soccorso”, è fondamentale, soprattutto in ambienti caratterizzati da primavere siccitose e su terreni con scarsa capacità di ritenzione idrica. Al contrario questo trifoglio è capace di valorizzare notevolmente anche limitati apporti irrigui (1000-1500 m³/ha) soprattutto se effettuati durante la fase di fioritura allegagione quando, se ben gestiti, permettono di produrre fino a 7-8 quintali di seme per ettaro. La disponibilità idrica consente anche una migliore gestione del pascolamento da effettuarsi nel periodo invernale prima di preservare la coltura per la produzione del seme.

6.2.3.2 Sulla (*Hedysarum coronarium* L.)

Caratteristiche generali

La Sulla è una leguminosa foraggera da pascolo caratterizzata da alta produttività e elevata capacità di ricaccio. Adatta al clima Mediterraneo cresce in pianura e collina fino a 600 - 700 m s.l.m.. E' una specie perenne, generalmente bienne, che si presta bene al pascolamento durante il periodo tardo-invernale e primaverile nell' anno di impianto, mentre dal secondo anno offre un buon ricaccio già dall'inizio dell'autunno e biomassa pascolabile fino a tarda primavera. Trascorre il periodo estivo, caldo e asciutto, in quiescenza riducendo l'apparato vegetativo a poche piccole foglie poste alla base del colletto. All'inizio dell'autunno, non appena le condizioni ambientali si

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	80 di 120

fanno nuovamente favorevoli e arrivano le prime piogge, l'apparato radicale è in grado di riprendere la sua attività, consentendo alle gemme presenti alla base della pianta di svilupparsi e ricostituire un nuovo apparato vegetativo. Questa specie ha il suo maggiore limite nelle particolari esigenze pedologiche e microbiologiche che ne riducono la diffusione naturale prevalentemente ad aree con terreni alcalini e sub-alcalini ben dotati di calcare ed in cui siano presenti popolazioni di *Rhizobium sulae*, batterio azotofissatore simbiote specifico per questa specie.

Adattamento ambientale

Clima: la Sulla tollera la siccità, rallentando i ritmi di crescita fino a bloccarli completamente durante l'estate. È sensibile, invece, alle basse temperature, che riducono i ritmi di ricaccio durante l'inverno e rallentano l'insediamento della coltura in caso di semine autunnali tardive. I bruschi abbassamenti termici e i ritorni di freddo possono compromettere la coltura che può morire con temperature persistenti al di sotto dello zero (- 5 °C).

Suolo: si adatta meglio di qualsiasi altra leguminosa a terreni poco profondi e ricchi di scheletro, alle argille calcaree o sodiche, instabili mentre non sopporta il ristagno idrico. Grazie al suo apparato radicale fittonante e profondo riesce a migliorare la coltivabilità dei suoli e a ridurre la suscettività all'erosione. I suoi residui sono particolarmente adatti a migliorare la struttura del suolo e la dotazione in elementi minerali, specialmente per quanto riguarda l'azoto.

Tecnica colturale

Lavorazioni: la semina deve essere effettuata su suolo lavorato e rinettato dalle infestanti. La lavorazione può realizzarsi con una frangizollatura seguita, se necessario, da erpicatura e rullatura. Se il terreno è troppo soffice la rullatura, con rullo dentato, può essere effettuata anche prima di procedere alla semina. La lavorazione del suolo deve essere effettuata in modo da creare un buon letto di semina ma deve assolutamente evitare che il seme (peso di 1000 semi: 4 – 4.5 g) vada troppo in profondità.

Inoculo del seme: come molte leguminose, la Sulla è in grado di stabilire una simbiosi con specie batteriche azotofissatrici presenti nel suolo ed appartenenti, nel caso specifico, alla specie *Rhizobium sulae*. La presenza nel suolo del *R. sulae* è un requisito fondamentale per il suo insediamento e per l'ottimale riuscita agronomica della coltura. Non sempre però il ceppo batterico specifico per la Sulla è presente nel suolo, o lo è in quantità sufficiente. Si trova solo in terreni precedentemente coltivati con questa specie, previamente inoculata, o in aree dove la pianta cresce spontanea. L'inoculo del seme con ceppi batterici azotofissatori specifici è, quindi, una pratica indispensabile per poter coltivare la Sulla in terreni dove non è mai stata coltivata in precedenza. In commercio attualmente esiste un solo formulato particolarmente adatto per suoli con pH da sub-acido ad alcalino: il *R. sulae* WSM1592. La procedura di inoculo deve essere effettuata poche ore prima della semina seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate in etichetta (vedi anche "Inoculo seme di Sulla con rizobio specifico" Nel maneggiare l'inoculo bisogna inoltre tenere presente, che i batteri muoiono se posti a contatto con fertilizzanti, residui di diserbanti o prodotti chimici o se esposti alla luce diretta del sole.

Semina: la semina va eseguita a file o a spaglio ad una profondità massima di 1.0 cm. Semine più profonde possono diminuire l'insediamento, rallentare l'emergenza delle piantine ritardando notevolmente il momento della prima utilizzazione, fino a compromettere il buon esito della coltura. In ambiente Mediterraneo e in regime asciutto la stagione di semina principale è quella autunnale, preferibilmente in ottobre, con temperature miti e subito dopo le prime piogge (ciclo autunno-primaverile). La produzione primaverile si può ottenere anche con semine effettuate a fine inverno, metà febbraio-inizio marzo, anche se un decorso primaverile siccitoso può limitare la produzione foraggera.

Concimazione: per quanto riguarda la nutrizione azotata, come tutte le leguminose, anche la Sulla, se inoculata, ha la capacità di fissare l'azoto atmosferico. Per questo motivo non ha bisogno di concimazione azotata che, anzi, deve essere evitata per favorire lo sviluppo del rizobio, mentre è

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	81 di 120

fortemente consigliata la concimazione fosfatica da effettuarsi prima della semina. La concimazione potassica, in considerazione anche dei più alti costi, va effettuata solo nei suoli poveri di questo elemento. Tenendo presente che gli apporti di fertilizzante devono sempre essere stabiliti in funzione della dotazione del suolo nel quale si intende seminare.

Diserbo: la competizione delle specie infestanti può compromettere l'insediamento della coltura o limitarne la sua persistenza negli anni. La prima fase di sviluppo è caratterizzata, infatti, da ritmi di crescita della biomassa aerea piuttosto lenti che non riescono a competere con quelli di piante infestanti, quali il cardo. Non esistono in commercio principi attivi diserbanti registrati per la Sulla. La soluzione ottimale è quella di destinare alla coltivazione della Sulla campi rinettati, nei quali si è proceduto al taglio a fieno o che sono stati trinciati ripetutamente durante la stagione vegetativa precedente. In caso di disponibilità irrigua si consiglia di effettuare, dopo la preparazione del terreno, delle adacquate al fine di simulare una falsa partenza delle infestanti per poi procedere alla loro eliminazione per via meccanica (leggera erpicatura) prima della semina.

Profilo qualitativo

La Sulla è caratterizzata da un alto valore nutritivo, ma la sua alta efficienza in termini di produzione di latte è da ascrivere, oltre che al contenuto in proteina grezza, anche al contenuto in carboidrati non strutturali e alla presenza di tannini condensati in concentrazioni in genere comprese tra il 2 e il 4% della sostanza secca.

La selezione effettuata dagli animali durante l'attività di pascolamento consente loro di ingerire una dieta qualitativamente superiore rispetto alla qualità offerta dall'erba disponibile nel pascolo. L'analisi chimica di campioni prelevati simulando il pascolamento degli animali su Sulla ha evidenziato che le pecore selezionano mediamente una dieta più ricca di proteina (PG = +14%) e di contenuto energetico (UFL = +4%) e meno fibrosa (NDF = -17%) dell'erba offerta.

Durante l'inverno e buona parte della primavera la Sulla offre un foraggio di qualità abbastanza costante con un decadimento qualitativo, legato alla fase riproduttiva della coltura, rilevabile da maggio in poi. Il contenuto proteico rimane comunque sopra il 10% fino a giugno.

Gestione della coltura

La Sulla può essere utilizzata per il pascolo, per la produzione di fieno e per la produzione di seme.

Pascolamento: in generale il prato di primo insediamento (1° anno) può essere pascolato dopo circa 80-90 giorni dalla semina autunnale e dopo 50 – 60 giorni dalla semina di fine inverno. Negli anni successivi, la prima utilizzazione si ha già dopo circa 60 giorni dalla prima pioggia utile. L'altezza ottimale della cotica all'ingresso degli animali è di 15-20 cm. Non è consigliabile iniziare il pascolamento con altezze maggiori. Buona parte della cotica in questo caso viene sprecata col calpestamento e il ricaccio non è altrettanto pronto. Viceversa, pascolamenti che utilizzino uniformemente la biomassa, lasciando una cotica residua di circa 3 cm di altezza, consentiranno alla pianta di assumere un portamento prostrato, con le gemme e i giovani germogli posizionati al di sotto della linea di pascolamento. Questo assicura un ricaccio pronto ed una maggiore persistenza del prato. In quest'ottica è consigliabile la gestione con il pascolamento a rotazione al fine di utilizzare meglio la biomassa disponibile e lasciare poi la coltura indisturbata durante il ricaccio. Poiché la Sulla contiene tannini, è preferibile pascolarla "ad ore", perché, superato un certo livello di consumo, che normalmente si raggiunge dopo 2-3 ore, le pecore avranno bisogno di diluire i tannini nel rumine e quindi consumeranno più erba se avranno accesso a pascoli di graminacee, che non contengono tannini. La Sulla va offerta sempre per prima, all'uscita al pascolo della mattina in modo da favorire maggiori ingestioni di erba totale e maggiori produzioni di latte. I carichi medi stagionali devono essere moderati in inverno (6-8 capi per ha) e più elevati in primavera (15-18 capi/ha) in funzione della disponibilità di erba.

Produzione di fieno: nella coltura a ciclo autunno primaverile, il pascolamento può essere interrotto entro l'inizio di marzo. Il momento ottimale per eseguire il taglio a fieno è quando le piante sono in

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	82 di 120

fase di bottone florale-inizio fioritura, corrispondente ad un tenore di proteina grezza mediamente del 14-15%, ad un valore di NDF di 44% e una digeribilità media intorno al 55 – 60 %. La produzione di fieno può raggiungere 4 -6 t SS/ha.

6.2.3.3 Loiessa (*Lolium multiflorum* Lam. sinonimo *Lolium italicum* L.)

Caratteristiche generali

La loiessa o loietto italico è una graminacea annuale o biennale tra le più utilizzate, molto produttiva e competitiva nei confronti delle malerbe. La specie risponde molto bene alle concimazioni e alla fertilità del terreno, producendo un ottimo foraggio utilizzabile direttamente con il pascolamento o per l'ottenimento di fieno e insilato. Molto appetito dagli animali è caratterizzato da un elevato profilo nutrizionale.

Ci sono 2 tipi principali di loiessa: *L. multiflorum* sbsp. *Westerwoldicum* Mansh. annuale e *L. multiflorum* sbsp. *Italicum* A. (sinonimo: *multiflorum*) bienne. La prima, più precoce e più rapida nell'accrescimento, è adatta alla coltivazione di erbai, la seconda, invece, si inserisce bene nella produzione di prati temporanei. Le numerose varietà oggi disponibili (circa 250 in Europa, di cui 54 iscritte al Catalogo italiano) provengono dai più disparati Paesi, coprono una gamma di precocità di circa 2 settimane. Le varietà si distinguono in alternative (producono la spiga nello stesso anno di impianto a prescindere dalla stagione di semina) e non alternative (devono attraversare un'inverno prima di spigare) e in diploidi e tetraploidi. Le varietà diploidi hanno un normale corredo cromosomico e si caratterizzano per il ciclo tendenzialmente precoce, culmi e foglie più sottili e il seme piccolo. Le varietà tetraploidi hanno un numero di cromosomi doppio rispetto ai diploidi. Sono caratterizzate da alte potenzialità produttive, seme più grande, taglia più alta e foglie più espanse.

Adattamento ambientale

Clima: graminacea di origine mediterranea, italiana, si è diffusa in Europa ed anche in altri continenti, divenendo una delle graminacee meglio adattata alla grande variabilità climatica e pedologica dell'area. Sulle Alpi, per esempio, la si può trovare tra la flora spontanea fino a 1.600 m s.l.m.. È una specie spiccatamente microterma le cui fasi di maggiore crescita attiva si verificano durante il periodo primaverile e autunnale, con temperature ottimali di crescita comprese tra 15 e 25°C e ridotte esigenze di temperatura per germinazione e vegetazione. Ha moderata resistenza al freddo (Zero di vegetazione: 2-3 °C), ma, se ben insediata, resiste anche agli inverni rigidi. Non sopporta temperature elevate (T max d'accrescimento: 35 °C) e la siccità. Può germinare anche a temperature di 1-2°C.

Suolo: predilige suoli di medio impasto, freschi e profondi. Si adatta a suoli differenti da sabbiosi ad argillosi. Non tollera il ristagno prolungato. A seguito delle elevate esigenze in termini di nutrienti ha necessità di suoli fertili ben dotati di elementi minerali, da sub-acidi ad alcalini.

Tecnica colturale

Lavorazioni: come sempre quando si deve procedere alla semina di specie con semi piccoli, il terreno deve essere ben affinato per evitare che il seme (peso di mille semi: 2.0-2.5 g nelle varietà diploidi; 3.0-3.5 g in quelle tetraploidi), vada troppo a fondo. Una frangizzollatura seguita da una eventuale erpicatura e dalla rullatura o una minima lavorazione consentono di smuovere lo strato più superficiale del terreno, rinettandolo e creando buone condizioni di semina.

Semina: in considerazione delle piccole dimensioni del seme, la profondità massima di semina deve essere di 1 – 1.5 cm. La semina può essere fatta o con una seminatrice a righe (universale, od altro tipo) che depone i semi in file distanti 15 – 20 cm, o con un distributore centrifugo a spaglio seguito da un passaggio di erpice a denti o erpice strigliatore, per ricoprire i semi. Successivamente una leggera rullatura favorisce l'adesione del seme al suolo e la sua germinazione. La dose di seme dipende dalla varietà utilizzata (diploide, tetraploide) e dalla

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	83 di 120

coltivazione in purezza o consociazione. In ambiente Mediterraneo in regime asciutto la stagione di semina principale è quella autunnale, preferibilmente in ottobre, con temperature miti e subito dopo le prime piogge. Nelle aree con inverni freddi la semina può essere fatta da fine marzo alla prima metà di aprile.

Concimazione: dipende dall'utilizzazione della foraggiera (pascolamento, fienagione, insilamento) e dalla sua coltivazione in purezza o in consociazione. Quando coltivata in purezza la concimazione azotata e fosfatica devono essere sempre effettuate mentre quella potassica, in considerazione anche dei più alti costi, va effettuata necessariamente nei suoli poveri di questo elemento. Nella semina in consociazione con leguminosa, la concimazione azotata può essere evitata o ridotta ad una sola dose "starter" distribuita alla semina. Gli apporti di fertilizzante devono essere stabiliti in funzione della dotazione del suolo nel quale si intende seminare.

Gestione della coltura

La loiessa viene generalmente utilizzata per il pascolo e per la produzione di fieno.

Pascolamento: in generale l'erbaio autunnale di loiessa può essere pascolato dopo circa 50-60 giorni in funzione della data di semina e dell'andamento meteorologico. Nel corso dell'anno le tecniche di pascolamento possono variare. La loiessa può essere inizialmente utilizzata in modo razionato (poche ore al giorno) durante la stagione tardo-autunnale, quando rappresenta l'alimento qualitativamente migliore, ma quantitativamente limitato per l'alimentazione delle pecore in tarda gravidanza-allattamento.

In inverno il pascolamento potrebbe essere continuo o ruotato, suddividendo il campo in settori da utilizzare in successione, con carichi moderati (4 – 6 capi per ha) a partire da altezze di ingresso di 15-20 cm. Da evitare il pascolamento con terreno molto umido. Successivamente, nel passaggio dall'inverno alla primavera, può essere adottato uno schema di pascolamento a rotazione con cicli a durata decrescente ed aumento della pressione di pascolamento ottenibile (con carichi primaverili di 10-15 capi/ha), ad esempio, destinando parte della superficie alla produzione di scorte. Infine, nel periodo estivo, in cui sono solo presenti eventuali "scorte in piedi", la scelta del pascolo continuo potrebbe essere la più valida.

Produzione di fieno: per la produzione di fieno, il pascolamento deve essere interrotto a inizio marzo o metà marzo (a seconda delle aree climatiche). Il momento ottimale per eseguire il taglio a fieno è quando le piante sono in fase di inizio spigatura. A questo proposito scegliendo varietà a ciclo tardivo, si riesce ad avvicinare la fase ottimale del taglio con la stagione della fienagione. Le produzioni ottenibili variano dai 2.5 a 6 t SS /ha. Il profilo qualitativo del fieno di loglio è di seguito riportato (in % della SS): PG 8.9 (0.34); NDF 61.74 (0.6); ADF 37.34 (0.58); ADL 4.77 (0.24); EE 1.85 (0.06); Digeribilità della sostanza secca 64.63 (0.76); UFL/kg SS 0.68 (0.01) (media e errore standard tra parentesi, n=45).

Produzione del seme: la produzione di seme, prevede una preventiva ed efficace lotta alle infestanti e l'utilizzo dell'irrigazione, almeno di soccorso. Prima della lavorazione del terreno si possono effettuare delle irrigazioni di 20-30 millimetri (settembre-ottobre) per favorire la germinazione delle specie spontanee diminuendo la loro carica di seme nel suolo. In copertura in post emergenza, la presenza delle infestanti può essere controllata con l'uso di dicotiledonici. La semina va effettuata ad una distanza tra le file di 20-25cm per permettere un migliore accostamento e un più alto numero di spighe rispetto alla coltivazione utilizzata per il pascolo.

6.2.3.4 Miscele di sementi per colture foraggere da pascolo e da foraggio annuali e pluriennali disponibili sul mercato

L'Azienda *Fitochimica Sarda* ha in catalogo diverse miscele di foraggere annuali e pluriennali in grado di soddisfare quelle aziende agro-zootecniche che dedicano una parte della SAU aziendale alla coltivazione delle foraggere per il fabbisogno della stessa azienda.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	84 di 120

Per colture foraggere da pascolo e da sfalcio annuali ideale è scegliere **essenze singole o miscugli con una grande capacità di ricaccio e un buon tenore proteico** ma facendo sempre attenzione alla presenza della fibra omogenea all'interno del pascolo. Questo risultato si può ottenere con miscugli studiati secondo le proprie esigenze ma senza mai trascurare la qualità delle sementi e della pratica agricola per la semina.

Una buona scelta è quella dell'utilizzo di **sementi rizzobiate** come quelle **FERTIPRADO** che offrono una qualità eccezionale delle sementi, con miscugli studiati e testati ogni anno per migliorare sempre le prestazioni della coltura, forniscono una garanzia di raccolto con i consigli giusti per ogni esigenza e per garantire soprattutto omogeneità e qualità del prodotto.

A – Se si cerca rapidità e versatilità, suggeriamo **SPEEDMIX**, miscuglio composto da loietto e leguminose annuali. Si tratta di una selezione di sementi di graminacee e leguminose ad alta produzione e rapida crescita iniziale, nelle semine precoci consente il pascolamento immediato dopo 40-50 giorni con una grande capacità di rigerminazione. Produce un foraggio ad alto contenuto di proteine ed eccellente digeribilità. Garantisce produzioni elevate di pascoli continui, a intermittenza o a rotazione, e di tagli multipli. Il primo taglio deve essere effettuato (con pascolo o meccanico), quando il loietto ha 8-9 foglie, per migliorare l'omogeneità della coltura e il controllo delle infestanti migliorando la composizione floristica. Per un migliore rapporto quantità/qualità, l'ultimo taglio del fieno o insilamento deve essere effettuato quando il 30-40% delle leguminose sono in fiore. Si consiglia la semina in autunno in **quantità di 30 – 40 Kg/ha** su terreno scomposto e piano ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm. Si consiglia una concimazione profonda con 20-30 unità di Azoto e 40-60 unità di fosforo. In copertura concimare con al massimo 30 unità di Azoto a gennaio/ febbraio dopo osservazione dei campi. Attenzione al PH: in caso di PH inferiore a 5,5 sarebbe opportuna una correzione con calce.

B – Se cerchiamo resistenza e produttività una buona soluzione è **AVEX**, miscela di avena, veccia e trifoglio annuali. Tollera pascoli moderati prima della fine della levata dell'avena ed è ideale per le aziende agricole che intendono unire quantità e qualità in un unico taglio in quanto consente di ottenere insilamenti di fieno più ricchi di fibre e con un buon contenuto proteico. Si consiglia la semina durante il mese di settembre/novembre in **quantità di 40 – 50 Kg/ha** su terreno scomposto e piano ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm. Per la concimazione seguire i consigli dati per speedmix.

C – Per la massima produzione e qualità con un taglio unico o con un primo taglio/pascolo invernale di pulizia, suggeriamo **FERTIFENO**, composto da loietto annuale, veccia e altri trifogli annuali. Costituito da varietà tardive il potenziale produttivo si rivela in primavera alla fine del ciclo. Eccellente digeribilità e aumento della capacità di ingestione degli animali sono le caratteristiche che lo rendono la soluzione ideale per le aree in cui gli animali non possono entrare a pascolare regolarmente. Produce un foraggio ad alto valore proteico, ideale per le produzioni più intensive. Per un insilamento di alta qualità, è necessario effettuare un pre-essiccamento in modo da ottenere un contenuto di sostanza secca del 30-45%. Si consiglia la semina durante il mese di settembre/novembre in **quantità di 35 – 45 Kg/ha** su terreno scomposto e piano ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm. Per la concimazione seguire i consigli dati per speedmix.

D – Per chi cerca la massima produzione di fieno o insilamento indichiamo **TRITIMIX**, miscela ad alta biodiversità per taglio unico, composta da triticale, loietto annuale, veccia e trifogli annuali. Anche se si tratta di una coltura a taglio unico è possibile effettuare un taglio di pulizia (con pascolo o meccanico) per tenere sotto controllo le infestanti fino all'accestimento del triticale. Il taglio finale deve essere effettuato quando le leguminose sono nella fase iniziale di fioritura (miglior rapporto qualità/quantità). Si consiglia la semina tra ottobre e dicembre in **quantità di 60 –**

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	85 di 120

80 Kg/ha su terreno scomposto e piano ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm. Per la concimazione seguire i consigli dati per speedmix.

E – Miscuglio nuovissimo nato nel 2019 è **C-MIX**, composto da orzo ibrido, loietto annuale, vecchia e trifogli annuali. Il vigore dell'ibrido in un miscuglio a ciclo lungo per taglio unico. Adatto sia per fieno che per insilato. Si consiglia la semina tra ottobre e dicembre in **quantità di 40 – 50 Kg/ha** su terreno scomposto e piano ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm. Molto simile al TRITIMIX nella gestione per chi preferisce l'orzo al triticale. Per la concimazione seguire i consigli dati per speedmix.

Per quanto riguarda la **miscela di foraggere per pascoli e foraggi pluriennali** si segnala:

C – Sui terreni non irrigui la nostra proposta riguarda un **miscuglio di leguminose e graminacee annuali e perenni ad alta capacità di ricrescita** che consente un elevato carico animale. Questo miscuglio offre una produzione da 3 a 5 volte superiore ai pascoli esistenti in termini di qualità e quantità. Vi si può pascolare tutto l'anno anche se il picco avviene in primavera. Per un miglior impianto durante il primo anno è consigliato il pascolamento a 2-3 mesi dalla semina con un elevato carico animale per tenere sotto controllo le infestanti; ritirare gli animali dal pascolo all'inizio della fioritura (di solito inizi di marzo) in modo da garantire una produzione elevata di sementi. Pascolare nuovamente a giugno/ luglio sul secco con il massimo numero di animali fino a fine estate. Gli anni successivi lasciare il pascolo a riposo durante le prime 2 o 3 settimane di piogge autunnali per favorire l'assestamento delle piante e dopo questo periodo il pascolamento deve essere continuo o a rotazione. Si consiglia una concimazione profonda con 20 unità di Azoto, da 40 a 90 di Fosforo e Potassio alla semina. In questi erbai le leguminose riescono a fissare 100 kg/ha/anno di azoto atmosferico e pertanto si sconsiglia una concimazione azotata in copertura. E' preferibile la semina durante il mese di settembre/ottobre in **quantità di 25 – 30 Kg/ha** su terreno lavorato a 10 cm e piano ad una profondità di semina che va da 0,5 a 1 cm.

La gestione dei prati pluriennali, soprattutto per i tagli o pascolamento nel primo anno deve necessariamente essere molto attenta, per non compromettere la risemina: evitare tagli o pascolamenti alla comparsa del fiore (da inizio marzo a maggio). Negli anni successivi non è necessaria questa particolare attenzione.

6.2.4 Tecniche di coltivazione delle foraggere e di miglioramento del pascolo

Nei pascoli e nella coltivazione delle foraggere, oltre alla corretta gestione degli animali (che rappresenta il principale strumento di conservazione e miglioramento), si possono effettuare interventi mirati all'aumento della produttività del cotico (risemina, concimazione, infittimento ecc.).

6.2.4.1 Obiettivi del miglioramento colturale di foraggere e pascolo

Ottimizzare la produzione quanti – qualitativa del cotico erboso:

- Incrementare la durata della stagione di crescita e dei periodi di utilizzazione
- Stabilizzare la produzione (condizioni low input)
- Valorizzare risorse "marginali"
- Prevenzione calamità naturali
- Aumento fruibilità degli spazi per altre attività
- Conservazione biodiversità

Con gli interventi di miglioramento si cercherà di individuare nuove strategie di gestione integrata del pascolamento che determinino un incremento della biodiversità ed una produzione agricola che duri nel tempo.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	86 di 120

6.2.4.2 Interventi proposti

La scelta degli interventi di miglioramento e recupero dei pascoli dipende dalle seguenti condizioni operative:

- Profondità dei suoli e caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche;
- Composizione floristica e grado di copertura.

I risultati del miglioramento dei pascoli possono essere vanificati anche nel volgere di un anno se la tecnica agronomica non è affiancata da una corretta utilizzazione del cotico attraverso:

- giusti carichi di bestiame;
- tempestiva sospensione del pascolamento per consentire la produzione di seme nelle annuali o un sufficiente sviluppo per lo sfalcio a fieno nelle poliennali.

In generale le tecniche di miglioramento del pascolo comprendono:

- gestione degli animali e regimazione dei carichi;
- recupero delle superfici;
- aumento produttività e qualità.

Controllo delle specie infestanti

Il controllo delle specie invadenti potrà essere fatto attraverso l'uso combinato dei seguenti interventi:

- **Decespugliamento meccanico:** tramite trincia portato su trattore/escavatore o tramite decespugliatore spalleggiato. Nel caso di pascoli infestati da arbusti non pabulari, il decespugliamento meccanico associato alla concimazione o a concimazione ed infittimento, rappresenta il metodo agronomico a minore impatto ambientale per il loro recupero alla produzione foraggera evitando i disastrosi effetti delle ripetute lavorazioni a ritocchino nei terreni in pendio o dell'uso sconsiderato del fuoco. I trituratori a catene o a martelli consentono la triturazione della vegetazione che esercita una favorevole azione pacciamante che, in ambiente mediterraneo, facilita l'affermazione delle leguminose autoriseminanti.
- **Estirpazione meccanica:** tecnica di controllo alternativa al diserbo chimico da attuarsi con piccoli escavatori, laddove le condizioni di accesso lo consentono.

Preparazione del terreno

Al fine di consentire la trasemina delle essenze del pascolo sarà necessario effettuare, là dove le condizioni di pietrosità e di spessore dei suoli lo consentono, delle lavorazioni superficiali del terreno da attuarsi con attrezzature portate quali la **frangizollatura e l'erpicoltura**. La frangizollatura consente di smuovere uno spessore di circa 20-25 di terreno e con successiva erpicatura di effettuare la diminuzione della zollosità e la preparazione del terreno alla semina. Come è noto, l'aratro stacca le zolle dal fondo mediante il taglio prodotto dalla lama del vomere. Questa azione, però, crea un fondo liscio e compatto (che rimane nascosto sotto al terreno lavorato), i cui effetti negativi si aggravano con il ripetersi delle arature. La compattazione è ancora maggiore se si esegue l'aratura dentro solco. La frangizollatura invece, tagliando il terreno, lascia un fondo poroso e permeabile, favorendo la traspirazione del terreno e l'assorbimento dell'acqua.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	87 di 120

Figura 6.5 – Frangizolle per la preparazione del letto di semina



La **preparazione del letto di semina** potrà essere fatta, dopo la frangizollatura, con un **erpice rotante fisso**, in grado di affinare il terreno in modo corretto. Una successiva **rullatura** garantirà il compattamento del terreno per la successiva operazione di semina.

L'erpice rotante è l'attrezzatura ideale per:

- Operare con trattori di piccola potenza
- Lavorare il terreno in profondità
- Preparare il letto di semina
- Eliminare la compattazione del terreno
- Variare il grado di finitura del terreno secondo le necessità

Figura 6.6 – Erpice rotante con seminatrice modello EN-SKEL 095 - 300 DELIMBE (Ditta Vigolo)



Mod.	 Lavoro	 Ingombro	 HP min - max	 N°	 540"	 540" EDO	 940" - 1000"	 Rullo a rotte	 Rullo liscio	 Rullo Pecker (6.323 / 470)	 Capacità erbitatoio
EN-T SKEL 095	980	1030	25 - 90	4	280	389	280 - 510	465	480	530	80
EN-T SKEL 120	1195	1245	25 - 90	5	280	389	280 - 510	495	510	570	80
EN-T SKEL 145	1410	1460	30 - 90	6	280	389	280 - 510	535	550	650	80
EN-T SKEL 165	1625	1675	30 - 90	7	280	389	280 - 510	595	610	690	80
EN-T SKEL 185	1840	1890	40 - 90	8	280	389	280 - 510	650	665	770	80
EN-L SKEL 200	2055	2105	40 - 120	9	340	472	280 - 510	745	760	860	80
EN-L SKEL 225	2270	2320	40 - 120	10	340	472	280 - 510	820	835	925	80
EN-L SKEL 250	2510	2545	50 - 120	11	340	472	280 - 510	895	910	990	80
EN-S SKEL 300	2930	2985	70 - 120	13	340	472	280 - 510	1005	1020	1140	80

Concimazione minerale

Fra gli interventi agronomici per incrementare la produttività dei pascoli, la **concimazione fosfo-azotata** rappresenta il mezzo più semplice ed economico in condizioni di cotica non degradata.

A livello vegetazionale sono soprattutto i rapporti fra graminacee e leguminose ad orientare la necessità di un intervento. Il principale intervento atto a favorire le leguminose è la **concimazione fosfatica**. Una presenza significativa di leguminose assicura attraverso l'azotofissazione un

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	88 di 120

adeguato flusso dell'elemento a favore delle graminacee. Questo è molto importante nei nostri ambienti, nei quali la concimazione minerale azotata, in alcune annate, trova difficoltà ad estrinsecare la sua azione a causa della carenza e della irregolarità delle precipitazioni.

Con la concimazione minerale si ottiene:

- Incremento della produzione.
- Miglioramento della composizione floristica dovuto sia al notevole incremento dell'apporto delle leguminose alla biomassa prodotta, sia al fatto che le specie non pabulari rispondono alla concimazione meno delle buone foraggere.
- Ampliamento del periodo di pascolamento, infatti le migliori condizioni nutrizionali consentono ritmi di crescita più elevati rispetto al pascolo non concimato, particolarmente significativi durante la ripresa autunnale e di fine inverno.

Dosi di concime:

- **Fosforo:** dai 30 ai 100 kg/ha di P₂O₅ per anno, in funzione della potenzialità dei suoli, in autunno
- **Azoto:** oltre che alla potenzialità dei suoli, le dosi sono legate all'andamento meteorico; dai 10 ai 30 kg/ha dopo ogni utilizzazione del pascolo; nel periodo primaverile la concimazione azotata può essere sospesa.

La distribuzione dei concimi sarà fatta prima delle lavorazioni del terreno o tra la vangatura e la successiva erpicatura al fine di favorire l'incorporazione degli stessi.

Semina foraggere

In condizioni di cotica degradata ed in assenza di limitazioni d'uso da elevata pendenza, pietrosità e rocciosità affiorante o eccessiva superficialità dei suoli, l'infittimento o l'impianto dei pascoli artificiali con graminacee e leguminose annuali autoriseminanti, con tecniche di minima lavorazione, può consentire l'incremento delle disponibilità foraggere e l'ampliamento del periodo di pascolamento.

Nell'impianto dei pascoli la scelta deve ricadere su specie a dormienza estiva al fine di garantire una buona persistenza. Le specie devono inoltre essere dotate di maggiore o minore precocità in funzione delle esigenze aziendali devono presentare buona capacità di ricaccio e resistenza al pascolamento

In generale, i risultati del miglioramento dei pascoli possono essere vanificati anche nel volgere di un anno se la tecnica agronomica non è affiancata da una corretta utilizzazione del cotico attraverso:

- Giusti carichi di bestiame;
- Tempestiva sospensione del pascolamento per consentire la produzione di seme nelle annuali un sufficiente sviluppo per lo sfalcio a fieno nelle poliennali

Nelle migliori situazioni di giacitura e di profondità dei suoli si potrà procedere con l'Impianto di prati-pascoli utilizzando miscugli di graminacee e leguminose opportunamente selezionate.

Le specie potranno saranno utilizzate in miscuglio per la costituzione di prati-pascoli sfalciabili oltre a consentire la creazione di scorte di fieno di buona qualità può garantire, grazie alla rapidità di ricaccio autunnale, un anticipo del foraggiamento verde alla fine dell'estate.

La scelta delle specie deve ricadere su specie a dormienza estiva al fine di garantire una buona persistenza le specie devono inoltre essere dotate di maggiore o minore precocità in funzione delle esigenze aziendali devono presentare buona capacità di ricaccio resistenza al pascolamento.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	89 di 120

Criteri di scelta delle specie:

- Rapido insediamento autunnale
- Elevati ritmi di crescita invernali
- Stabile capacità autoriseminante (annuali)
- Dormienza estiva (perenni)
- Uso di miscugli più indicato vs specie in purezza

La semina sarà eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo di inizio primavera utilizzando una seminatrice del tipo , dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina. La combinata erpice-seminatrice meccanica VIGOLO mod. EN-SKP è adatta alla semina a spaglio di erba e ortaggi; il rullo posteriore, liscio o a rete, con pulirullo, permette di ricoprire la semina in modo ottimale.

Corretta gestione degli animali

Consiste nel mantenere un carico adeguato alla produttività del pascolo nel controllare i movimenti degli animali per garantire sufficiente regolarità di prelievo dell'erba e di restituzione dei nutrienti con le deiezioni.

E' necessario definire un **piano di pascolamento** definendo i seguenti aspetti:

- Si individuano, per ciascuna stagione, gli appezzamenti da dedicare a ciascun gruppo di animali e il periodo di utilizzo, che varia in base al clima e alla stagione.
- Si individua il **carico animale** corretto per ettaro, considerando suolo, cotico erboso e modello di gestione
- Si individuano le lavorazioni agronomiche da fare
- Si individua il modello di gestione: rotazione, pascolo guidato, pascolo continuo confinato
- Si individuano gli indicatori di efficienza per monitorare il sistema
- Individuare l'appezzamento nel quale è possibile far pascolare gli animali in un certo periodo dell'anno, preparandosi a variazioni in base alla disponibilità delle risorse foraggere.
- **Piano di rotazione** suddividendo l'appezzamento in settori.

E' necessario inoltre tarare sia il carico animale che la integrazione alimentare in base alla produzione di biomassa stagionale prodotta dal pascolo. Ad esempio, il pascolo omogeneo favorisce la ingestione e frena la selezione delle essenze del pascolo; come anche l'uniforme distribuzione degli animali favorisce una uniforme utilizzazione del cotico erboso.

Le operazioni agronomiche di trinciatura delle essenze non pascolate e di strigliatura con allargamento delle feci sul suolo favoriscono un ricaccio omogeneo e abbondante delle essenze del pascolo.

Le piante inoltre ricrescono rapidamente (2-4 settimane) se restano dopo il pascolo superfici fogliari sufficienti a una buona fotosintesi (almeno il 30% della pianta).

Se le piante hanno un buon apparato radicale, favorito da un suolo non compatto, hanno la possibilità di ricrescere rapidamente. L'erba deve essere pascolata prima che inizi a produrre i semi.

Si può prevedere anche un'**area di sacrificio**, in cui si radunano gli animali per i periodi di riposo/ruminazione/abbeverata, e in cui si possono tenere nei periodi piovosi in cui rischierebbero di rovinare il pascolo.

Il **Pascolo razionale a rotazione** definito dal **Piano di pascolamento** permette un efficace utilizzo dell'erba poiché consente di utilizzare in più turni i ricacci del cotico erboso, limitando al tempo stesso il calpestamento.

Il **carico animale** dipende dalla pendenza, dal tipo di suolo e di cotico.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	90 di 120

Il momento ottimale per l'inizio del pascolo è quando l'erba misura 20-25 cm, e quello per spostare gli animali al settore successivo è quando essi hanno strappato l'erba fino a 5-10 cm (la protezione apparato radicale comporta un maggiore rispetto struttura terreno e maggiore energia per ricaccio).

Il periodo di ricrescita dell'erba, in piena stagione vegetativa, è di 15-20 giorni, per allungarsi a 30-35 quando si va verso l'estate o verso l'inverno.

Più piccoli sono i settori e minore è la durata di utilizzo di ciascuno, maggiore può essere il carico animale.

Vantaggi del **Pascolo razionale a rotazione** sono i seguenti:

- Il comportamento alimentare degli animali è meno selettivo.
- L'erba pascolata è in stadio vegetativo giovanile, con alta presenza di proteine e fibra digeribile.
- Massimizza la ingestione
- Limita diffusione parassitosi
- Contiene meglio del pascolo continuo l'avanzata del bosco
- Massimizza resa in Biomassa Vegetale, Unità Foraggiere e Proteine Grezze
- Preserva la biodiversità del cotico
- Consente di gestire in modo sostenibile un carico animale medio-alto per unità di superficie, anche perchè la distribuzione degli animali è più uniforme rispetto al pascolo continuo.

Pertanto le aree poste all'interno della recinzione dell'impianto che quelle esterne saranno opportunamente suddivise in base al numero di capi in allevamento.

6.2.5 Descrizione del piano colturale definito per l'impianto agrivoltaico

La scelta delle colture praticabili e delle tecniche di gestione in associazione all'impianto fotovoltaico ha tenuto in considerazione diversi aspetti legati all'ambiente agrario e alle caratteristiche tecniche e dimensioni dei pannelli fotovoltaici tra cui:

- disamina delle coltivazioni prevalenti praticate nell'area di progetto e limitofe;
- necessità di meccanizzazione delle principali operazioni colturali;
- necessità di limitare le lavorazioni del terreno realizzando per lo più colture foraggiere poliennali;
- giacitura e natura dei terreni oggetto di intervento;
- caratteristiche pedologiche dei terreni;
- presenza o meno di colture di pregio già praticate nell'area vasta di progetto;
- dimensioni e ingombri dei pannelli fotovoltaici (altezza min: 0,50 m - altezza max: 4,566 m - rispetto al piano di campagna);
- presenza di un'azienda agricola di produzione di latte nell'area di intervento;
- qualità e tipicità delle produzioni agricole;
- presenza di una filiera produttiva e commerciale;
- redditività e sostenibilità ambientale.

Dall'analisi del contesto di intervento è stato predisposto un piano colturale che prevede la coltivazione delle seguenti colture:

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	91 di 120

- Foraggiere pluriennali (miscela di sementi composta da leguminose e graminacee pluriennali);
- Foraggiere annuali (miscela di sementi composta da leguminose e graminacee annuali);
- Sulla (*Hedysarum coronarium* L.);
- Cereali (orzo, avena).

Per l'impianto agrivoltaico il progetto agronomico prevede di destinare una parte dell'impianto a **prato pluriennale**, mentre nell'altra parte dell'impianto attuare una rotazione tra un **cereale** e delle **foraggiere annuali** come di seguito descritto:

- PRATO PLURINNALE (Miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)
- **ROTAZIONE:** CEREALE (orzo, avena) – SULLA – PRATO ANNUALE (Miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio).

Tabella 6.1 - Piano colturale definito per l'impianto agrivoltaico e le aree esterne

SETTORE	COLTURA	ESTENSIONE (HA)
Tessera 1	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	0,26
Esterna 1	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	0,99
Tessera 2	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	4,61
Esterna 2	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	0,59
Esterna 3	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	0,60
Tessera 3	PRATO PLURIENNALE (miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)	0,79
TOTALE FORAGGERE PLURIENNALI		7,84
Tessera 4	PRATO ANNUALE (miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio)	0,57
Esterna 4	PRATO ANNUALE (miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio)	0,38
Tessera 5	PRATO ANNUALE (miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio)	1,71
Esterna 5	PRATO ANNUALE (miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio)	0,61
TOTALE FORAGGERE ANNUALI		3,27
Tessera 6	Sulla (<i>Hedysarum coronarium</i> L.)	6,44
TOTALE SULLA		6,44
Esterna 6	Cereale (orzo, avena)	2,33
Tessera 7	Cereale (orzo, avena)	3,90
TOTALE CEREALI		6,23

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev. 0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag. 92 di 120

Figura 6.7 - Suddivisione delle colture dell'impianto agrivoltaico e zone esterne all'impianto



LEGENDA

ELEMENTI DI PROGETTO

-  Tracker (12x2 moduli)
-  Tracker (24x2 moduli)
-  Accesso area impianto
-  Viabilità interna
-  Area recintata in progetto
-  Fascia di mitigazione esterna
-  Linea di connessione AT
-  Cabina generate AT
-  Cabina elettrica power station
-  Ufficio, magazzino
-  Parcheggi

PROGETTO AGRONOMICO

-  Specie foraggiere pluriennali
-  Specie foraggiere annuali
-  Sulla (*Hedysarum coronarium* L.)
-  Specie cerealicole

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	93 di 120

6.3 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Considerate le caratteristiche delle specie impiegate nell'avvicendamento colturale proposto non si ritiene necessario fare ricorso ad interventi irrigui. Dopo la semina delle specie erbacee impiegate nel pascolo dopo la rullatura potrebbe essere necessario effettuare un intervento di irrigazione in funzione dell'andamento pluviometrico del periodo.

Per le specie impiegate nella realizzazione delle fasce di mitigazione potrà essere necessario effettuare interventi di irrigazione di soccorso per consentire l'attecchimento e l'affermazione delle giovani piantine.

6.4 strategie di controllo delle specie vegetali invasive eD esotiche

La gestione delle specie vegetali aliene segue i principi dell'approccio gerarchico, e riprende molte delle tecniche e delle azioni tipiche della gestione delle specie infestanti in ambiente agricolo e silvo/pastorale. Data la loro importanza è necessario differenziare le azioni di prevenzione da quelle di contenimento/eradicazione.

1. Azioni di prevenzione

Le azioni di prevenzione nei riguardi di una specie aliena sono finalizzate ad impedirne l'introduzione o, nel post-introduzione, la diffusione in aree limitrofe.

Da un lato si procederà dunque a cercare di bloccare l'arrivo di propaguli nell'area di intervento, mentre dall'altra si interverrà cercando di creare condizioni sfavorevoli all'attecchimento della pianta invasiva nell'area di interesse.

Interventi preventivi che potranno essere attuati:

- **Riduzione della fitness ed eliminazione di portaseme, infiorescenze e infruttescenze.** rappresenta uno strumento importante di riduzione del rischio di invasione e di prevenzione della diffusione di specie vegetali invasive. La rimozione di infiorescenze, infruttescenze e individui a maturità permette quindi, laddove non si possa intervenire su tutta la popolazione, di bloccare la diffusione della specie. Si tratta di una tecnica che può risultare efficace nelle specie vegetali dioiche (in cui cioè i fiori maschili e femminili sono portati su individui diversi), in cui si può operare alla rimozione dei soli individui femminili, così da abbattere la pressione dei propaguli sul territorio di intervento.
- **Mantenimento della copertura vegetale.** Il legame tra invasività delle specie aliene e invasibilità degli ecosistemi è ormai un caposaldo sicuramente ben consolidato nella letteratura di riferimento sulle invasioni biologiche. Negli ambienti stabili e non disturbati la competizione con le specie native costituisce un ostacolo all'insediamento ed alla crescita delle specie introdotte e rappresenta uno dei metodi più efficaci per bloccare la diffusione delle specie aliene. Molte piante aliene sono infatti specie pioniere che approfittano di eventi che tendono a ridurre in modo significativo la copertura vegetale o, più in generale, a modificare le caratteristiche stazionali, riuscendo ad inserirsi nelle comunità vegetali scardinando la naturale resistenza degli ambienti in salute. Il mantenimento o la rapida ricostituzione della copertura vegetale mediante interventi di piantagione, semina e idrosemina, possono abbassare notevolmente il rischio di invasione da parte di specie vegetali aliene pioniere.
- **Pulizia dei macchinari.** Per le specie la cui diffusione nel territorio avviene attraverso macchinari agricoli, o di gestione della vegetazione (ad esempio per sfalci della vegetazione bordo-strada o ripariale), la pulizia delle macchine impiegate è importantissima. Semi o parti vitali di piante (come rizomi, stoloni, radici) adese ai macchinari possono essere trasportati per chilometri e rappresentare una sorgente di nuovi

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	94 di 120

focolai di invasione che non va assolutamente trascurata. Quando si interviene in presenza di piante aliene invasive è pertanto fondamentale pulire con cura le macchine utilizzate, compresi il telaio e, soprattutto, gli pneumatici.

- **Movimentazione di materiali inerti e suoli.** La movimentazione di materiali inerti e di suolo, anche limitatamente all'area di intervento, rappresenta un'importante via di introduzione, o di diffusione secondaria, per le specie aliene vegetali invasive. Semi o altre parti vitali di piante possono essere movimentati con questi materiali. Per questo motivo sarà opportuno verificare sempre la presenza di piante aliene nei materiali utilizzati nell'ambito del cantiere, soprattutto se all'interno o in vicinanza di aree di rilevanza naturalistica.

2. Azioni pratiche per la post-introduzione

Quando ci si trova a dover intervenire a insediamento già avvenuto di una specie aliena invasiva, sia che si tratti di interventi finalizzati ad una sua eradicazione completa o di interventi di contenimento della popolazione, le azioni da intraprendere consisteranno nella rimozione di individui cercando, ove possibile, di annullarne e o ridurne fortemente le possibilità di ulteriore sviluppo.

La capacità di propagazione vegetativa, e quindi di ricaccio molto vigoroso in seguito ad un taglio dell'apparato epigeo, è una caratteristica estremamente comune nelle specie invasive.

Questa capacità non è soltanto legata alla capacità di ricaccio da parte di polloni sulla ceppaia o da gemme avventizie dell'apparato radicale radicali, ma anche alla presenza di vere e proprie strutture perennanti di propagazione come bulbi e bulbilli, protetti sotto il terreno e molto difficili da individuare e rimuovere.

Le azioni di intervento per il controllo di specie aliene invasive si distinguono in tre gruppi principali: controllo meccanico, controllo chimico e quelle di controllo biologico.

Possono inoltre essere definite i seguenti approcci:

- **L'approccio integrato:** Uno degli aspetti importanti, anch'esso diretto discendente dalla lotta alle infestanti in ambito agricolo, è quello della necessità di seguire un approccio integrato, che corrisponde all'utilizzo simultaneo o consecutivo di più tecniche diverse, che permettano di ottenere il risultato voluto.
- **Prioritizzazione degli sforzi di intervento.** Altro aspetto di notevole importanza riguarda la prioritizzazione degli sforzi di intervento, che deve seguire delle logiche che permettano di massimizzare il risultato ottenuto possibilmente evitando di dover ripetere gli interventi. Per questo, per esempio, è opportuno procedere rapidamente al taglio dei portaseme, per evitare di dover continuare ad intervenire su nuove plantule. Gli sforzi di controllo dovrebbero inoltre seguire una direttrice che va dalle aree più esterne all'area invasa, che di solito presentano una bassa densità della specie invasiva, in cui lo scopo principale sia l'eliminazione degli eventuali piccoli ed isolati nuclei d'invasione, che potrebbero comportarsi da nuclei futuri. La direzione di intervento dovrebbe quindi procedere dalle aree più periferiche verso il nucleo centrale di invasione e non in senso contrario.

Di seguito vengono elencate le tecniche che potranno essere adottate nell'area di intervento, considerata l'elevata superficie dell'impianto.

Controllo meccanico:

- **Rimozione manuale** – La rimozione manuale rappresenta sicuramente il più semplice e immediato degli interventi di controllo e consiste nella rimozione degli individui il più possibile nella loro interezza, avendo quindi cura di rimuovere anche le parti radicali ed eventuali organi di persistenza sotterranei, come bulbi o rizomi. La rimozione può essere effettuata a mano e/o con l'ausilio di piccoli attrezzi particolarmente adatti a rimuovere l'apparato radicale. Si tratta di una tecnica di sicuro efficace su piante annue o di piccole

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	95 di 120

dimensioni, come i semenzali delle specie arboree, e su superfici ridotte. Un aspetto problematico è legato alla gestione del materiale di risulta, che deve essere fatta in maniera appropriata evitando ulteriori rischi di propagazione vegetativa o di aumentare il rischio di incendio. La tecnica può essere utilizzata con successo nella rimozione delle plantule di ***Ailanthus altissima***.

- **Pacciamatura** – La pacciamatura consiste nel coprire completamente le specie oggetto di controllo/eradicazione al fine di annullare l’apporto di luce e interrompere quindi l’attività fotosintetica. La copertura può essere effettuata con materiale naturale (fieno, erba tagliata, trucioli di legno, ecc.) o, più efficacemente, con teli di nylon e/o antialga. Nel caso di uso di teli plastici di colore scuro si parla anche di solarizzazione, in quanto si ottiene anche il risultato di determinare un massiccio aumento delle temperature negli strati immediatamente sotto al telo, aumentando l’efficacia del metodo. Questa tecnica può essere utilizzata su aree relativamente piccole, dove mostra un’eccellente capacità nel determinare il disseccamento completo di specie annuali o di molte specie erbacee e, in parte, anche arbustive. Inoltre, con questa tecnica si abbate notevolmente il costo per la gestione del materiale di risulta, visto che le piante secche (e per lo più ridotte volumetricamente) possono spesso essere lasciate in posto. Tuttavia, la copertura completa di una parte del terreno può facilmente determinare il disseccamento anche degli individui appartenenti a specie autoctone eventualmente presenti. La pacciamatura si dimostra meno efficace nei confronti di alcune specie perenni che accumulano riserve in organi sotterranei (varie geofite bulbose o rizomatose) che avranno modo di ricacciare in seguito alla copertura o di resistere per la durata dell’intervento, a meno di non mantenere i teli per lunghi periodi. Un esempio di controllo risolutivo è dimostrato dagli interventi di eradicazione di *Carpobrotus* spp. effettuati sull’isola di Giannutri all’interno del progetto LIFE LIFE13 NAT/IT/000471 “Island conservation in Tuscany, restoring habitat not only for birds”, che hanno permesso di trattare con successo circa 14000 metri quadri di superfici invase da questa specie aliena, per lo più con il metodo della pacciamatura (integrata in contesti complessi con rimozione manuale).
- **Taglio/sfalcio** – Tagli e sfalci possono ridurre la produzione di semi e limitare la crescita delle piante infestanti, specialmente se effettuate con una periodicità legata alla fenologia delle piante, per esempio se effettuati annualmente prima che le piante fioriscano e/o producano semi. Si tratta di una tecnica che mostra una certa efficacia se l’intervento è ripetuto più volte nel tempo, in maniera da abbattere lentamente la capacità delle piante di ricacciare e fotosintetizzare. Viene effettuato tagliando gli individui a livello del colletto, con l’utilizzo di vari tipi di strumenti come forbici da potatura, seghe e motoseghe, ma anche con l’utilizzo di mezzi meccanizzati come falciatrici. Alcune specie, tuttavia, tendono a ricrescere vigorosamente dopo il taglio, talora andando incontro ad un accorciamento del ciclo vitale e producendo molti fusti che possono rapidamente fiorire. Il risultato potrebbe essere un peggioramento della situazione qualora non si proceda ad una corretta progettazione delle tempistiche dell’intervento e delle sue ripetizioni. La falciatura e il taglio sono spesso usati come trattamenti preliminari per rimuovere la biomassa in superficie, in combinazione con altri tipi di trattamento (es. chimico) successivi. È inoltre importante raccogliere i frammenti tagliati di specie eventualmente in grado di propagare nuovi individui (es. semi, rizomi, stoloni, ecc.). Come detto sebbene la tecnica costituisca un metodo di controllo efficiente e con un buon rapporto costi/benefici, è raramente risolutiva e diventa controproducente nel caso di alcune ben note piante invasive nel contesto nazionale quali *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* o *Reynoutria japonica*. L’esempio di *Reynoutria japonica* porta inoltre a riflettere sul caso particolare della pulitura e sfalcio degli argini e dei canali. Si tratta di un metodo di gestione della vegetazione ripariale tipicamente diffusa, ma che quando effettuata senza considerare i rischi di diffusione ulteriore delle specie invasive, rappresenta un serio problema.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	96 di 120

- **Cercinatura** – La cercinatura è una tecnica forestale utilizzata in certi contesti per controllare soprattutto piante arboree. Consiste nella rimozione sul fusto a circa 1-1,5 metri di altezza di un anello di corteccia larga diversi centimetri e leggermente più profonda del livello del cambio, in modo da rimuovere totalmente il cambio vascolare, o corteccia interna, e quindi i fasci cribrosi che trasportano i nutrienti dalle parti aeree (prodotti attraverso la fotosintesi nelle foglie) alla radice (organi di stoccaggio), determinando la morte dell'individuo. I tagli possono essere fatti usando un coltello, un'ascia o una sega e dovrebbero essere leggermente più profondi del cambio. È una tecnica che risulta efficace soprattutto nei confronti delle specie dotate di una scarsa capacità di ricaccio da polloni radicali. Sulle piante di grandi dimensioni richiede molto meno tempo rispetto ad un abbattimento. Inoltre, la pianta lasciata morire in piedi aumenta la necromassa presente in loco, a tutto vantaggio dell'ecosistema forestale.
- **Pirodiserbo** – Il pirodiserbo è una tecnica agronomica di controllo fisico diretto delle piante facendo ricorso al fuoco, o più ingenerale ad alte temperature, e provocando uno shock termico nelle piante trattate. L'azione è legata al passaggio di una fonte di calore elevato, somministrato per un tempo estremamente breve, che non porta la pianta a prendere fuoco, ma è sufficiente a determinare un aumento importante delle temperature nei tessuti esposti, con rottura dei legami delle molecole organiche, lisi delle pareti cellulari e quindi deperimento della parte aerea della pianta.

In conclusione, lo sviluppo e il controllo delle specie infestanti durante tutta la durata dell'impianto verrà attuato attraverso l'utilizzo delle seguenti tecniche:

- utilizzo di teli pacciamanti naturali nelle zone di impianto delle specie arboree, arbustive per impedire lo sviluppo delle specie infestanti in attesa che le specie di impianto comprano l'intera superficie delle fasce a verde;
- monitoraggio periodico dello sviluppo di specie infestanti nell'area di intervento successivamente all'impianto;
- ricorso al controllo meccanico per il controllo delle specie infestanti (taglio/sfalcio).
- Utilizzo della tecnica della pacciamatura ricoprendo le piante infestanti con un telo di fibra naturale.

Di seguito si descrivono le tecniche di controllo di un infestante particolarmente diffusa nell'ambito agricolo ovvero l'Arundo donax.

Sistemi di controllo meccanico

Infestazioni di piccole dimensioni possono essere estirpate manualmente facendo bene attenzione che l'intero apparato radicale e tutti i rizomi vengano rimossi completamente. dato che la canna domestica cresce in macchie dense e possiede grosse radici, la rimozione manuale o meccanica delle parti sotterranee di ampie monoculture clonali risulta essere un processo lento, difficile e spesso inefficace. pezzi di rizoma seppelliti sotto 1–3 m di terreno possono germogliare nuovamente e il disturbo arrecato dalla rimozione meccanica al suolo e alle comunità biologiche in esso presenti può essere forte.

Per strappare o rimuovere le piante germogliate da poco o gli individui giovani fino a 2 m di altezza, il momento ideale è quello subito successivo a forti acquazzoni, quando il terreno è morbido. I fusti delle piante più grandi possono essere tagliati con una sega elettrica o con il decespugliatore, mentre per togliere le radici conviene usare una vanga oppure un piccone. Quando possibile, l'uso di equipaggiamento pesante come un escavatore, è consigliabile.

Un altro metodo consiste nel soffocare le piante con una tela cerata. I fusti devono essere tagliati nel mese di maggio e quanto più possibile vicino al suolo e i monconi rimasti vanno coperti con una tela cerata molto spessa e lasciati così per un'intera stagione. In questo modo la luce non può

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	97 di 120

raggiungere le piante che quindi vedono ridursi drasticamente la loro capacità di eseguire la fotosintesi. La mancanza di luce impedisce la crescita di nuovi germogli e infine costringe le piante a esaurire le loro riserve energetiche fino a provocarne la morte.

Modalità di gestione dell'infestazione di *Arundo donax* nell'area di cantiere

Nel caso si evidenzi la presenza di infestazione di *arundo donax* nell'area di cantiere si procederà con l'implementazione di un programma di gestione e controllo che prevede l'azione combinata di interventi di controllo meccanico in prima battuta. L'intervento dovrà essere compatibile con il cronoprogramma di cantiere al fine di non creare ritardi e aggravio di costi realizzazione dell'opera. Sulle aree in cui è presente *Arundo donax* si procederà secondo la seguente procedura operativa:

1. Rimozione meccanica dei rizomi di *Arundo donax* mediante mini-escavatore cingolato cercando di rimuovere la totalità dei rizomi presenti nell'area di intervento effettuando uno scavo utile a eliminare tutti i rizomi.
2. Smaltimento del materiale vegetale prelevato in discarica controllata (compostaggio).
3. Al termine dell'intervento di realizzazione dell'impianto e prima dell'effettuazione della semina delle specie erbacee e della piantumazione delle specie arbustive definitive si procede con un'operazione di **falsa semina** che permette di eliminare in modo molto efficace tutte le infestanti.

Falsa semina:

- a) partendo da un terreno nudo, si inizierà ad irrigarlo come se avessimo già distribuito le sementi. Si faranno, pertanto, brevi irrigazioni più volte al giorno mantenendo il terreno costantemente umido.
 - b) l'irrigazione favorirà la rapida germinazione e lo sviluppo di tutte le infestanti e malerbe rimaste dormienti nel terreno. Appena spuntano le foglioline si effettuerà un'estirpazione meccanica concentrando l'intervento sulle specie altamente invasive.
4. Realizzazione dell'intervento di semina e/o piantumazione delle specie erbacee, arboree e arbustive;
 5. Controllo della presenza di specie invasive e infestanti in fase di post emergenza con il diserbo meccanico effettuato da personale specializzato.

6.5 MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA

Dall'analisi del piano colturale e delle colture che saranno praticate nell'area di intervento si è fatta una disamina dei macchinari che saranno utilizzati per meccanizzare tutte le operazioni colturali per le colture foraggere.

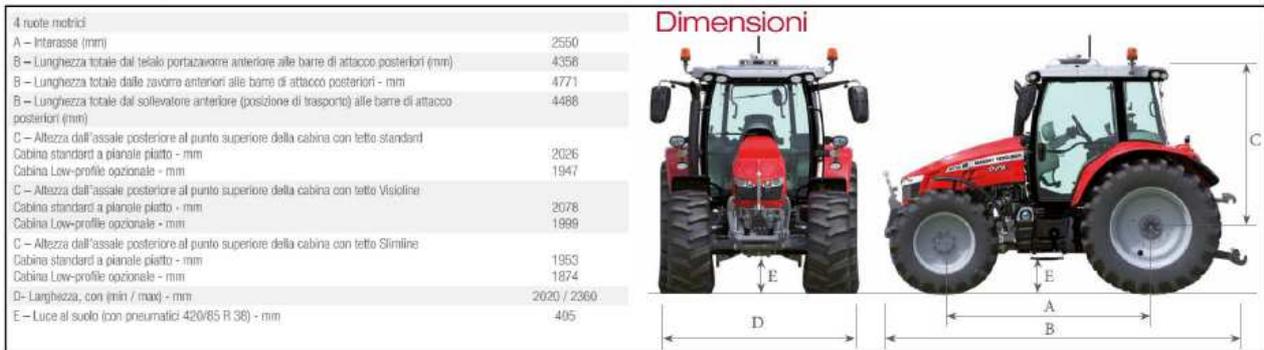
6.5.1 *La trattrice agricola*

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, ed ampiamente descritti al paragrafo 7, la gestione richiede necessariamente l'impiego di una **trattrice gommata convenzionale** ed, eventualmente, anche di una **trattrice gommata da frutteto**.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattrice gommata convenzionale dovrà essere di media potenza (100 kW) e con la possibilità di installare un elevatore frontale. Si faccia riferimento alla Figura 6.8 per le caratteristiche tecniche della trattrice.

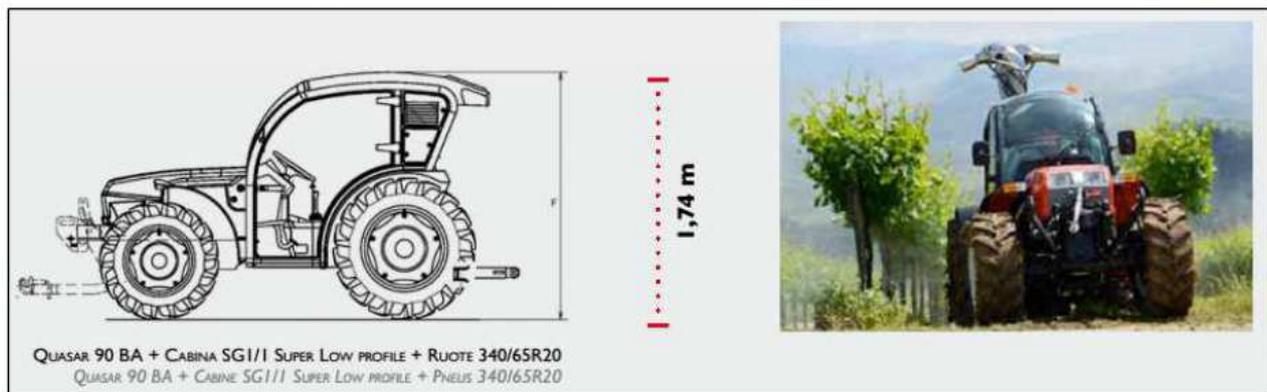
	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev. 0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag. 98 di 120

Figura 6.8: Dimensioni di una trattore gommata ideale per la gestione dell'azienda (Fonte: Massey-Ferguson)



Il trattore specifico da frutteto, rispetto alla trattore gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, indicativamente indicate nella Figura 6.9.

Figura 6.9: Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina standard (in basso) e cabina ribassata (in alto) (Foto: GOLDONI)



6.5.2 Macchinari per colture da foraggio

Per le colture da foraggio si farà pertanto ricorso ad un mezzo meccanico, la falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento (Figura 6.10) e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (striscie di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio di varie dimensioni che ben si adattano alle lavorazioni tra le interfile.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	99 di 120

Figura 6.10: Esempio di falciacondizionatrice frontale adatta a piccoli spazi (Foto: Bellon)



Figura 6.11: Esempio di falciacondizionatrice interceppo posteriore (Foto: Bellon)



Con l'utilizzo di macchinari specifici è inoltre possibile effettuare anche la gestione dell'erba (prato polifita) anche al di sotto della proiezione dei pannelli. Esistono infatti attrezzature che possono effettuare la falciatura del fieno che cresce al di sotto della proiezione dei pannelli. Con un apposito ranghinatore per argini e fossati (Figura 6.12) sarà inoltre possibile effettuare la ranghinatura dell'erba sfalciata al di sotto dei pannelli. Il **ranghinatore per argini e fossati** risolve l'annosa e faticosa rastrellatura manuale dell'erba nei fossi, nei canali e sugli argini, ma è adatto anche alle normali operazioni in piano. L'erba viene infatti spostata lateralmente e stesa per l'essiccazione, oppure posta in andana pronta per la raccolta. E' composto da un telaio portante fisso e da uno snodabile a comando idraulico, al quale è applicato l'aspo ranghinatore. Il telaio snodabile è anche munito di due ruote d'appoggio e di una catena che insieme rendono flottante l'aspo ranghinatore, permettendo di seguire in modo adeguato i dislivelli del terreno.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	100 di 120

Figura 6.12: ranghinatore per argini e fossati risolve l'annosa e faticosa rastrellatura manuale dell'erba nei fossi, nei canali e sugli argini, ma è adatto anche alle normali operazioni in piano (Foto: Cucchi)



Con l'utilizzo dei giusti macchinari è quindi possibile tagliare e raccogliere il foraggio che cresce su gran parte della superficie dell'impianto agrivoltaico.

Completate quindi le operazioni di falciatura e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imballatura del fieno utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1,50-1,80 m di diametro e 1,00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile (figura 6.13).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

Figura 6.13 - Rotoimballatrice prodotta dalla ditta Abbriota e relative caratteristiche dimensionali



MADE IN ITALY

CE

DATI TECNICI		M120 SUPER PLUS	M120 MAGNUM PLUS
Dimensioni balla	cm	Ø 120 x 120	Ø 120 x 120
	in	Ø 47,3 x 47,3	Ø 47,3 x 47,3
Larghezza del raccoglitore	cm	165	185
	in	64,9	72,8
Traversine	n°	31	31
P.d.F. giri/min.		540	540
Potenza richiesta	CV	50	60
Dimensioni: (La x Lu x H).	cm	215 x 330 x 185	245 x 330 x 197
	in	84,6 x 129,9 x 72,8	96,5 x 129,9 x 77,5
Peso	Kg	1.850	2.200
	lb	4.077	4.859
Pneumatici		11,5-80/15	11,5-80/15

[Scarica il depliant in formato PDF](#)



Vista laterale macchina con ballone a centro morbido formato in camera fissa a catena e traversine



Nella rotoimballatrice M120 SUPER PLUS è possibile sostituire facilmente il raccoglitore base senza coclee laterali (versione SUPER PLUS) con il raccoglitore extra largo con coclee laterali (versione MAGNUM PLUS)



Vista posteriore con allontanatore, rullo, denti infaldatore e catenaria con traversine

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	101 di 120

6.6 VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Sassari (SS), se ne analizzano le interferenze mediante la valutazione di ricostruzione del quadro conoscitivo del sistema agricolo sia in merito alle produzioni ordinarie che a quelle di qualità; la caratterizzazione del patrimonio agroalimentare e la valutazione delle interferenze dell'opera sullo stesso.

Ai fini della caratterizzazione dell'area e per arrivare ad un giudizio di conformità formulato in ottemperanza a quanto riportato all'art.12 comma 7 del Decreto Legislativo 29/12/2003 n.387 recante le norme in materia di "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", di particolare rilievo è l'analisi dell'uso del suolo agronomico a cui la stessa è assoggettata.

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che i terreni in questione, così come quelli delle aree circostanti, risultano gestiti a colture foraggere, cerealicole e a pascolo pertanto non si evidenzia una destinazione degli stessi a colture di particolare pregio che possano far presupporre l'esistenza di tutele, vincoli o contratti con la pubblica amministrazione per la valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali o della tutela di biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale dell'area stessa.

In definitiva, relativamente alle prescrizioni imposte dal Decreto Legislativo n.387 del 29/12/2003, ed in base alle informazioni raccolte e alle colture effettivamente praticate nell'area di intervento, non si rilevano interferenze dal punto di vista agronomico derivanti dalla realizzazione dell'opera sul sistema agricolo di pregio presente nell'area di progetto.

6.7 Valutazione delle interferenze sul patrimonio agroalimentare e agroforestale

L'interferenza sul patrimonio agroalimentare della zona si avrà in fase di realizzazione delle opere di progetto. Si nota comunque che non sarà previsto lo scotico dell'area di progetto di installazione pannelli e quindi l'impatto sarà ridotto notevolmente. La produzione agricola di non particolare pregio e le fasi di coltivazione previste le colture foraggere, cerealicole e a pascolo riducono anche in questo caso l'impatto, in quanto la coltivazione sarà realizzata in maniera integrata con la produzione di energia.

In termini quantitativi di occupazione del suolo il parco fotovoltaico prevede l'interessamento di una **superficie totale** catastale di **37,98 ha** circa e di una **superficie recintata di 27,99 ha**. Le strutture trackers saranno poste a un'altezza minima di **0,50** metri da terra e un'altezza massima di circa **4,34** metri da terra e la cui proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa **9,33 ha**. L'area netta agricola coltivabile ha una superficie totale di circa **17,25 ha** circa (interna alla recinzione).

I corridoi larghi circa mt 4, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno regolarmente coltivati secondo il piano colturale proposto.

Da tutte le osservazioni fatte ed espresse precedentemente si è fatta una valutazione delle potenziali interferenze generate dal progetto sul patrimonio agroalimentare e agroforestale che possono sostanzialmente ricondursi a due diverse tipologie:

- dirette;
- indirette.

Per le dirette: le opere in progetto determineranno una parziale trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dei suoli presenti nell'area di studio. Non è possibile, in relazione alla tipologia di opera, parlare di trasformazione definitiva dell'uso agricolo dei suoli: il progetto infatti prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico che potrà avere una vita utile di 30 anni, al termine della quale potrà essere ripristinato lo stato attuale dei luoghi alla naturale fertilità agronomica dei suoli.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	102 di 120

Di fatto l'area non coltivabile sarà quella occupata dalle strutture di sostegno mentre al di sotto dei pannelli verrà comunque mantenuta la copertura vegetale con la semina di colture foraggere.

Per le indirette: sebbene il concetto di frammentazione del fondo sia ampiamente trattato nell'estimo agrario, quello a cui ci si riferisce in questi presenta maggiori analogie con il concetto della frammentazione ecosistemica che però è riferito a terreni naturali, boschi, paludi ecc.

Riferendosi agli agro-ecosistemi si avrà che il fondo agrario, allorché frammentato nella sua continuità ed unitarietà ad opera di una qualsiasi azione antropica, andrà incontro ad una suddivisione in due o più porzioni, le quali presenteranno uno sviluppo superficiale inferiore a quello del fondo originario.

Le conseguenze di tali azioni sulla gestione agraria dei fondi, poi, potranno essere diverse qualora si sovrapponga (o meno) una condizione di interclusione del fondo frammentato.

Qualora la frammentazione determini una semplice riduzione dell'estensione fondiaria, la gestione agronomica del fondo risulterà solo parzialmente inficiata dall'opera, in quanto si manterranno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

Qualora, di contro, alla frammentazione si sovrapponga (a cascata) una condizione di interclusione del fondo, la gestione agronomica del fondo risulterà significativamente inficiata: potrebbero, infatti, venire meno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

In questi casi l'evoluzione gestionale dei fondi agrari consiste nell'abbandono o – altrimenti – nella trasformazione verso colture di valore agroalimentare inferiore.

Il progetto non determinerà alcuna frammentazione del fondo agrario, andando ad interessare un appezzamento nella sua interezza e comprendente un unico proprietario. Tutte le aree attualmente coltivate, comprese quelle poste al di fuori della recinzione continueranno ad essere coltivate in quanto verrà garantita l'accessibilità a tutta l'area in disponibilità.

6.7.1 Valutazione delle interferenze sul patrimonio agroalimentare e agroforestale

L'interferenza sul patrimonio agroalimentare della zona si avrà in fase di realizzazione delle opere di progetto. Si nota comunque che non sarà previsto lo scotico dell'area di progetto di installazione pannelli e quindi l'impatto sarà ridotto notevolmente.

La produzione agricola di non particolare pregio e gli interventi previsti di coltivazione di foraggere e rigenerazione del pascolo, riducono anche in questo caso l'impatto, in quanto la gestione delle coltivazioni sarà realizzata in maniera integrata con la produzione di energia.

In termini quantitativi di occupazione del suolo il parco fotovoltaico prevede l'interessamento di una superficie catastale (esclusi edifici) di **38,41 ha** circa e di una **useful area** (area recitata + mitigazioni) di **31,14 ha**.

Le strutture saranno poste a una quota minima di **0,50 m** da terra e massima di **4,56 m** ed una proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa **11,15 ha**. **L'area agricola libera interna all'impianto coltivabile a foraggere e a pascolo ha una superficie totale di circa 18,28 ha e un'area coltivabile esterna alla recinzione pari a 5,6 ha.**

I corridoi larghi circa mt 6, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno regolarmente coltivati a foraggere e a pascolo come anche le aree poste al di sotto dei pannelli saranno accessibili agli animali al pascolo.

Da tutte le osservazioni fatte ed espresse precedentemente si è fatta una valutazione delle potenziali interferenze generate dal progetto sul patrimonio agroalimentare e agroforestale che possono sostanzialmente ricondursi a due diverse tipologie:

- dirette;
- indirette.

Per le dirette: le opere in progetto determineranno una trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dei suoli presenti nell'area di studio. Non è possibile, in relazione alla tipologia di opera, parlare di trasformazione definitiva dell'uso agricolo dei suoli: il progetto infatti prevede

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	103 di 120

l'installazione di un impianto fotovoltaico che potrà avere una vita utile di 30 anni, al termine della quale potrà essere ripristinata la naturale fertilità agronomica dei suoli.

Per le indirette: parte delle opere in progetto determinerà la frammentazione dei fondi agricoli presenti nell'area di studio. Sebbene il concetto di frammentazione del fondo sia ampiamente trattato nell'estimo agrario, quello a cui ci si riferisce in questi presenta maggiori analogie con il concetto della frammentazione ecosistemica che però è riferito a terreni naturali, boschi, paludi ecc.

Riferendosi agli agro-ecosistemi si avrà che il fondo agrario, allorché frammentato nella sua continuità ed unitarietà ad opera di una qualsiasi azione antropica, andrà incontro ad una suddivisione in due o più porzioni, le quali presenteranno uno sviluppo superficiale inferiore a quello del fondo originario.

Le conseguenze di tali azioni sulla gestione agraria dei fondi, poi, potranno essere diverse qualora si sovrapponga (o meno) una condizione di interclusione del fondo frammentato.

Qualora la frammentazione determini una semplice riduzione dell'estensione fondiaria, la gestione agronomica del fondo risulterà solo parzialmente inficiata dall'opera, in quanto si manterranno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

Qualora, di contro, alla frammentazione si sovrapponga (a cascata) una condizione di interclusione del fondo, la gestione agronomica del fondo risulterà significativamente inficiata: potrebbero, infatti, venire meno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

In questi casi l'evoluzione gestionale dei fondi agrari consiste nell'abbandono o – altrimenti – nella trasformazione verso colture di valore agroalimentare inferiore.

Il progetto non determinerà alcuna frammentazione del fondo agrario, andando ad interessare un appezzamento nella loro interezza e posto isolato rispetto a tutta l'azienda.

In ogni caso è prevista, alla dismissione dell'impianto, la messa in pristino delle aree con recupero della capacità agronomica dei suoli mediante apporto di ammendante e suo interrimento superficiale (20 cm) con lavorazioni del tipo sarchiatura o erpicatura. In tal modo al termine della dismissione l'intera area di intervento potrà essere nuovamente utilizzata a fini agricoli.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	104 di 120

7 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

7.1 Caratteristiche generali

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura.

Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra.

È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

Il pattern tridimensionale (distribuzione spaziale, densità dei moduli in pianta e altezza minima da terra) di un impianto fotovoltaico a terra corrisponde, in generale, a una progettazione in cui le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest (angolo di azimuth pari a 0°) ed i moduli guardano il sud (nell'emisfero nord), con un angolo di inclinazione al suolo (tilt) pari alla latitudine meno una decina di gradi; le file di moduli sono distanziate in modo da non generare ombreggiamento reciproco se non in un numero limitato di ore e l'altezza minima dei moduli da terra è tale che questi non siano frequentemente ombreggiati da piante che crescono spontaneamente attorno a loro. Questo pattern - ottimizzato sulla massima prestazione energetica ed economica in termini di produzione elettrica - si modifica nel caso di un impianto agrivoltaico per lasciare spazio alle attività agricole e non ostacolare (o anche favorire) la crescita delle piante.

Un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica "tessera" o da un insieme di tessere, anche nei confini di proprietà di uno stesso lotto, o azienda. Le definizioni relative al sistema agrivoltaico si intendono riferite alla singola tessera.

Le definizioni e le grandezze del sistema agrivoltaico trattate nel presente documento, ove non diversamente specificato, si riferiscono alla singola tessera.

7.2 Definizioni principali

$S_{agricola}$: Superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati. Essa esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea).

S_{tot} : Superficie di un sistema agrivoltaico: area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico.

S_{pv} : Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico, somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice);

LAOR: $(S_{pv} / S_{tot}) * 100$

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	105 di 120

FV_{agri} : Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico: produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;

$FV_{standard}$: Producibilità elettrica specifica di riferimento: stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico;

7.3 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Nella presente sezione sono trattati con maggior dettaglio gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- **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;
- **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;
- **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;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

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.
- 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 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.

7.4 Metodologia e verifica dei requisiti per impianto agrivoltaico

Al fine di poter definire un impianto quale agrivoltaico è necessaria la verifica dei requisiti A (per ogni tessera di composizione dell'impianto fotovoltaico), B e D.2, così come definito dalle Linee Guida del Mite pubblicate il 27/06/2022.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	106 di 120

Di seguito gli step che illustrano la metodologia di calcolo attraverso i quali è possibile dimostrare che l'impianto in progetto è classificabile quale impianto agrivoltaico

- Individuazione tessere e verifica del requisito A (A.1 e A.2):
- Verifica del requisito B (B.1 e B.2);
- Verifica del requisito D.2

7.4.1 Individuazione tessere e verifica del requisito A

Requisito A

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

- A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;
- A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)8.

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$$

A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	107 di 120

dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%: $LAOR \leq 40\%$

In ottemperanza a quanto indicato nelle linee guida del Mite, al fine di poter procedere con la verifica del requisito A, nei punti A.1 e A.2, sono state individuate all'interno dell'area impianto quattro diverse macro-zone denominate TESSERA 1, TESSERA 2, TESSERA 3, TESSERA 4, TESSERA 5, TESSERA 6, TESSERA 7 (rif. figura sottostante).

Figura 7.1: Suddivisione in tessere



Per ciascuna tessera individuata sono state definite: la superficie agricola $S_{agricola}$, la superficie totale degli ingombri dei moduli S_{pv} e la superficie totale del sistema agrivoltaico S_{tot} e verificati i punti specifici del requisito A:

- A.1) $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
- A.2) $LAOR \leq 40\%$.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	108 di 120

Di seguito la sintesi dei calcoli:

TESSERA 1:

$$S_{\text{agricola}} = 3190,50 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 579,48 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 3710,50 \text{ mq}$$

A.1 $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$
 $3190,50 \text{ mq} \geq 2597,35 \text{ mq}$ OK

A.2 $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$
 $16\% \leq 40\%$ OK

TESSERA 2:

$$S_{\text{agricola}} = 65484,50 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 19410,89 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 71156,00 \text{ mq}$$

A.1 $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$
 $65484,50 \text{ mq} \geq 49809,20 \text{ mq}$ OK

A.2 $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$
 $27\% \leq 40\%$ OK

TESSERA 3:

$$S_{\text{agricola}} = 10162,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 2246,27 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 11189,00 \text{ mq}$$

A.1 $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$
 $9837,50 \text{ mq} \geq 7832,30 \text{ mq}$ OK

A.2 $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$
 $20\% \leq 40\%$ OK

TESSERA 4:

$$S_{\text{agricola}} = 8115,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 2461,27 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 8757,00 \text{ mq}$$

A.1 $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$
 $8115,00 \text{ mq} \geq 6129,90 \text{ mq}$ OK

A.2 $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$
 $28\% \leq 40\%$ OK

TESSERA 5:

$$S_{\text{agricola}} = 28300,50 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 11212,90 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 29389,00 \text{ mq}$$

A.1 $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$ OK

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	109 di 120

23800,50 mq \geq 20572,30 mq OK

A.2 LAOR (S_{pv} / S_{tot}) \leq 40%
38% \leq 40% OK

TESSERA 6:

$S_{agricola} = 111916,62$ mq

$S_{pv} = 46855,78$ mq

$S_{tot} = 116042,00$ mq

A.1 $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
111916,62 mq \geq 81229,40 mq OK

A.2 LAOR (S_{pv} / S_{tot}) \leq 40%
40% \leq 40% OK

TESSERA 7:

$S_{agricola} = 67696,50$ mq

$S_{pv} = 28703,84$ mq

$S_{tot} = 71138,00$ mq

A.1 $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
67696,50 mq \geq 49796,60 mq OK

A.2 LAOR (S_{pv} / S_{tot}) \leq 40%
40% \leq 40% OK

7.4.2 Verifica del requisito B

Requisito B

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli. Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

- B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
- B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

B.1 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

- a) L'esistenza e la resa della coltivazione

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	110 di 120

di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

L'area di studio si colloca nella sub-regione storica della Sardegna chiamata Nurra, area agricola pianeggiante del nord-ovest della Sardegna, situata nell'area compresa tra Alghero, Sassari, Porto Torres e Stintino, tra il golfo dell'Asinara a nord-est, il mar di Sardegna ad ovest, dal Riu Mannu a est e dai rilievi del Logudoro a sud-est.

Nello specifico, l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di estese coltivazioni a seminativo, pascoli e pascoli arborati; sulle aree circostanti sono presenti anche formazioni forestali caratterizzate dalla presenza delle specie tipiche della macchia a dominanza di leccio. Diffuse al margine dei coltivi e dei pascoli sono le siepi campestri che presentano un elevato valore in termini di incremento della biodiversità diffusa. All'interno dell'area in parola sono presenti due strutture abitative dalle quali con la disposizione dei pannelli ci si è tenuti a debita distanza: una dove risiede uno dei proprietari del campo e l'altra utilizzata come struttura di appoggio da un altro proprietario.

Dall'analisi del Piano Urbanistico Comunale di Sassari emerge che l'area di impianto ricade in zona "E" agricola, segnatamente "E2b" ed "E2c" che, secondo le indicazioni del D.P.G.R. n.228/94, corrispondono rispettivamente ad "**Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni non irrigui**" (es. seminativi in asciutto) e "**Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva anche in funzione di supporto alle attività zootecniche tradizionali in aree a bassa marginalità**" (es. le colture foraggere, seminativi arborati, colture legnose non tipiche e non specializzate); l'intervento prevede il mantenimento della vocazione agricola e zootecnica della zona.

Si è proceduto all'esecuzione di verifiche ed approfondimenti diretti nelle aree agricole ricadenti nell'area di studio mediante specifico sopralluogo in data 31 agosto 2022. Questa fase di approfondimento ha consentito di verificare i principali ordinamenti colturali attesi nell'area. Nello specifico l'area di intervento è adibita a seminativi (foraggere e cereali).

La scelta dell'avvicendamento colturale praticato è ricaduta su colture compatibili con le caratteristiche dell'impianto in progetto dove i pali di sostegno sono distanti tra loro 9 m.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	111 di 120

Nel caso dei **tracker** abbiamo un'**altezza minima da terra di 0,50 m, altezza massima 4,56 m** (con pannelli inclinati a 55°), **altezza media 2,42 m** (con pannelli posti orizzontalmente).

Dall'analisi dell'area di intervento e da colloqui fatti con i coltivatori locali un avvicendamento abitualmente realizzato sull'area di intervento è così composto: CEREALE (frumento, orzo, avena) – LEGUMINOSE DA FORAGGIO (ANNUALI) – PRATO ANNUALE (Miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio).

Per l'impianto agrivoltaico il progetto agronomico prevede di destinare una parte dell'impianto a **prato pluriennale**, mentre nell'altra parte dell'impianto attuare una rotazione tra un **cereale** e delle **foraggiere annuali** come di seguito descritto:

- PRATO PLURINNALE (Miscela di leguminose e graminacee pluriennali da pascolo o foraggio)
- ROTAZIONE: CEREALE (orzo, avena) – SULLA – PRATO ANNUALE (Miscela di leguminose e graminacee annuali da pascolo o foraggio).

Si procede quindi a confrontare il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

Tabella 7.1 – Confronto tra il valore della produzione agricola prevista, con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area di intervento

AVVICENDAMENTO ATTUALE				PIANO CULTURALE PROPOSTO			
Coltura	Resa produttiva (q/ha)*	Prezzo (€/q)**	Plv (€/ha)	Coltura	Resa produttiva (q/ha)*	Prezzo (€/q)**	Plv (€/ha)
Leguminosa da foraggio	80	16,00	1.280,00	Prato pluriennale	70	14,00	980,00
Prato annuale	120	14,00	1.680,00	Prato annuale	120	14,00	1.680,00
Grano duro	40	52,00	2.080,00	Sulla	80	16,00	1.280,00
				Orzo	40	38,00	1.520,00

* Rese produttive ricavate da: *Fonte ISTAT* considerando la resa produttiva dei pascoli poveri.
** Prezzi di mercato medi ricavati sul mercato locale di compravendita foraggi.

Dal confronto riportato in tabella 7.1 emerge che il valore della produzione agricola ad ettaro prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso è comparabile a quello registrato sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti.

Sarà inoltre possibile monitorare il dato produttivo prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	112 di 120

B.2 Producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FV_{standard} in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{standard}$$

$$FV_{agri} = 41,569 \text{ GWh/year}$$

$$FV_{standard} = 56,541 \text{ GWh/year}$$

$$41,569 \text{ GWh/year} \geq 33,925 \text{ GWh/year} \quad \text{OK}$$

Per la verifica del requisito B.2 è stato impiegato il medesimo sistema software di calcolo, ovvero PVSyst, comparando il progetto proposto con una soluzione progettuale di tipo standard così articolata:

- stesso area di intervento
- stessa tipologia di moduli (bifacciali) e di inverter
- posizionamento su struttura fissa orientata a sud con tilt di 28° (latitudine -10°)

7.4.3 Verifica del requisito D

Requisito D

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

D.1) il risparmio idrico;

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.

D.1 Risparmio idrico

In considerazione della vocazione foraggera e zootecnica del sito, delle specie erbacee selezionate le coltivazioni e delle caratteristiche dell'impianto, che consentono la creazione di condizioni di temperatura e umidità favorevoli all'attività agricola e la riduzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento, non si ritiene necessario fare ricorso ad interventi irrigui.

D.2 Continuità dell'attività agricola

Nel corso della vita dell'impianto, saranno monitorati i dati relativi a:

- Produzione ad ettaro di foraggiere e cereali;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	113 di 120

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti della realizzazione dell'impianto sulla produzione foraggera si possono applicare degli indici di valutazione con varie metodologie di seguito descritte.

Il sistema più immediato per valutare l'offerta foraggera di un prato (t s.s ha-1) è di procedere allo sfalcio di aree campione di varia forma e superficie mirando alla migliore rappresentatività delle stesse. Per cogliere la variabilità spaziale naturale dei prati sono preferibili aree campione lineari (es. 0,10 x 10 m) ripetute e falciate con tosatrice elettrica.

La produzione delle foraggere può essere anche stimata conoscendo la relazione esistente tra offerta foraggera e altezza-fittezza dell'erba misurabile mediante un erbometro a piatti con ripetuti rilievi. Questa tecnica ha trovato applicazione nella gestione di cotiche omogenee condotte in modo intensivo.

- il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Nel corso delle varie annate agrarie si effettuerà quindi un monitoraggio della resa delle colture foraggere fornendo poi un report di monitoraggio.

I risultati di tale monitoraggio saranno riportati in una relazione tecnica asseverata a cura di un agronomo da redigersi con cadenza annuale.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	114 di 120

8 OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE

8.1 Definizione degli interventi di mitigazione

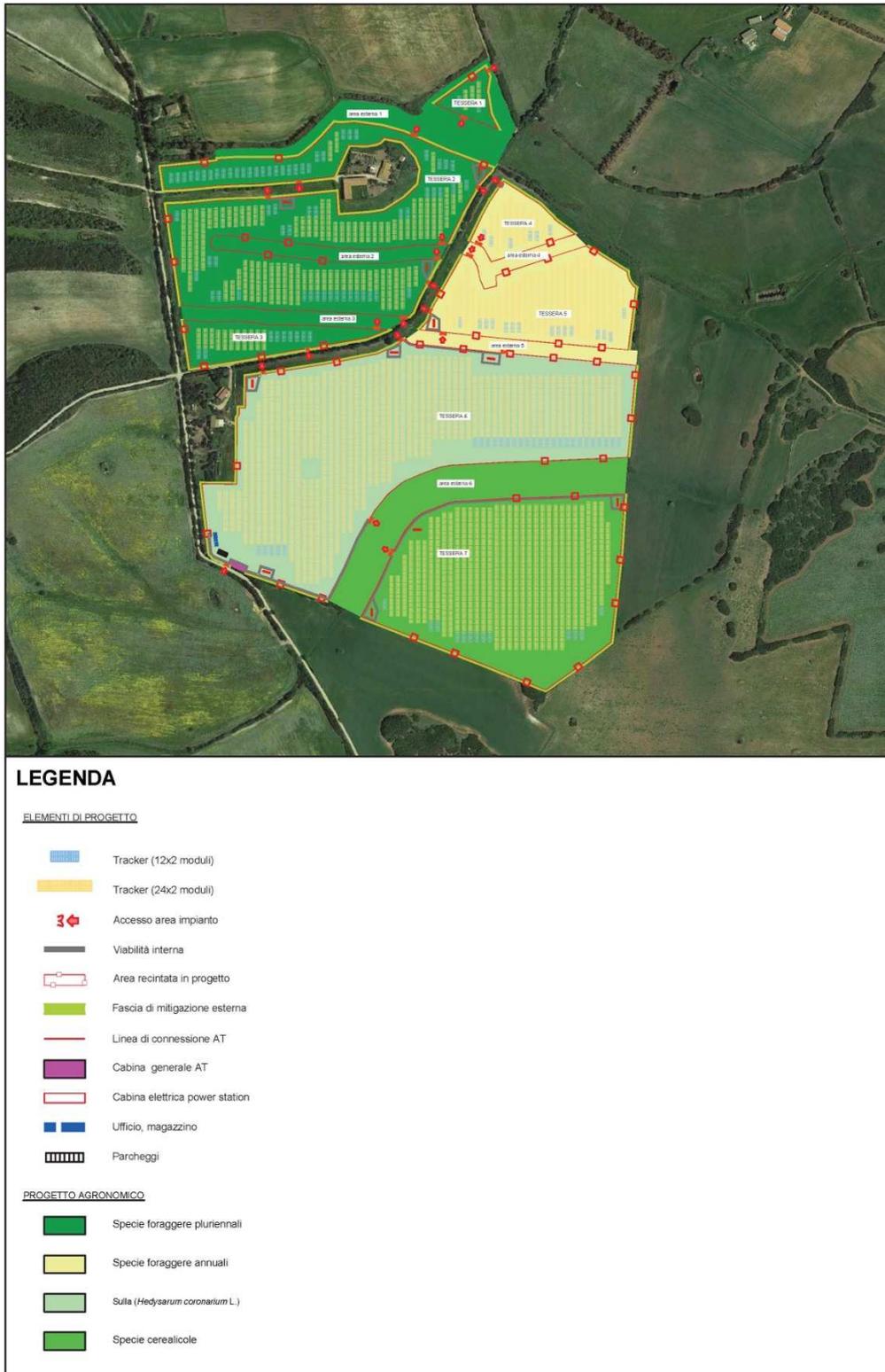
Per mitigare la percepibilità dell'impianto dai principali punti di vista, e comunque, per migliorarne l'inserimento ambientale e paesaggistico nel contesto di appartenenza, **si prevede la realizzazione delle seguenti opere a verde:**

1. **Realizzazione di siepe arbustiva con funzione di mitigazione dell'impatto visivo in corrispondenza dei lati dell'impianto di maggior intervisibilità rispetto al contesto circostante**, come rappresentato nella **Figura 8.1**. Sui lati esterni alla recinzione perimetrale dell'impianto, al fine di garantire il corretto inserimento delle opere in termini ecologici e paesaggistici, si procederà con la messa a dimora di specie arbustive tipiche del contesto d'intervento in modo tale da proporre sistemazioni coerenti con l'agroecosistema d'inserimento, evitando di creare un "effetto barriera" e contribuendo a incrementare una rete locale di connettività ecologica.

Per quanto riguarda i criteri di scelta delle specie arbustive ci si è orientati verso l'utilizzo di specie con foglie persistenti al fine di garantire una schermatura permanente lungo tutte le stagioni. Le specie prescelte raggiungono altezze idonee di 3-6 metri e per alcune specie anche sino a 10 m, consentendo quindi di schermare interamente i pannelli anche quando sono inclinati a 55°. Inoltre, considerando che sono per lo più specie con portamento cespuglioso garantiscono una schermatura più fitta rispetto alle specie arboree a fusto unico. La crescita delle specie arbustive sarà inoltre aiutata dagli interventi di manutenzione che saranno realizzati nel post-impianto al fine di consolidare la schermatura dell'impianto nel più breve tempo possibile. Gli interventi di manutenzione delle siepi arbustive consentiranno infine di evitare fenomeni di ombreggiamento dei pannelli che potrebbero compromettere l'efficienza dell'impianto.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	115 di 120

Figura 8.1 – Piano culturale e interventi di mitigazione di progetto



	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	116 di 120

8.1.1 Scelta delle specie per la realizzazione degli interventi di mitigazione

Nel contesto rurale circostante la piantumazione di siepi campestri costituiranno elementi della rete ecologica locale e potranno fornire supporto a piccole specie faunistiche stanziali o in transito, migliorando le caratteristiche ecologiche del luogo.

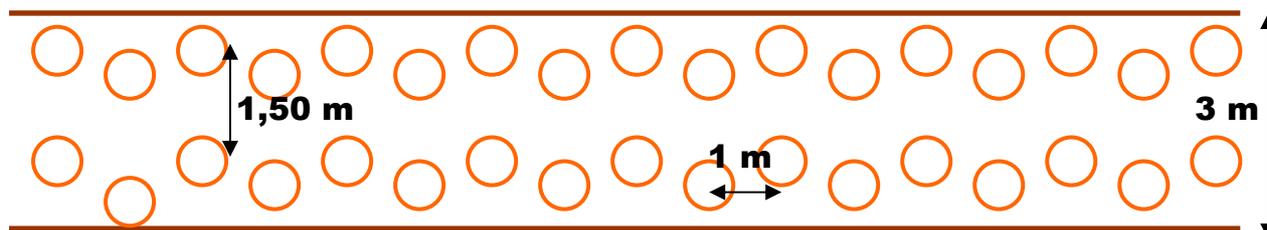
Dal punto di vista paesaggistico in termini percettivi, in considerazione del fatto che i pannelli e i cabinati hanno ridotta altezza dal suolo, si ritiene che la piantumazione di specie arbustive in corrispondenza dei lati dell'impianto di maggior intervisibilità rispetto al contesto circostante, sia sufficiente a mitigare la percepibilità dell'impianto, favorendone il migliore inserimento nel contesto ambientale e paesaggistico di appartenenza.

Al fine di garantire una migliore occupazione dello spazio epigeo ed ipogeo, ridurre l'artificialità di un sesto geometrico tipico degli interventi a carattere antropico e comunque tenuto conto della funzione di mitigazione rivestita dall'impianto della siepe arbustiva. L'impianto lungo le file avverrà con collocazione sfalsata e, quindi, con sesto irregolare.

La siepe perimetrale avrà una ampiezza di circa 3 metri in funzione delle zone da schermare e degli spazi a disposizione.

Le piante saranno disposte su due file (Figura 8.2) e verranno impiegate le seguenti specie: *Quercis ilex* (leccio), *Laurus nobilis* (alloro), *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Phyllirea latifolia* (fillirea), *Erica arborea* (erica arborea), *Myrtus communis* (mirto), *Arbutus unedo* (corbezzolo).

Figura 8.2 – Schema di impianto delle specie arbustive (arancio)



Di seguito si riporta una tabella contenente le specie che si prevede di mettere a dimora nell'ambito della realizzazione della siepe arbustiva di mitigazione, la densità di impianto e le caratteristiche del materiale vivaistico.

Onde evitare che con lo sviluppo di specie infestanti pioniere lo strato arbustivo venga soffocato e quindi le specie di maggiore pregio non riescano ad attecchire correttamente, l'impianto delle **specie arbustive avrà densità d'impianto pari a 1 pianta/ml. Pertanto, in un filare di 100 metri lineari saranno presenti 200 arbusti.**

La necessità di utilizzare il sesto d'impianto sopra descritto nasce dall'esigenza di creare una naturalità diffusa nella siepe arbustiva che dovrà somigliare quanto più possibile alle siepi campestri spontanee presenti in natura. Le specie messe a dimora saranno distribuite in modo randomizzato affinché non si percepisca la natura antropica del popolamento vegetale.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	117 di 120

Tabella 8.1 – Elenco specie e densità di impianto (in verde sono evidenziate le specie a foglie persistenti)

Piano arbustivo (densità di impianto: 1 p.ta/ml) per una fila						
Nome specifico	Nome volgare	%	N. piante per 100 ml	Età	Altezza (cm)	Contenitore (l)
<i>Quercus ilex (allevato a siepe)</i>	leccio	40	40	-	80-100	0,75
<i>Laurus nobilis</i>	alloro	25	25	-	80-100	0,75
<i>Pistacia lentiscus</i>	lentisco	10	10	-	80-100	0,75
<i>Phyllirea latifolia</i>	fillirea	10	10	-	80-100	0,75
<i>Crataegus monogyna</i>	biancospino	5	5	-	80-100	0,75
<i>Myrtus communis</i>	mirto	5	5	-	80-100	0,75
<i>Arbutus unedo</i>	corbezzolo	5	5	-	80-100	0,75
Totale specie arbustive per 100 ml		100	100			

Le recinzioni perimetrali saranno realizzate con elementi di minimo ingombro visivo e tali da consentire l'attraversamento da parte di piccoli animali; si è previsto che la stessa sia realizzata con **particolari accorgimenti funzionali a salvaguardare la permeabilità ecologica** del contesto, garantendo lo spostamento in sicurezza piccoli mammiferi o altre specie animali di taglia contenuta (anfibi, rettili, ecc.), mediante il mantenimento di una 'luce' inferiore di altezza pari a 10 cm.

8.2 Manutenzione del verde per la durata prevista dell'opera

8.2.1 Presupposti di qualità nella realizzazione delle opere a verde

Sulle aree sulle quali è previsto l'impianto vegetale, dopo gli interventi di installazione dei pannelli fotovoltaici, verrà effettuato l'impianto delle specie arbustive scelte per la formazione di opere di mitigazione a verde.

Prima dell'inizio dei lavori delle opere a verde, la DD.LL fornirà alla ditta esecutrice le specifiche di dettaglio e le procedure di qualità che intende seguire durante le fasi di apprestamento del cantiere, le fasi di reperimento del materiale e tutte le fasi operative.

I lavori a verde saranno supervisionati da un Dottore Agronomo esperto in materia che si interfacerà con la direzione lavori del cantiere al fine di meglio organizzare e gestire tutte le operazioni di realizzazione dell'impianto a verde.

I lavori a verde saranno condotti con personale di provata capacità. I lavori sugli arbusti (impianto, potatura, ancoraggio) dovranno essere effettuati da personale di provata qualificazione.

Di seguito si descrivono gli interventi da attuarsi per i primi 5 anni del post-impianto che risultano fondamentali per la riuscita degli impianti vegetali:

1° anno

Verrà realizzata la piantumazione delle specie arbustive sulle aree oggetto di intervento:

Eventuali interventi:

- sfalci periodici finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive di impianto;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie invasive ed esotiche;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	118 di 120

2° anno:

Nell'anno successivo verrà seguito l'evolversi della situazione; al rinverdimento artificiale si affiancherà contemporaneamente una ricolonizzazione naturale delle specie pioniere locali. Col tempo la copertura vegetale evolverà verso una forma capace di autosostenersi.

- sfalci finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;

3° Anno

- sfalci periodici (secondo necessità);
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;
- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);

4°-5° anno:

- eventuali sfalci periodici;
- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);

Anni successivi (sino alla fase di dismissione dell'impianto):

Negli anni successivi, una volta consolidato l'impianto vegetale questo verrà lasciato evolversi secondo una serie naturale arrivando in breve tempo a costituire un ecosistema in grado di autosostenersi e di garantire le funzioni di incremento della biodiversità locale e di mitigazione dell'impatto visivo. Annualmente verranno eseguiti interventi di manutenzione ordinaria quali potature, sfalci e controllo delle specie infestanti, tutti interventi che rientrano nella manutenzione ordinaria dell'impianto.

8.2.2 Manutenzione e monitoraggio degli interventi di piantumazione

Nei primi anni dopo l'impianto, fino a quando il nuovo impianto vegetale non si sarà consolidato ed evolvere in modo spontaneo verso forme più complesse, bisogna effettuare una corretta manutenzione delle componenti arboree e arbustive del progetto.

Le principali operazioni da eseguire sono:

1. **Irrigazioni:** Per quanto si impieghino specie vegetali degli ecotipi locali e quindi adattate a resistere alle avversità atmosferiche e a lunghi periodi di siccità, nei primi anni dopo l'impianto, soprattutto nelle stazioni più critiche, le piante messe a dimora possono richiedere irrigazioni di soccorso.
2. **Concimazione:** La vegetazione di nuovo impianto; la concimazione con cornunghia media ha lo scopo di arricchire il terreno delle sostanze fertilizzanti necessarie per l'attecchimento delle piante che costituisce la fase più critica del loro sviluppo. Per le concimazioni si deve avere l'avvertenza di non eccedere nei dosaggi e nelle frequenze di distribuzione, in quanto potrebbero produrre effetti indesiderati, come uno sviluppo radicale superficiale che renderebbe le piante più sensibili agli stress idrici e poco adatte ad assolvere alle funzioni per cui sono state impiegate. Questi particolari interventi colturali si rendono sovente necessari negli stadi iniziali e soprattutto nelle situazioni stazionali più sfavorevoli.
3. **Lavorazione del terreno e pacciamatura:** I nuovi impianti di arbusti devono essere sottoposti a sarchiature periodiche per ridurre la competizione con le specie erbacee più invadenti e resistenti. In alcuni casi, anche come provvedimento di rivestimento del terreno e

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)	Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA	Pag.	119 di 120

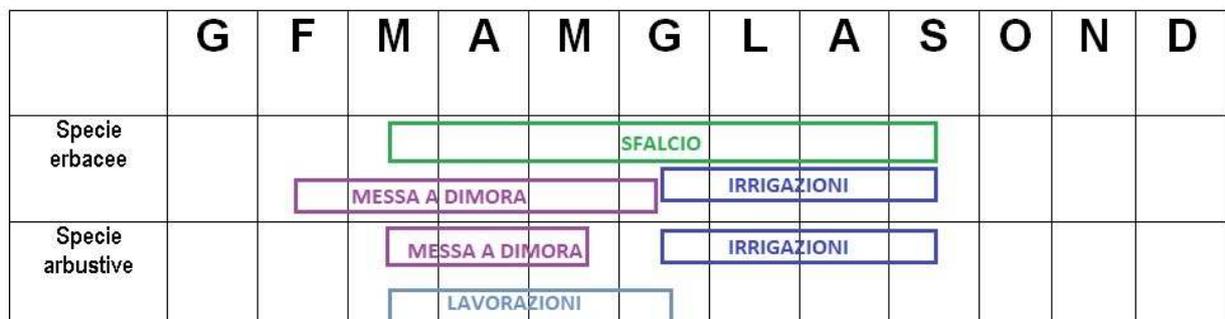
ridurre i fenomeni di ruscellamento delle acque superficiali, può essere utile la pacciamatura con materiale organico.

4. **Sistemazione dei danni causati da erosione:** si deve procedere nel più breve tempo possibile alla sistemazione dei danni causati da erosione (controllo delle sistemazioni idraulico-agrarie e regimazione delle acque superficiali, ecc.).
5. **Sostituzione delle piante morte e rinnovo delle fallanze:** le piante morte devono essere sostituite con altre identiche; queste operazioni devono essere eseguite in modo tempestivo dall'accertamento del mancato attecchimento per evitare l'innescio di fenomeni erosivi localizzati e danni alle opere realizzate.
6. **Potature, tagli selettivi e ceduzione:** le potature di formazione, di rimonda e i tagli selettivi devono essere effettuati in funzione degli obiettivi prefissati dal progetto e comunque nel rispetto delle caratteristiche strutturali delle singole specie.
7. **Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere:** per quanto si impieghino specie vegetali locali di provata resistenza agli attacchi di malattie e di parassiti, è comunque sempre opportuno controllare la comparsa di possibili manifestazioni patologiche provvedendo alla tempestiva eliminazione dei fenomeni per evitare o limitare la diffusione. In caso di accertato attacco si dovrebbe provvedere alla sostituzione delle componenti vegetali danneggiate.

Il periodo idoneo alle operazioni di manutenzione è variabile: in generale, durante il periodo vegetativo (autunno-inverno) si effettuano potature, risarcimenti, mentre le irrigazioni ed i diradamenti si effettuano nel periodo estivo.

Figura 8.2 - Tabella esemplificativa manutenzioni annuali

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Specie erbacee												
Specie arbustive												



	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 23,115 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 20,5 MW Comune di Sassari (SS)		Rev.	0
	22-00035-IT-SANTAGIUSTA_SA-R06 RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA		Pag.	120 di 120

CRONOPROGRAMMA MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE												
2023 - 2030	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
MONITORAGGIO												
Controllo sviluppo specie infestanti ed esotiche					X	X	X					
Verifica attecchimento			X	X	X	X	X	X	X		X	
INTERVENTI DI RIPRISTINO												
Sostituzione di fallanze			X									
Irrigazione di soccorso ordinaria oppure straordinaria							X	X				
Manutenzione delle conche al piede delle piante			X									
Ripristino della verticalità o messa in opera di pali tutori			X									
Potatura delle piante arbustive per fini fitosanitari o per il conferimento di particolari forme di allevamento delle piante			X									
Contenimento della vegetazione infestante			X							X		
Controllo e sistemazione dei danni prodotti dall'erosione			X									

8.3 Gestione del post-impianto

Le opere di mitigazione a verde verranno mantenute, salvo quelle che possono interferire con le colture future.

Nelle primissime fasi dell'avvio della dismissione dell'impianto saranno avviate indagini circa le colture locali, anche con confronto diretto con gli agricoltori della zona, al fine di studiare le coltivazioni da impiantare. Verranno effettuate anche analisi del terreno prelevando campioni su aree omogenee della superficie occupata dall'impianto. Le analisi del terreno consentiranno di stilare un piano di concimazione in grado di correggere eventuali deficit nutrizionali in funzione delle colture che saranno praticate successivamente alla dismissione.

Al termine della dismissione dell'impianto sarà quindi assicurato il totale ripristino del suolo agrario originario, previa pulizia e smaltimento di eventuali materiali residui, quali spezzoni o frammenti metallici, frammenti di cemento, etc.

Alla dismissione dell'impianto, la messa in pristino prevede inoltre il **completo recupero della capacità agronomica dei suoli** mediante apporto di ammendante organico e suo interrimento con operazione superficiale (20 cm) come un'aratura leggera o erpicatura. Questo consentirà di riequilibrare, su tutta la superficie di impianto, la dotazione di sostanza organica del terreno. I terreni interessati dall'impianto potranno quindi continuare ad essere coltivati seguendo le rotazioni e gli avvicendamenti tipici del contesto circostante.