

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO GINESTRAS**

**COMUNE DI SASSARI (SS)**

PROPONENTE

**Sardegna Green 7 s.r.l.**  
Traversa Bacchileddu, n. 22  
07100 SASSARI (SS)

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE  
NEL COMUNE DI SASSARI**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

**OGGETTO:**  
Relazione agronomica e pedologica

CODICE ELABORATO

**VIA  
R04**

COORDINAMENTO

**DOTT. ING. MICHELE PIGLIARU**  
VIA PIEMONTE, 100 - NUORO  
TEL.-FAX: 0784/259024



GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott. Ing. Diego Bellini  
Dott. Geol. Gianni Calia  
Dott. Arch. Fabrizio Delussu  
Dott. Ing. Pierpaolo Lai  
Dott. Ing. Gian Michele Medde  
Dott. Ing. Michele Pigliaru  
Dott. Ing. Giuseppe Pili  
Dott. Agr. Giuliano Sanna  
Dott. Agr. Vincenzo Satta  
Dott. Agr. Vincenzo Sechi

REDATTORE

Dott. Agr. Giuliano Sanna

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE
00	Gennaio 2024	Prima emissione

FORMATO  
ISO A4 - 297 x 210

## INDICE RELAZIONE AGRONOMICA

### 1. GENERALITA'

- 1.1 Introduzione.

### 2. INQUADRAMENTO DELLA' AREA

- 2.1 Inquadramento geografico.
- 2.2 Inquadramento climatico.
- 2.3 Inquadramento e studio pedologico.
- 2.4 Descrizione dello stato dei luoghi.

### 3. UTILIZZO PASSATO E POTENZIALITA' AGRONOMICA ATTUALE

- 3.1 Utilizzo dei suoli negli ultimi 50 anni.
- 3.2 Utilizzo e potenzialità agronomica attuale.

### 4. UTILIZZO E POTENZIALITA' AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO

- 4.1 Considerazioni generali.
- 4.2 Interventi agronomici previsti.
  - 4.2.1 Realizzazione dei prati polifiti stabili
  - 4.2.2 Contratti di pascolo
  - 4.2.3 Piantumazione alberature di mitigazione
  - 4.2.4 L'attività di apicoltura
- 4.3 Calcolo dell'investimento agronomico.
- 4.4 Conto economico e redditività dell'attività agricola.
- 4.5 Caratteristiche dell'impianto agrivoltaico e coerenza con le linee guida.
  - 4.5.1 Il pascolamento, la forma gestionale
- 4.6 Monitoraggio dell'attività agricola.
  - 4.6.1 Monitoraggio del risparmio idrico
  - 4.6.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola
  - 4.6.3 Monitoraggio della fertilità del suolo
  - 4.6.4 Monitoraggio del microclima
  - 4.6.5 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

### 5. SICUREZZA DEI LAVORATORI AGRICOLI

### 6. CONCLUSIONI

**Relazione agronomica e pedologica**

## **1. GENERALITA'**

Nell'ambito degli studi per la Valutazione dell'Impatto Ambientale, lo scrivente Dott. Agronomo Giuliano Sanna, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Nuoro con il n. 244, ha redatto la presente relazione al fine di individuare le caratteristiche pedo-agronomiche dell'area in cui sarà installato l'impianto fotovoltaico di 23,41 MW di potenza, in agro di Sassari.

### **1.1 Introduzione.**

L'emanazione della Direttiva 2001/77/CE del 27/09/2001, costituisce, di fatto, il primo importante passo della Comunità Europea verso la promozione dell'utilizzo delle Fonti Rinnovabili di Energia (FER), per contrastare il riscaldamento climatico del pianeta, in accordo con gli indirizzi tracciati nel protocollo di Kyoto del 1997.

I principi e gli impegni Comunitari contenuti nella Direttiva 2001/77/CE hanno trovato applicazione in Italia con l'emanazione del Dls 387/2003. L'art.12 del Dls 387/2003 disciplina le modalità di Autorizzazione alla Costruzione ed Esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da FER; tale disciplina è stata successivamente oggetto di modifiche e semplificazioni che al momento si concretizzano nei contenuti della L.108/21 di conversione del DL n. 77/21 di semplificazione.

Alla data odierna il quadro regolatorio comunitario è costituito, in via principale, dai seguenti due provvedimenti:

1. il **Regolamento UE n.2018/1999** dell'11/12/2018, sulla **Governance dell'Unione dell'Energia**, che definisce i traguardi per il 2030 in materia di energia e clima di ciascun stato membro (Art.4) e che è stato oggetto di recente aggiornamento con regolamento **UE n.2021/1119 del 30/06/21, che sancisce l'obiettivo vincolante di neutralità climatica al 2050** (Art.1);
2. la **Direttiva UE n.2018/2001** dell'11/12/2018, sulla **Promozione dell'uso dell'energia da Fonti Rinnovabili**, che stabilisce la quota di energia da Fonti Rinnovabili sul Consumo Finale Lordo (CFL) di Energia nell'unione al 2030 (**art.3: 32% di FR sul CFL**).

La proposta di PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima) elaborata dallo Stato Italiano (versione del dicembre 2019), unitamente al PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dell'Aprile 2021) risponde agli impegni dettati da tali due provvedimenti sovraordinati (obiettivo Italia: 30% di FR sul CFL) e **dovrà adeguarsi al nuovo e più sfidante regolamento UE n. 2021/1119.**

Il regolamento UE 2021/1119 del 30/06/21 stabilisce infatti i seguenti tre obiettivi/traguardi:

1. Obiettivo vincolante della neutralità climatica nell'Unione al 2050 (art.1).
2. Traguardo vincolante di riduzione interna netta delle emissioni di gas a effetto serra (emissioni al netto degli assorbimenti) di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030 (art.4).

**Relazione agronomica e pedologica**

3. Emissioni negative nell'Unione successivamente al 2050 (art.2).

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo. Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti.

Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.

La presente relazione agronomica, redatta a corredo del progetto per la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) relativo all'installazione dell'impianto agrivoltaico in esame, ha come obiettivo quello di fornire un quadro oggettivo rispetto all'utilizzazione agronomica storica e attuale dell'area, le condizioni pedologiche, le attitudini agricole e le prospettive agronomiche durante la fase di esercizio dell'impianto.

Infine, cercherà di prevedere gli scenari alla fine del ciclo produttivo dell'impianto fotovoltaico, quando la superficie agraria potrà essere riconsegnata all'utilizzo originario.

**Relazione agronomica e pedologica**

## 2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

### 2.1 Inquadramento geografico

I luoghi oggetto di intervento sono ricompresi all'interno di un'azienda agricola che si sviluppa su un unico corpo per circa 52 ettari, ubicati in località "Ginestras" in agro di Sassari.

Dal punto di vista geografico il fondo è individuato come segue:

- Corografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM) nelle tavole della Carta d'Italia in scala 1:25.000 al Foglio 458 sez. I "Palmadula", Foglio 458 sez. II "Santa Maria La Palma", Foglio 459 sez. III "Uri" e Foglio 459 sez. IV "La Crucca".
- Carte Tecniche Regionali (CTR) in scala 1:10.000 al Foglio 458.080, 458.120, 459.050 e 459.090.
- Carte catastali ai Fogli 90, 91 e 100 del Comune censuario di Sassari, secondo lo schema riportato di seguito:

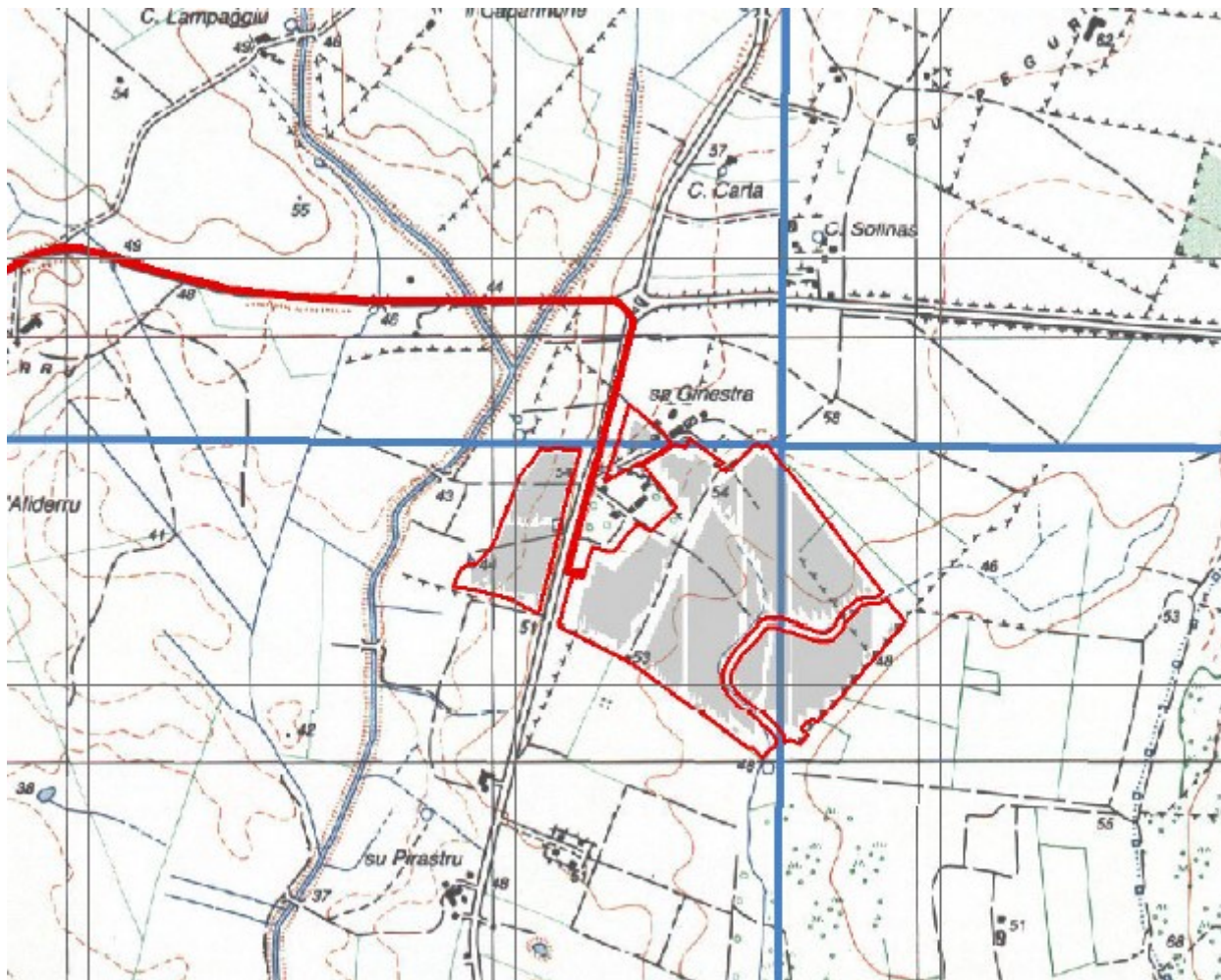
COMUNE	Foglio	Mapp.	CLASSE	QUALITA'	HA	ARE	CA
Sassari	90	27	2	Sem.	1	69	91
Sassari	90	28	U	Sem. irr.	0	15	45
Sassari	91	45	2	Sem.	0	19	74
			U	Sem. irr.	1	43	86
Sassari	91	49	2	Sem.	1	57	61
Sassari	91	59	2	Sem.	7	67	52
Sassari	91	298	1	pascolo	0	10	17
Sassari	91	300	U	Sem. irr.	0	9	86
Sassari	91	57	U	Sem. irr.	7	57	98
Sassari	91	249	U	Sem. irr.	0	53	83
Sassari	91	72	U	Sem. irr.	0	63	83
Sassari	100	3	U	Sem. irr.	7	32	68
Sassari	100	27	U	Sem. irr.	5	17	37
Sassari	100	28	U	Sem. irr.	6	43	48
Sassari	100	32	U	Sem. irr.	1	4	28
Sassari	100	128	U	Sem. irr.	3	60	76
Sassari	100	139	U	Sem. irr.	0	50	19
Sassari	100	140	U	Sem. irr.	3	39	74
Sassari	100	142	U	Sem. irr.	1	48	84
Sassari	100	329	U	Sem. irr.	4	0	0
Sassari	100	392	2	Sem.	6	64	70

I luoghi oggetto d'intervento sono ubicati nella porzione sud ovest del territorio comunale di Sassari a confine con quello di Alghero, all'interno della macro regione della Nurra. Essi si raggiungono percorrendo la Strada Statale n. 291 var. (nuova Sassari – Alghero) fino al bivio per l'Argentiera, dal quale si imbecca la strada provinciale n. 65, che percorsa per circa 8,500 Km incrocia la strada provinciale n. 42 (strada dei due mari),

### Relazione agronomica e pedologica

sulla sinistra, a poche decine di metri si trova l'ingresso aziendale. La viabilità anzidetta risulta completamente asfaltata e in buone condizioni di percorribilità con qualunque mezzo.

La giacitura risulta pianeggiante e l'altezza media sul livello del mare del predio è di m 49 slm.



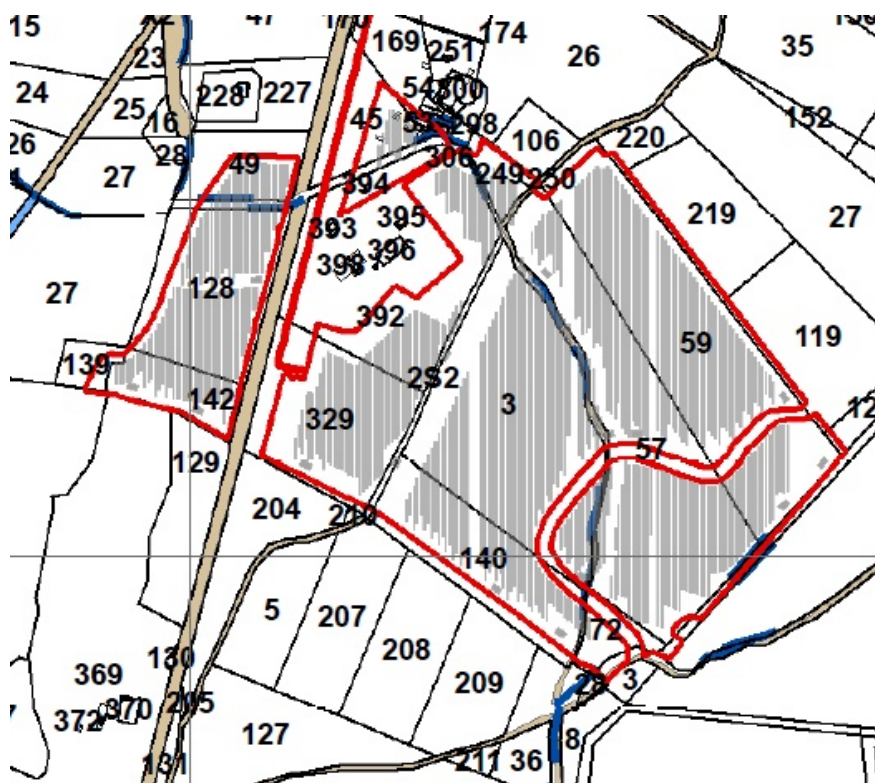
Inquadramento corografico Carta d'Italia IGM sc. 1.25.000

Il predio, costituito da un unico corpo aziendale, di forma vagamente trapezoidale con estensione nord – ovest sud – est, confina per tutti i cardinali con altre proprietà private, ed è attraversato, nella porzione ovest, dalla citata strada provinciale n. 42.

Relazione agronomica e pedologica



Inquadramento catastale su base aereo fotografica



Inquadramento catastale

### Relazione agronomica e pedologica

#### 2.2 Inquadramento climatico.

Per l'analisi climatica dell'areale di riferimento si è fatto ricorso alla consultazione della Carta Bioclimatica della Sardegna, pubblicata dal SAR dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) nel 2014.

L'analisi bioclimatica è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez, (Rivas-Martinez, 2011). Si tratta di una classificazione che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi.

Il clima della zona è influenzato dalla vicinanza del mare e dalla disposizione delle montagne, si può quindi definire secondo la classificazione di cui sopra come Bioclima Mediterraneo Pluvistagionale – Oceanico, mentre per quanto riguarda gli isobioclimi l'areale rientra nella tipologia individuata come la n. 17 "Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico attenuato".



*Inquadramento su carta bioclimatica della Sardegna*

I fattori del clima hanno un carattere di immodificabilità per cui rappresentano elementi di profondo condizionamento costituendo, talvolta, veri e propri fattori limitanti.

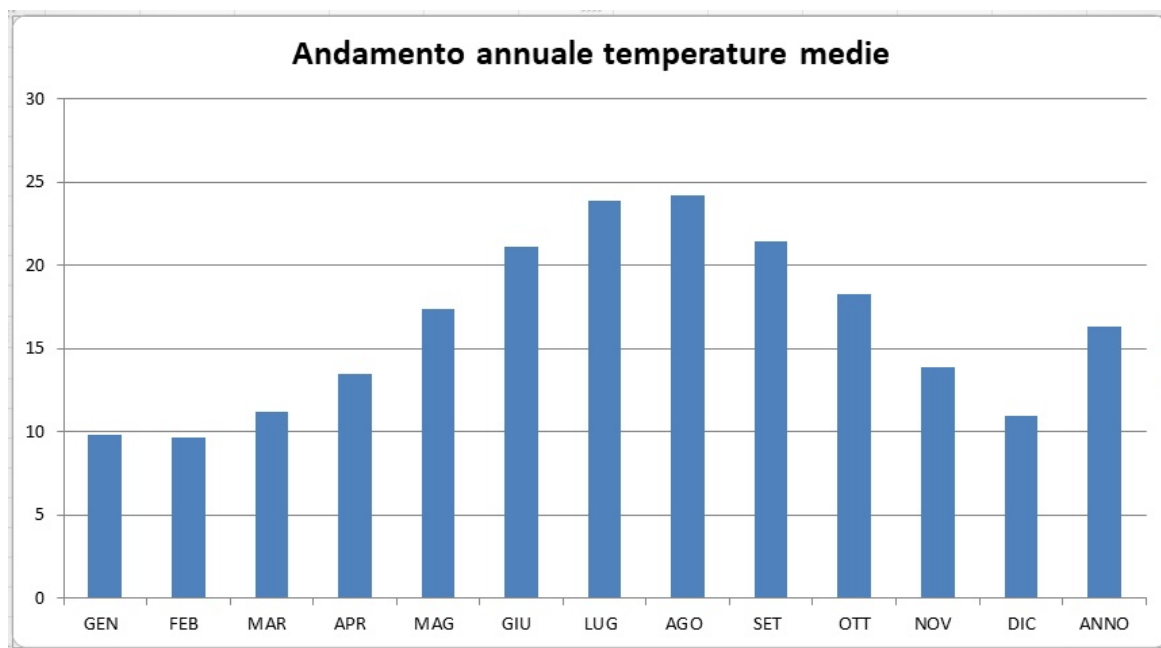


Relazione agronomica e pedologica

La stazione termometrica di riferimento è quella di Bancali (SS), situata a poca distanza dal sito oggetto d'intervento. I dati raccolti nella pubblicazione SAR dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) pubblicati nel 2020 sono quelli medi osservati nel trentennio 1981 - 2010:

T°C	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Min	6.3	5.8	6.9	9.0	12.4	15.6	18.3	18.9	16.6	14.0	10.1	7.5	11.8
Max	13.4	13.5	15.5	18.1	22.5	26.6	29.6	29.6	26.3	22.6	17.7	14.4	20.8
Med	9.8	9.6	11.2	13.5	17.4	21.1	23.9	24.2	21.4	18.3	13.9	10.9	16.3

Il regime termico, dunque, non rappresenta un problema, trattandosi di valori certamente positivi ai fini della vegetabilità dei diversi biotipi.



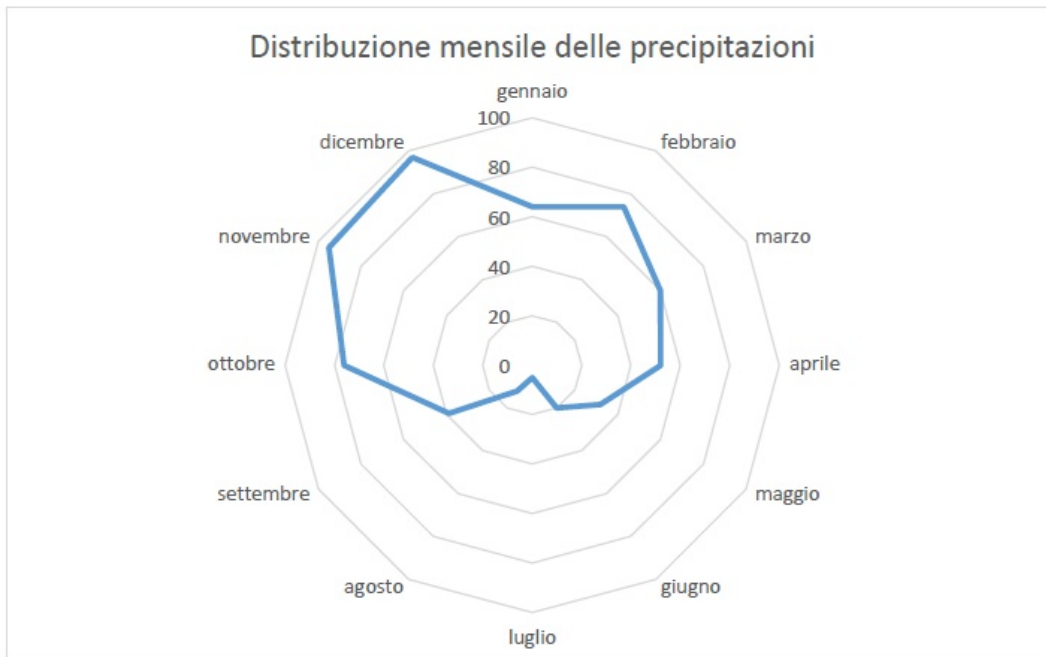
Il vero fattore condizionante, invece, è rappresentato dal regime delle precipitazioni. La stazione pluviometrica di riferimento è sempre quella di Bancali (SS) della quale si riportano i dati delle precipitazioni medie mensili osservati nel trentennio 1981 – 2010, espresse in mm:

PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI STAGIONALI E ANNUE

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
51.1	41.9	44.6	51.0	38.4	18.7	6.5	11.5	41.8	85.7	92.2	76.0	559.3

Giorni Piovosi 74

Relazione agronomica e pedologica



REGIME	I. A.P.E.	
INVERNO	169,0	30%
PRIMAVERA	134,0	24%
ESTATE	36,7	7%
AUTUNNO	219,7	39%

L'indice di concentrazione stagionale delle precipitazioni è di 2,40, il che significa che nei tre mesi più piovosi (ottobre, novembre, dicembre) cade una quantità di precipitazioni più che doppia rispetto alle altre stagioni prese singolarmente, rappresentando il 52% annuo.

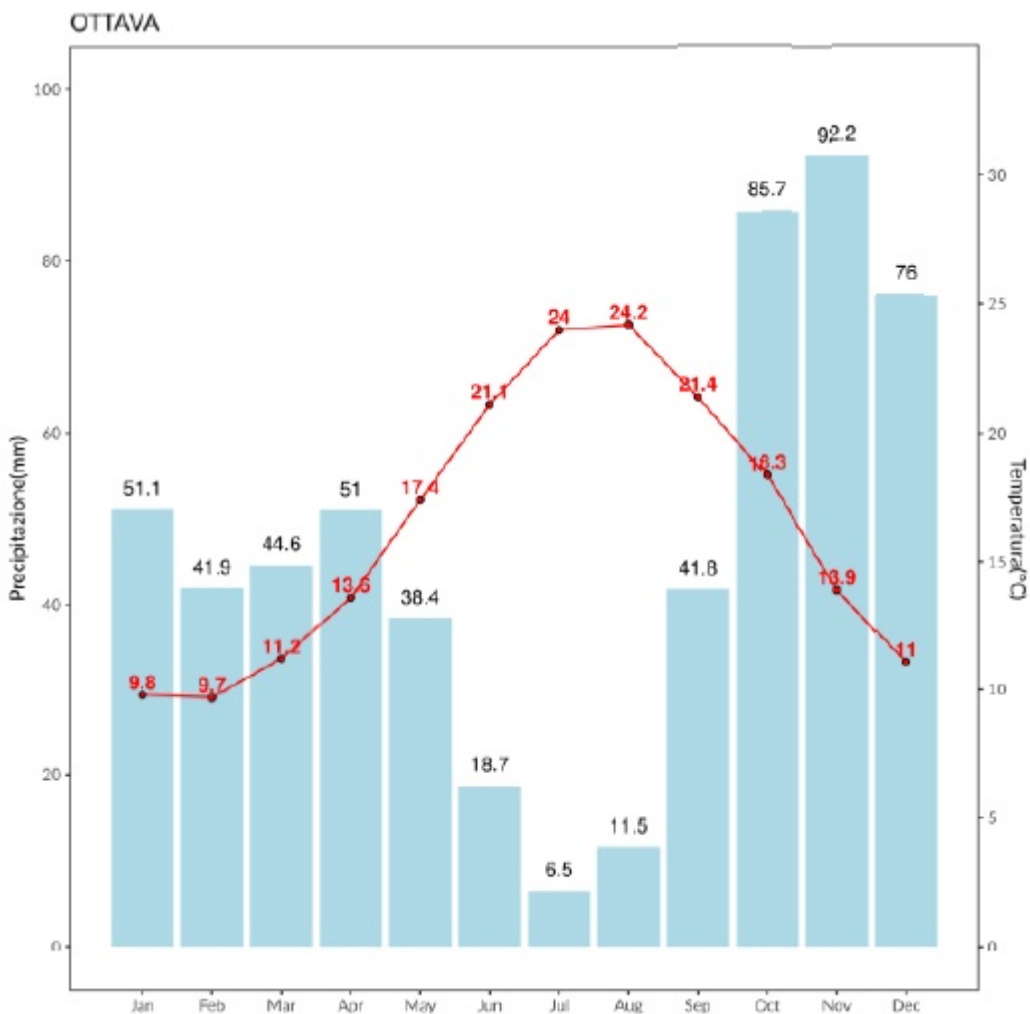
Nei tre mesi estivi la percentuale di precipitazioni è limitata al 7% massimo (mm 35-45).

Il periodo arido ha una durata di 116 giorni.

Da quanto esposto in precedenza l'area in esame è ascrivibile al bioclimate mediterraneo, orizzonte superiore, marcatamente caldo arido con periodo di aridità di circa quattro mesi.

In questa situazione climatica può essere causa di forte esposizione dei fattori meteorologici la ventosità che in Sardegna assume notevole importanza. Non abbiamo elementi effettivi di valutazione del fenomeno nel territorio in esame, ma dai dati tabellari contenuti in letteratura (Arrigoni P.V. 1968 citato; Pinna M.- 1954 – Il clima della Sardinia – Libreria goliardica – Pisa ), si può ragionevolmente affermare che i venti a maggiore frequenza sono quelli provenienti dai quadranti occidentali, in particolare: ponente (W), libeccio (SW) e, soprattutto, maestrale (NW).

Relazione agronomica e pedologica

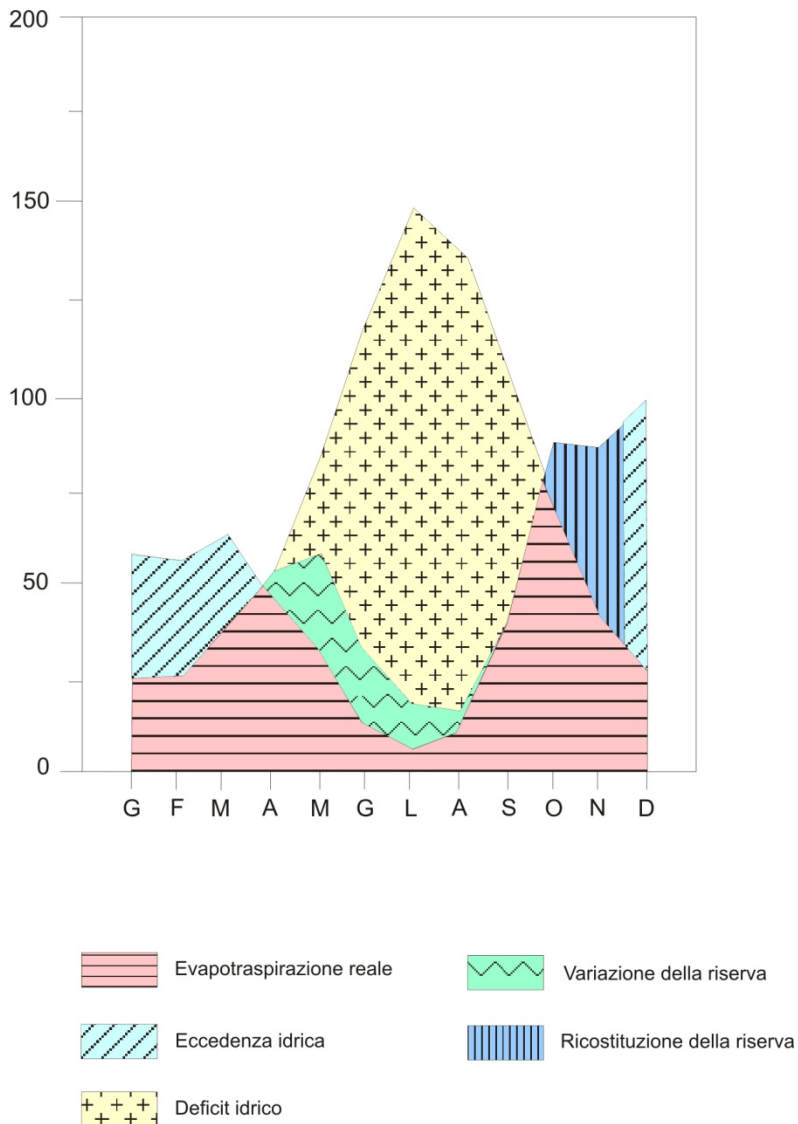


Dall'analisi dei dati termici si evince un andamento stagionale con inverni poco freddi, quasi miti, seguiti da estati calde e lunghe. Rare sono le temperature intorno allo zero, poco frequenti, quelle sotto lo zero.

D'estate si raggiungono temperature diurne intorno a 32 – 33 gradi C. Ad un andamento termico così regolare si contrappone un regime pluviometrico incostante da un anno all'altro e irregolare nella distribuzione sia mensile che stagionale.

Le piogge, dunque sono il fattore limitante più importante nella stagione calda, la cui azione non è mai, se non in minima parte, attenuata dall'umidità relativa dell'atmosfera ed è aggravata dalla ventosità che assieme alla temperatura, intensifica i processi di evapo-traspirazione.

Relazione agronomica e pedologica



I valori delle precipitazioni medie mensili sono stati elaborati per determinare il bilancio idrico dei suoli secondo Thornthwaite e Mather (1958) utilizzando due programmi, Thornth4 di Rossetti (1984) e NSM (Newhall Simulation Model) di van Wambeke et al. (1986; 1991), entrambi in BASIC. Ai fini della elaborazione con il programma Thornth4 si sono utilizzati valori di AWC pari a 50, 100, 200, 300 e 400 mm. I risultati delle elaborazioni sono riportati nella figura di cui sopra.

La differenza tra i valori di evapotraspirazione reale (EA) e potenziale (EP) è indice di una condizione di deficit idrico nel suolo che inizia a manifestarsi nel mese di maggio e prosegue fino a tutto il mese di settembre, con i massimi nei mesi di luglio e agosto durante i quali le precipitazioni, dovute soprattutto ai temporali, non sono capaci di ricostituire le riserve.

La ricarica della riserva idrica del suolo è possibile solo a partire dal mese di ottobre. Le condizioni di surplus idrico si registrano solo a partire dalle prime settimane di dicembre.

**Relazione agronomica e pedologica**

Il programma NSM permette di evidenziare meglio i periodi dell'anno nei quali la Sezione di Controllo dell'Umidità (MCS) si trova nelle condizioni di asciutta, umida o intermedia tra asciutta e umida dopo i solstizi estivo e invernale, consentendo quindi una più agevole determinazione dei regimi di umidità e di temperatura del suolo.

Tutte le situazioni considerate per i diversi valori di AWC hanno un numero di giorni variabile da 75 a 100 con MCS asciutta dopo il solstizio estivo. Esse pertanto ricadono nel regime di umidità di tipo xerico e nel regime di temperatura termico (Soil Taxonomy, 1975; 1999).

Grande influenza sul sito di interesse ha, come detto, la ventosità.

Tale criticità è acuita dall'assenza di barriere naturali (rilievi orografici) dai quadranti di nord ovest che determina una forte esposizione al vento dominante, il maestrale.

Pertanto, se da una parte i terreni (perfettamente pianeggianti) non sono esposti a fenomeni erosivi idrologici risultano, di contro, particolarmente esposti all'erosione da parte del vento, soprattutto, in assenza di un'adeguata copertura vegetale.

### Relazione agronomica e pedologica

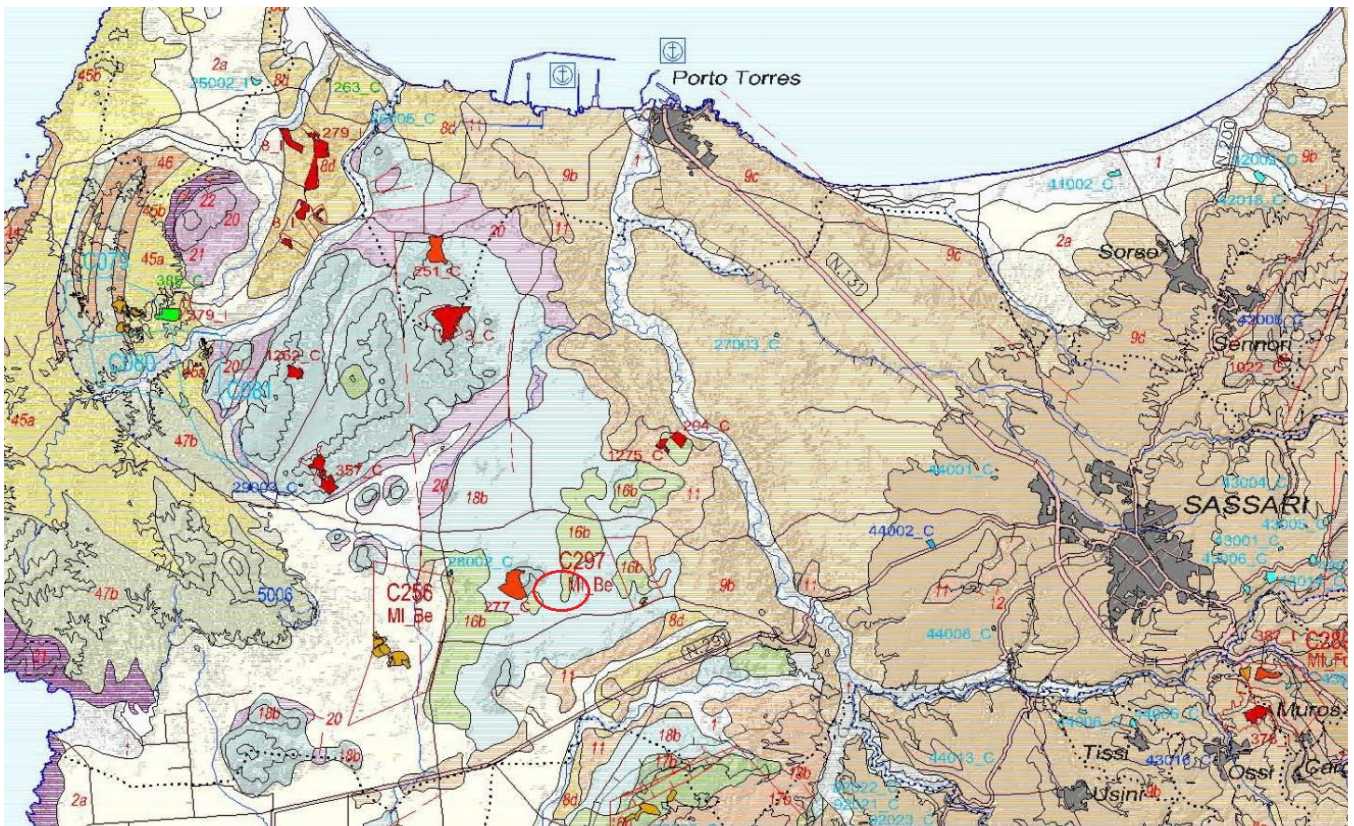
#### 2.3 Inquadramento e studio pedologico.

Per la definizione delle caratteristiche geologiche, in assenza di rilievi a grande scala, si è fatto ricorso alla cartografia del Servizio Geologico Nazionale alla scala 1:50.000 "Carta geologica della Sardegna".

Per l'area in studio la legenda indica la presenza delle seguenti formazioni:

Successione della Sardegna occidentale: lo strato superficiale dei suoli suddetti, avente spessore mediamente tra i 30 e i 50 cm, maschera la roccia sottostante costituita dai depositi carbonatici di piattaforma: dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari oolitici, calcari ad oncoidi, calcari selciferi, calcari mitritici, calcari marnosi e marne appartenenti alla formazione della Nurra.

Maggiori approfondimenti saranno desumibili dalla relazione geologica.



Il substrato geologico diffuso, come accennato, è rappresentato da alluvioni e arenarie eoliche cementate del pleistocene. Presentano forme da sub-pianeggianti a pianeggianti.

L'evoluzione dei suoli è molto spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-Btg-Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. Sono suoli che presentano spesso difetti più o meno rilevanti di drenaggio, nonostante l'abbondanza di scheletro. La permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argilliformi, dalla cementazione e talvolta dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio. La stessa destinazione d'uso è condizionata da questi caratteri, talvolta difficilmente modificabili.

### Relazione agronomica e pedologica

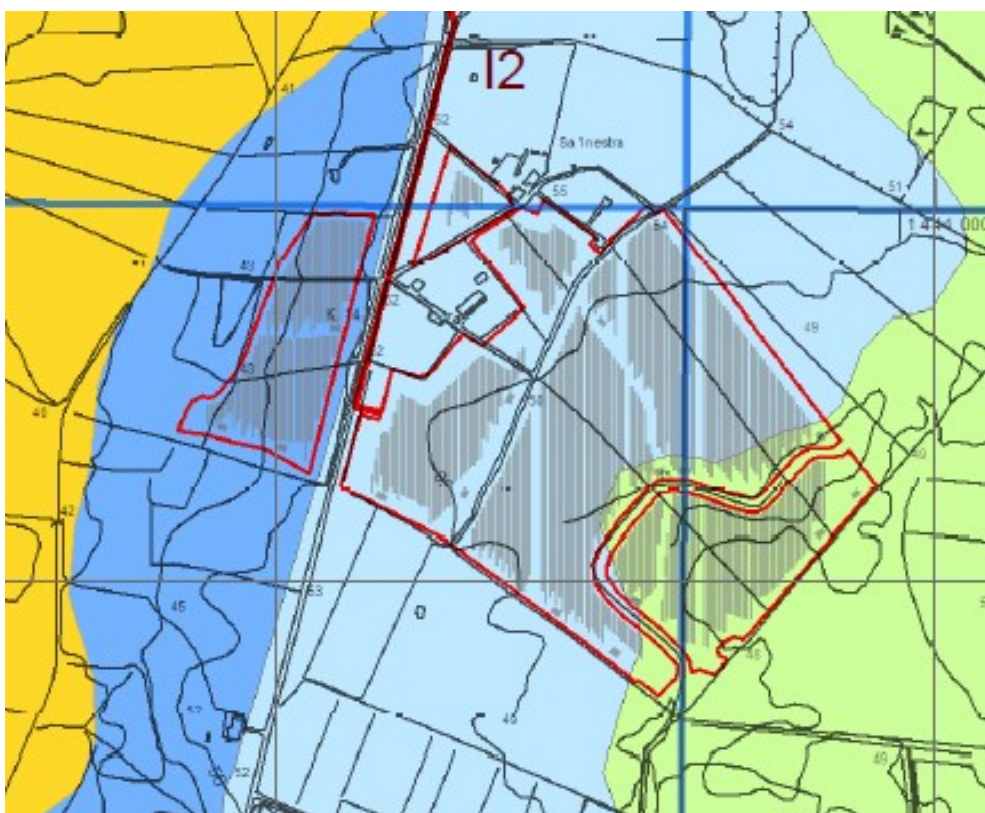
Caratteristiche salienti di questa unità pedologica sono:

- profondità: da mediamente profondi a profondi;
- tessitura: franco-sabbioso-argillosa ad argillosa;
- struttura: poliedrica sub-angolare ed angolare;
- reazione: da neutra a subalcalina;
- permeabilità: da permeabili a poco permeabili;
- scheletro: rilevante;
- erodibilità: moderata;
- sostanza organica: da scarsa a media;
- capacità di scambio cationico: da media a elevata.

La carta dei suoli della Sardegna (Aru – Baldacini – Pietracaprina - 1997. I suoli della Sardegna. Gallizzi-Sassari. Aru A. - Baldacini P. - Vacca A. - 1991 – Carta dei suoli della Sardegna – Regione autonoma della Sardegna, Università degli studi di Cagliari), per suoli con le caratteristiche viste, esprime questi giudizi:

*"Limitazioni all'uso legate all'eccesso di scheletro, al lento drenaggio e al moderato pericolo di erosione, soprattutto eolica".*

Per quanto riguarda le attitudini si suggerisce il *"la pratica di coltivazioni erbacee e, nelle aree più drenate, colture arboree anche irrigue".*



Relazione agronomica e pedologica

Un doveroso riferimento, infine, va fatto alla **Capacità d'Uso del Suolo** per l'area investigata.

Nella classificazione della capacità d'uso, i suoli vengono classificati in funzione di proprietà che ne consentono, con diversi gradi di limitazione, l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, valutando la capacità di produrre biomassa, la possibilità di riferirsi a un largo spettro colturale e il ridotto rischio di degradazione del suolo.

La capacità d'uso dei suoli a fini agro-forestali, intesa come la potenzialità del suolo a ospitare e favorire l'accrescimento di piante coltivate e spontanee (Giordano A. – "Pedologia" - UTET, Torino 1999), è basato sul sistema dalla Land Capability Classification (LCC) definito negli Stati Uniti dal Soil Conservation Service USDA (Klingebiel e Montgomery – "Land capability classification" - Agricultural Handbook n. 210, Washington DC 1961).

Classi di capacità d'uso	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazioni agricole			
			Limitato	Moderato	Intenso	Limitate	Moderate	Intensive	Molto intensive
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

**Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da Giordano, 1999)**

CLASSE	
I	I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
II	I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
III	I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
IV	I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
V	I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VI	I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VII	I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
VIII	I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

Il metodo di valutazione utilizzato nello specifico è stato sviluppato da un gruppo di lavoro costituito da rappresentanti degli enti Laore Sardegna, Agris Sardegna, Università di Sassari e Università di Cagliari.

Seguendo questa classificazione i suoli vengono attribuiti a otto classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni.



Relazione agronomica e pedologica

Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili, la classe V suoli frequentemente inondati, tipici delle aree golenali, le classi VI e VII suoli adatti solo alla forestazione o al pascolo, l'ultima classe (VIII) suoli con limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo.

Per l'attribuzione alla classe di capacità d'uso, si considerano 13 caratteri limitanti relativi al suolo, alle condizioni idriche, al rischio di erosione e al clima.

La classe viene individuata in base al fattore più limitante; all'interno della classe è possibile indicare il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale, con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che identificano se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe di appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).

La classe I non ha sottoclassi perché raggruppa suoli che presentano solo minime limitazioni nei principali utilizzi.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei caratteri limitanti.

Schema interpretativo utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli.

CLASSE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	sottoclasse
Profondità utile alle radici (cm)	≥100	≥75	≥50	≥25	≥25	≥25	≥10	<10	s1
Lavorabilità	facile	moderata	difficile	m. difficile	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	s2
Pietrosità superficiale >7,5 cm (%)	<0,1	0,1-1	1-4	4-15	≤15	15-50	15-50	>50	s3
Rocciosità (%)	assente	assente	<2	2-10	≤10	<25	25-50	>50	s4
Fertilità chimica	buona	parz. buona	moderata	bassa	da buona a bassa	da buona a bassa	molto bassa	qualsiasi	s5
Salinità	non salino (primi 100 cm)	leggerm. salino (primi 50cm) e/o moderat. salino (tra 50 e 100 cm)	moderat. salino (primi 50cm) e/o molto salino o estrem. salino (tra 50 e 100 cm)	molto salino o estrem. salino primi 100 cm	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	s6
Drenaggio	buono, mod. rapido, rapido	mediocre	lento	molto lento	da rapido a molto lento	da rapido a molto lento	da rapido a molto lento	impedito	w7
Rischio di inondazione	nessuno	raro e ≤2gg	raro e da 2 a 7gg o occasionale e ≤2gg	occasionale e >2gg	frequente e/o golene aperte	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	w8
Pendenza (%)	<10	<10	<30	<30	<10	<60	≥60	qualsiasi	e9
Rischio di franosità	assente	basso	basso	moderato	assente	elevato	molto elevato	qualsiasi	e10
Erosione attuale	molto scarsa	scarsa	moderata	elevata	assente	molto elevata	qualsiasi	qualsiasi	e11
Rischio di deficit idrico	assente	lieve	Moderato; forte con irrigazione	forte senza irrigazione; molto forte con irrigazione	da assente a molto forte (con irrigazione)	molto forte senza irrigazione	qualsiasi	qualsiasi	c12
Interferenza climatica	nessuna o molto lieve	lieve	moderata (200-800 m)	da nessuna a moderata	da nessuna a moderata	forte (800-1600 m)	molto forte (>1600 m)	qualsiasi	c13

Nello studio condotto dal gruppo di lavoro sopra menzionato, come si può evincere dell'immagine cartografica sottostante, i suoli dell'area in oggetto ricadono in due differenti tipologie attitudinali:

- la quasi totalità dei terreni, porzione est in particolare, (circa il 85% della superficie aziendale) ha una classificazione che va dalla V alla VI classe, vale a dire **"suoli con limitazioni severe che li**

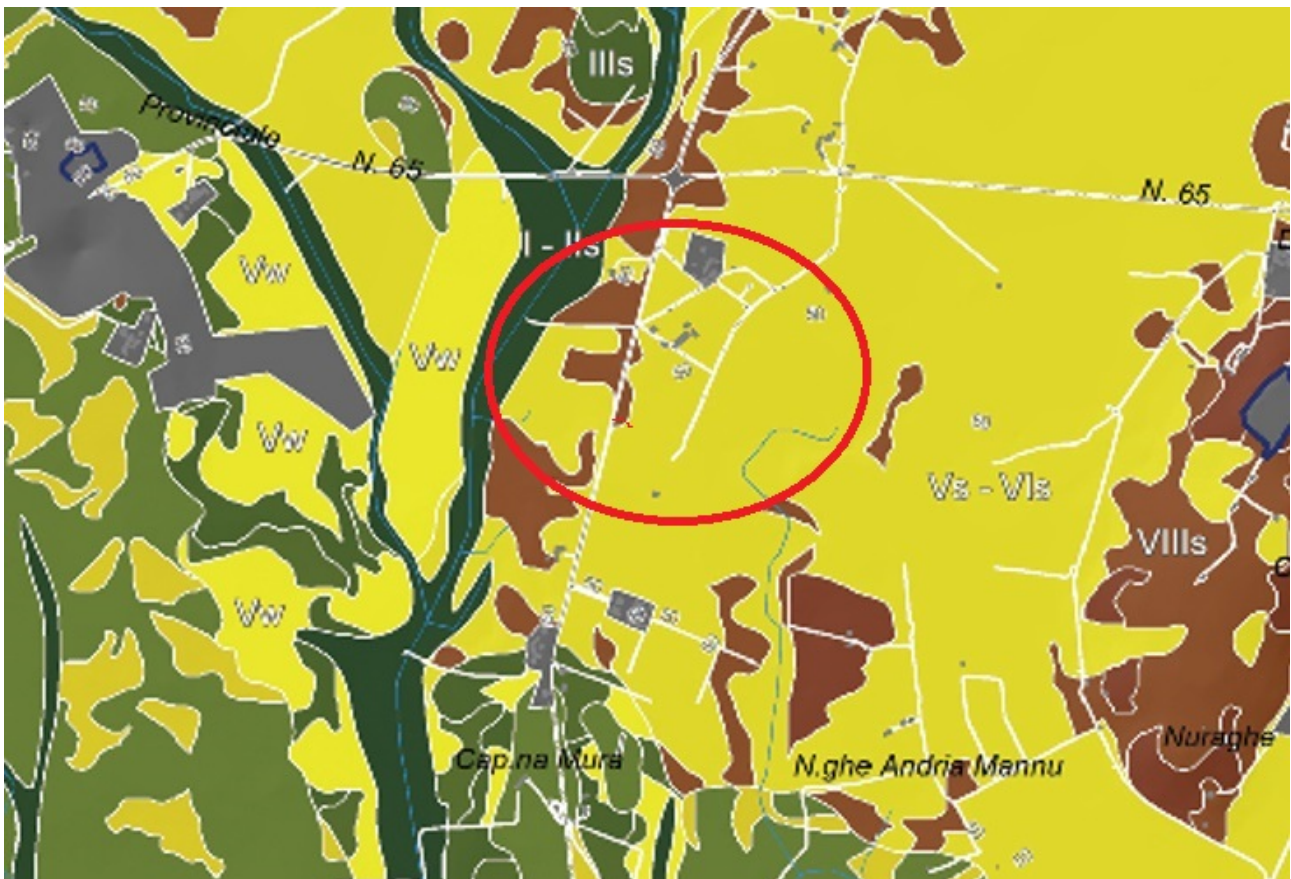
Relazione agronomica e pedologica

**rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale**", determinanti per l'individuazione della classe sono stati, in particolare l'individuazione dei caratteri limitanti dovuti alla scarsa profondità, alla elevata pietrosità, al rischio di erosione eolica e il forte rischio di deficit idrico, vista anche l'assenza di irrigazione;

- la porzione ovest (circa il 15% della superficie aziendale) ha, invece, una classificazione che la colloca fra la I e la II classe attitudinale, ovvero **"suoli con limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture e richiedono moderate pratiche di conservazione"**, questi suoli hanno ottime attitudini agronomiche limitate dalla difficoltà nelle lavorazioni se non si trovano allo stato di "tempera".

Per un maggior dettaglio ed una più accurata classificazione, si è proceduto ad un approfondito studio sul campo, basato su indagini geologiche e, naturalmente, sulle analisi chimico – fisiche dei campioni di suolo.

**In generale, anche in presenza di attività agricole, sempre di carattere estensivo o semi-intensivo, si dovrebbero attivare tecniche volte alla protezione del suolo, specie dai processi di erosione eolica e dal ruscellamento innescato dalle acque meteoriche**".

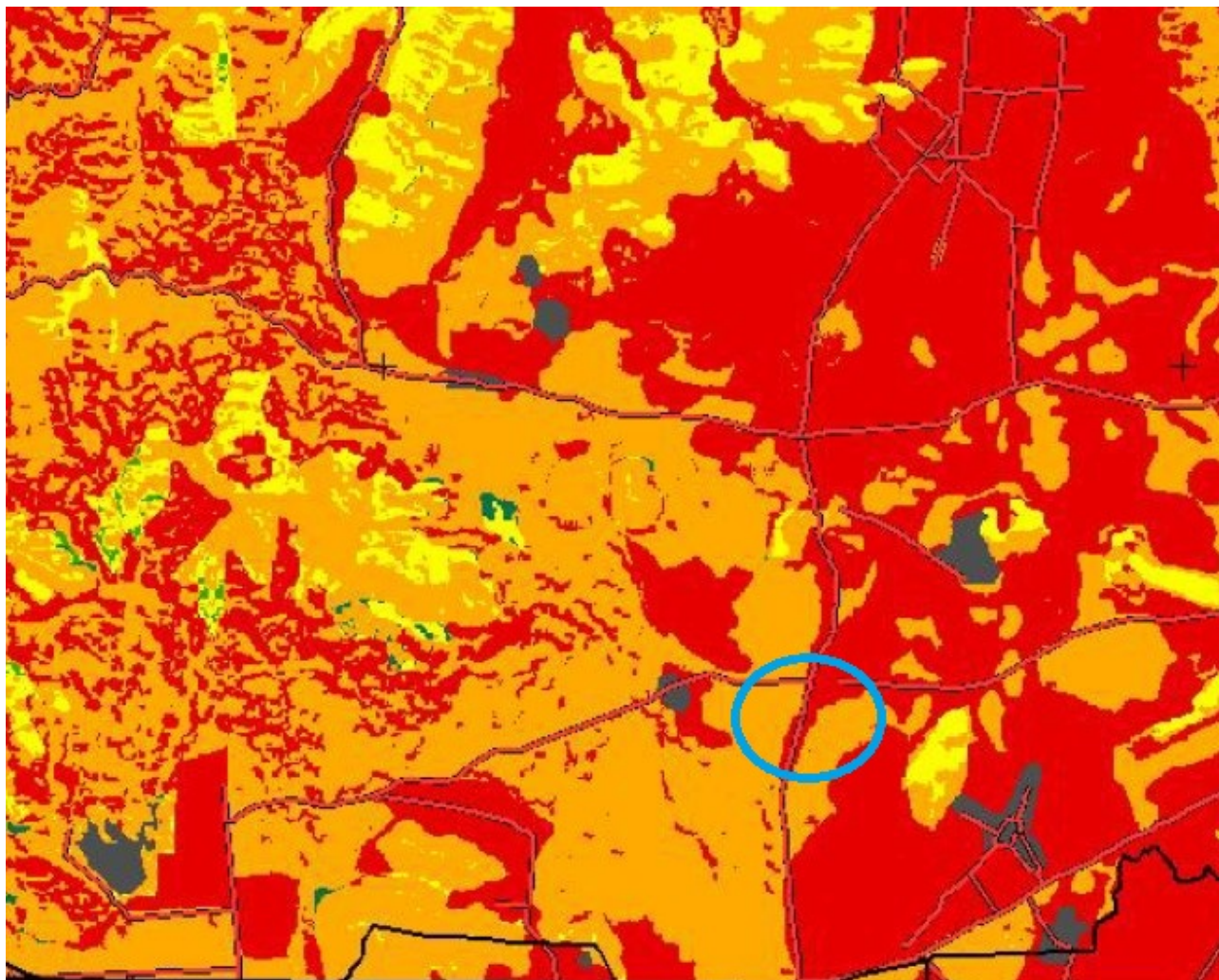


**Relazione agronomica e pedologica**

A ciò si aggiunga che l'area in esame è inquadrata come critica per quanto riguarda il rischio desertificazione, C2 e C3 - "Aree altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale sedimentario e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti".

La Sardegna, infatti, si colloca al 4° posto in Italia fra le regioni a rischio desertificazione con il 19% della propria superficie a criticità elevata (Report 2021 Europa Verde).

E la regione della Nurra risulta, in ambito regionale, la più esposta a tale rischio, con il 59% delle aree esposte e l'8% già gravemente compromesse (Arpas 2009).



Per desertificazione si intende un processo dinamico, distribuito nel tempo, in grado di influire negativamente sull'equilibrio degli ecosistemi, causando alterazioni nei cicli vitali, e di provocare una diminuzione della produttività delle risorse naturali.

I fattori che incidono nel processo di desertificazione sono principalmente rappresentati sia dai cambiamenti climatici e sia dalle attività antropiche, che determinano impatti negativi sull'ambiente.

**Relazione agronomica e pedologica**

Questi processi, talvolta irreversibili, sono la diretta conseguenza di uno sfruttamento non razionale delle risorse naturali, che determina il loro esaurimento, favorendo l'abbandono delle aree non più produttive, caratterizzandole come aree svantaggiate, in cui si instaurano processi di degrado.

La definizione proposta dall'UNCCD, ossia "degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche ed attività umane", sintetizza egregiamente ciò che si intende per desertificazione.

(<http://www.sardegnaagricoltura.it/index.php?xsl=443&s=46641&v=2&c=3535>)

### Relazione agronomica e pedologica

#### 2.4 Descrizione dello stato dei luoghi.

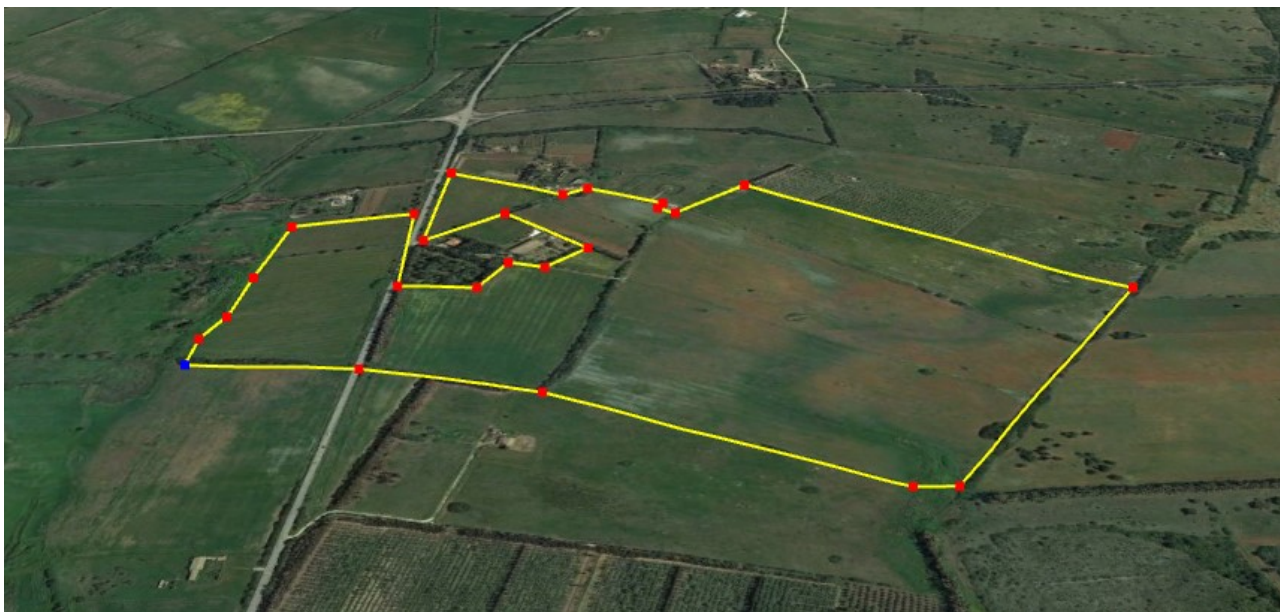
Come detto in premessa, i terreni in oggetto sono attualmente riconducibili ad un'unica azienda agricola dell'estensione complessiva di circa **52 ettari**.

Dall'analisi dei fascicoli aziendali, censiti presso il SIAN (sistema informativo agricolo nazionale) si è desunto che le macro caratteristiche dell'azienda operante, in termini di ordinamento produttivo e colturale, sono le seguenti:

- **Piras Guido Raffaele**, CUA: **PRSGRF79S16A192P**

L'attività svolta in azienda riguarda prevalentemente la coltivazione di essenze foraggere, erbai annuali e prati falciabili, con rotazioni colturali che interessano le varie porzioni aziendali, ora investite a graminacee (avena, orzo, segale etc.), ora a leguminose (trifolgi, erba medica) o da erbai polifiti di miscugli graminacee – leguminose.

L'attuale ordinamento colturale è confermato dalle osservazioni fatte in campo durante il sopralluogo.



*Veduta aerea da sud*

Come si può osservare dall'immagine, tutti i terreni aziendali risultano sistematicamente sottoposti a lavorazioni agronomiche ad eccezione delle aree di margine, che sono lasciate al raggiunto equilibrio biologico.

L'attività di coltivazione dei terreni, secondo uno schema di rotazione elementare, interessa una superficie agricola utilizzabile (SAU) che, facendo riferimento al predio ammonta a circa 48 ettari, viene annualmente investita a erbai annuali (autunno – vernini) e prati poliennali circa 42 ettari, finalizzati alla produzione delle scorte foraggere da destinare alla vendita presso il mercato locale. Numerosi, infatti, sono gli allevamenti zootecnici della zona che si approvvigionano, o potenzialmente potrebbero, dall'azienda Piras.

**Relazione agronomica e pedologica**

Tutte le coltivazioni sono condotte in asciutto.

Da segnalare, infine, la presenza di un centro aziendale ben organizzato e dotato di tutti i fabbricati (casa colonica, fienile e deposito macchine e attrezzi).



*Centro Aziendale (mapp. 396)*

In generale si tratta di luoghi dove, in maniera piuttosto marcata, si può osservare l'effetto della mano dell'uomo che, nel tempo, ha dato seguito ad un processo di inesorabile antropizzazione che si è concretizzato, però, nel raggiungimento di un equilibrio stabile e di una solida integrazione fra l'attività di coltivazione e di sfruttamento delle risorse ambientali e quella dell'ecosistema naturale.

**Si può senz'altro affermare che la presenza delle attività antropiche sia stata talmente impattante, dal punto di vista ambientale e paesaggistico, da poter essere considerata oggi parte attiva e integrante che caratterizza i luoghi in oggetto.**

**Relazione agronomica e pedologica**



*Centro Aziendale – (mapp. 396)*



*Centro Aziendale – (mapp. 398)*

### 3. UTILIZZO PASSATO E POTENZIALITA' AGRONOMICA ATTUALE

#### 3.1 Utilizzo dei suoli negli ultimi 50 anni.

I terreni oggetto di intervento sono stati interessati, nel corso degli ultimi 70 anni, da una progressiva messa in coltivazione, preceduta da interventi di bonifica delle superfici potenzialmente sfruttabili ai fini agricoli.

Tali operazioni, divenute più intense tra gli anni '60 e '70, grazie alla diffusione della meccanizzazione agricola, si riferiscono in particolare alla trasformazione dei prati stabili cespugliati in seminativi intensivi.

Le operazioni hanno riguardato, in particolare, interventi di decespugliamento, scasso, spietramento e, probabilmente, concimazioni chimiche di fondo.

Per un'analisi oggettiva del fenomeno di trasformazione progressiva del fondo, si è fatto ricorso alla consultazione della serie storica delle ortofoto disponibili presso il portale internet della Regione Autonoma della Sardegna, all'indirizzo [www.sardegnaageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/](http://www.sardegnaageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/)



Ortofoto 1955

La prima immagine aerea disponibile è quella del 1955, da questa si possono già notare la forma degli appezzamenti che ricorda quella attuale, nonché la presenza di un edificato aziendale e della viabilità di servizio.



**Relazione agronomica e pedologica**



*Ortofoto 1968*

Dal confronto fra le ortofoto del 1954 e del 1968 si nota chiaramente la trasformazione del paesaggio agrario, dovuto alla riforma agro – pastorale del secondo dopoguerra, che ha consentito la disponibilità sempre più crescente di forza meccanica in agricoltura. Dal punto di vista dell'edificato si passa dalla presenza di un primo nucleo abitativo alla comparsa della casa colonica attualmente ancora presente e utilizzata. Anche se la vocazione aziendale rimane ancora quella dell'allevamento semi-estensivo con largo ricorso al pascolamento diretto.



*Ortofoto 1978*

**Relazione agronomica e pedologica**

Dalla seconda metà degli anni '70 in poi risulta evidente l'intensificazione delle coltivazioni agricole, inoltre, i primi piani di miglioramento fondiario mettevano a disposizione degli imprenditori agricoli provvidenze contributive pubbliche che hanno consentito la realizzazione dei primi fabbricati agricoli e zootecnici razionali.



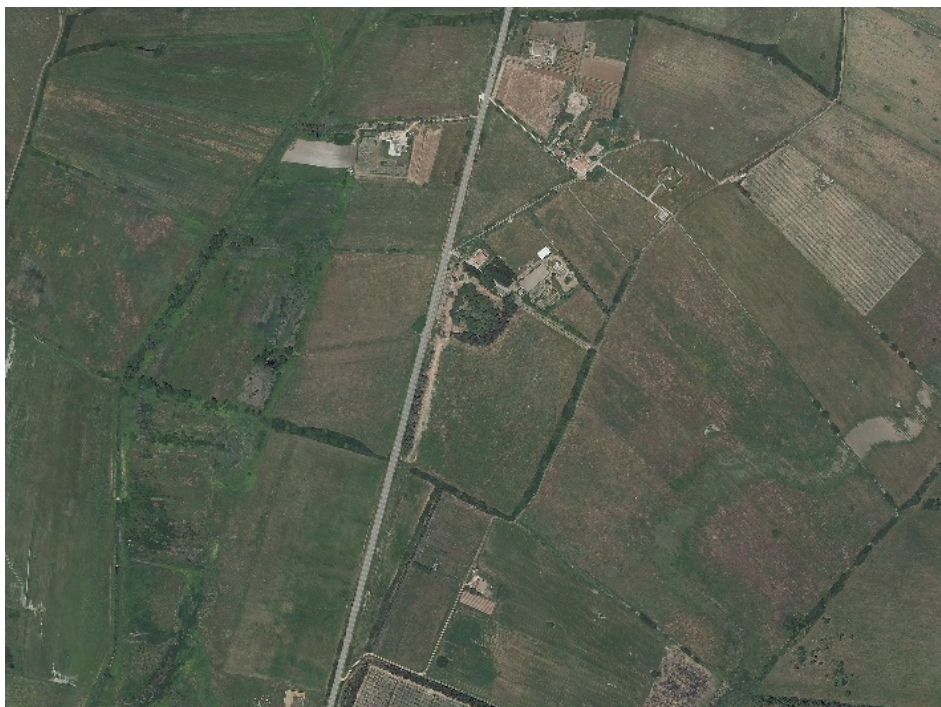
Ortofoto 1998



Ortofoto 2003

**Relazione agronomica e pedologica**

Dai primi del 2000 l'azienda assume le caratteristiche strutturali e colturali definitive che ancora oggi la caratterizzano.



*Ortofoto 2013*



*Ortofoto 2019*

### Relazione agronomica e pedologica

#### 3.2 Utilizzo e potenzialità agronomica attuale.

Sull'utilizzazione agricola attuale, dei terreni in oggetto, si è già detto nella descrizione dello stato di fatto, nonché nell'excursus storico e nell'evoluzione agronomica degli stessi nel corso del tempo.

La situazione agronomica odierna è frutto di modello di sfruttamento agricolo di tipo semi estensivo che vede bassi investimenti di fattori produttivi agricoli per unità di superficie. Basti pensare all'assenza completa di impianti di irrigazione, nonostante l'azienda sia ubicata nel comprensorio irriguo del Consorzio di Bonifica della Nurra.

Il dato, va contestualizzato ad una realtà agronomica molto povera, come abbiamo avuto modo di evidenziare nelle considerazioni geo-pedologiche, l'azione di sfruttamento dovuto alla coltivazione annuale delle superfici seminabili, ha determinato, nel corso degli anni, un progressivo depauperamento della fertilità agronomica dei suoli, riferita, in particolare, alle caratteristiche fisiche.



Per non incorrere in nefaste interpretazioni soggettive si è fatto ricorso, come detto, ad approfondite analisi geologiche e pedologiche, i cui risultati sono stati riportati nell'apposita sezione. Interpolando poi i dati ottenuti per mezzo del sistema della Land Capability Classification (LCC) definito negli Stati Uniti dal Soil Conservation Service USDA (Klingebiel e Montgomery – "Land capability classification" - Agricultural Handbook n. 210, Washington DC 1961) si è giunti ad un'espressione sul giudizio della capacità d'uso del suolo che la dice lunga sul valore agronomico dello stesso. L'esigenza di conservazione è stata dunque una scelta quasi obbligata viste le caratteristiche dei suoli.

Come è noto, infatti, il concetto di fertilità di un terreno agricolo è intesa come l'attitudine dello stesso di poter ospitare e consentire, nel migliore dei modi, lo svolgimento del ciclo biologico delle coltivazioni.

**Relazione agronomica e pedologica**

In senso più lato, la fertilità può essere intesa come la capacità del suolo di ospitare, in modo stabile, forme di vita, sia vegetali, animali che microbiche. Perché questo avvenga è necessario che il suolo abbia idonee caratteristiche sia dal punto di vista della dotazione chimica di elementi nutritivi che, soprattutto, dal punto di vista delle caratteristiche fisiche.

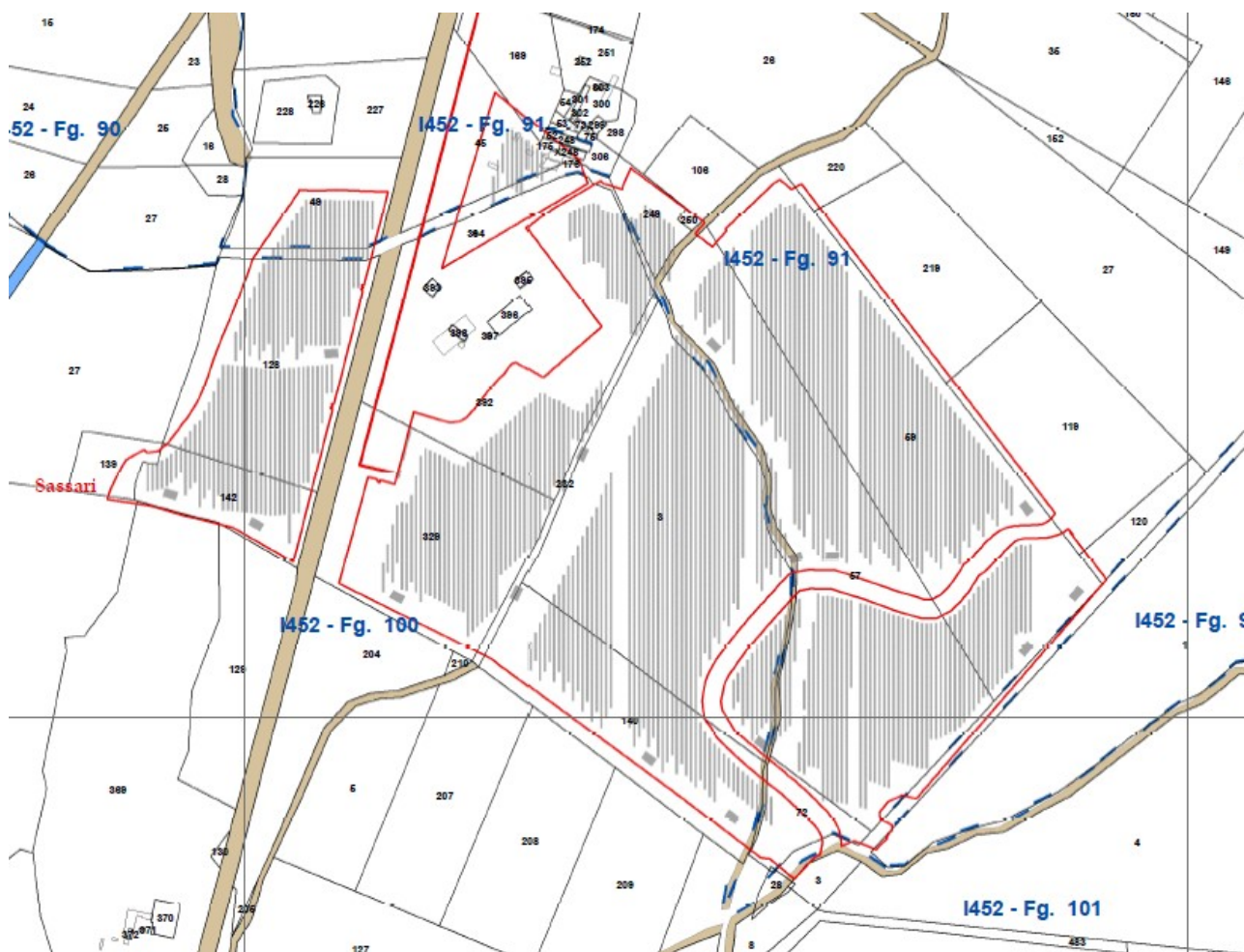


Infatti, mentre è possibile intervenire facilmente e a basso costo sulla eventuale deficienza chimica (concimazioni con fertilizzanti chimici di sintesi), appare molto più complesso intervenire sulle caratteristiche fisiche, in relazione alla tessitura, alla struttura e, di conseguenza, alla capacità di ritenzione idrica, all'erosibilità e alla portanza.

## 4. UTILIZZO E POTENZIALITA' AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO

### 4.1 Considerazioni generali.

Come meglio specificato negli allegati elaborati tecnici, l'intervento prevede la realizzazione di un impianto agri-voltaico per la produzione di energia da FER della potenza complessiva pari a 23,41 MWp, insediato su complessivi circa 40 ha, come evidenziato dalle immagini seguenti estratte dagli elaborati di progetto.



Le superfici coinvolte, come abbiamo avuto modo di relazionare fin qui, sono state finora interessate dalla coltivazione agricola di specie erbacee annuali in rotazione (erbai da foraggio), soprattutto miscugli graminacee (avena e orzo) e leguminose (veccia e trifogli).

Il presente progetto agronomico prevede una continuità con l'attività agricola esistente e, al contempo, una razionalizzazione nell'impiego del fattore produttivo fondiario, mediante la contestuale implementazione di attività complementari dall'elevato valore ecologico e ambientale, oltreché, dalle positive ripercussioni economiche.

Relazione agronomica e pedologica

Le considerazioni e le ipotesi progettuali che seguiranno, nascono dall'analisi fin qui svolta dello stato di fatto dei luoghi e dalle indagini sui mercati delle produzioni agricole, con particolare riferimento alla situazione riscontrata in ambito regionale.

In particolare, il progetto si compone dei seguenti step:

- 1- Miglioramento della composizione pabulare e foraggera dei terreni aziendali, mediante la realizzazione di prati polifiti permanenti (prati stabili sfalciabili);
- 2- Inserimento del pascolamento ovino mediante "contratti di pascolo" da stipularsi con allevatori della zona. Attività di "pascolamento razionale" in alcuni periodo dell'anno, anche finalizzati all'arricchimento dei terreni di sostanza organica;
- 3- Protezione dei suoli dall'erosione eolica anche mediante la piantumazione di alberi frangivento;
- 4- Avvio attività di apicoltura, anche con la piantumazione di specie nettariifere;
- 5- Protezione e salvaguardia dei corridoi ecologici presenti e incremento della biodiversità.
- 6- Monitoraggio dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti (risparmio idrico, produttività agricola, fertilità del suolo, microclima e resilienza ai cambiamenti climatici).

Quello che abbiamo appena descritto può essere inteso come l'enunciato dell'agricoltura conservativa più tipica; questo tipo di pratica comporta:

- una conservazione/miglioramento della fertilità agronomica generale del terreno;
- una salvaguardia e un miglioramento della biodiversità, per via dell'impiego di miscugli polifiti;
- una protezione dei suoli dai fenomeni erosivi (nel nostro caso eolico), per via della continua copertura vegetale dei suoli per ampi periodi dell'anno e della realizzazione dei frangivento.

Inoltre, occorre rilevare che per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico non sono previste lavorazioni impattanti, più in particolare:

- non sono previste opere di movimento terra che altereranno il profilo orografico del suolo, infatti, il posizionamento dei moduli seguirà l'andamento attuale del terreno;
- non sono previste opere edili o murarie, getti di fondazione o quant'altro possa alterare in modo irreversibile lo stato dei luoghi;
- i tracker portanti i moduli avranno i sostegni direttamente infissi nel suolo con macchina battipalo e le cabine e gli altri manufatti necessari saranno del tipo prefabbricato, semplicemente appoggiati al piano di campagna.

Altro aspetto fondamentale è la **salvaguardia dei corridoi ecologici**, strumento cardine nella conservazione della biodiversità. Come detto, infatti, l'impianto interesserà una superficie effettiva di circa 40 ettari preservando una parte della superficie complessiva che verrà lasciata nelle condizioni naturali di equilibrio biologico. Si tratta in particolare di formazioni boschive di olivastri (*Olea europaea var. sylvestris*) in

**Relazione agronomica e pedologica**

consociazione naturale con specie arbustive, lentisco (*Pistacia lentiscus*), mirto (*Myrtus communis*) e corbezzolo (*Arbutus unedo*) ed erbacee tipiche del sottobosco.

I corridoi ecologici consentiranno il transito naturale e la conseguente conservazione ecologica di tutte le specie animali ed entomologiche presenti, oltre che rappresentare un fondamentale presidio di biodiversità.

Inoltre le corsie presenti fra i tracker, costituiscono di fatto dei corridoi ecologici, che mettono in relazione l'ecosistema dell'area fluviale con la superficie investita a prato polifita (di fatto le installazioni risultano trasparenti al transito della microfauna).

I corridoi ecologici potranno altresì integrarsi con la piantumazione di essenze tipiche della macchia mediterranea, quali mirto (*Myrtus communis*), il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), il corbezzolo (*Arbutus unedo*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*), l'olivastro (*Olea europea var. silvestrys*) ed altre, e lasciate al naturale equilibrio biologico.



### Relazione agronomica e pedologica

#### 4.2 Interventi agronomici previsti.

In linea con quanto affermato finora, al fine di raggiungere gli obiettivi agronomici di medio – lungo periodo, relativamente ad un'utilizzazione agro-zootecnica dei suoli ed un contestuale miglioramento della loro fertilità, in considerazione anche della compatibilità con la presenza del sistema agrivoltaico, si espone nel dettaglio il piano progettuale agronomico.

##### 4.2.1 Realizzazione dei prati polifiti stabili

Un prato polifita è una consociazione fra due o più specie vegetali. Relativamente alla durata dello stesso, si profila come permanente o stabile quando è costituito per durare nel tempo.

Da questo punto di vista occorrerà monitorare lo stato di salute del prato ed, eventualmente, programmare, nell'arco dei 30 anni, alcuni interventi di soccorso migliorativo. In particolare, semine di infittimento, discissioni meccaniche di arieggiamento, concimazioni di copertura etc..

**In particolare, si propone la trasformazione dei terreni oggetto di intervento, in un prato polifita permanente.**

Fondamentale per la buona riuscita del prato è la scelta delle specie da seminare. In generale **la consociazione classica è fra specie leguminose e graminacee**, in modo da sfruttare al meglio i vantaggi che le due tipologie vegetali sono in grado di fornire, divenendo fra loro complementari.

L'obiettivo delle consociazioni fra graminacee e leguminose è quello di sfruttare al meglio i vantaggi derivanti dal comportamento complementare delle specie appartenenti alle due famiglie.

In particolare, le consociazioni:

- incrementano e stabilizzano la produzione di UF rispetto alle colture monofite;
- garantiscono lunga durata al prato;
- garantiscono maggiore resistenza al freddo e alle alte temperature;
- necessitano di minori interventi fertilizzanti, vista la caratteristica azoto fissatrice della componente leguminosa;
- garantiscono un'efficace difesa contro l'erosione del suolo (nel nostro caso eolica);
- migliorano le caratteristiche fisiche del suolo, con particolare riferimento alla struttura, grazie all'azione degli apparati radicali fascicolati delle graminacee;
- aumentano la portanza del suolo e la resistenza alle azioni di calpestio meccanico;
- incrementano e garantiscono condizioni di biodiversità.

In sintesi, le consociazioni prative migliorano le caratteristiche generali del suolo e ne incrementano sensibilmente i livelli generali di fertilità.

In alcune regioni italiane (ad esempio in Friuli Venezia Giulia) i prati stabili sono diventati oggetto di tutela normativa (L.R n.9 del 29 aprile 2005), allo scopo di proteggerne la biodiversità floristica e faunistica.

Relazione agronomica e pedologica

Ai fini del successo della consociazione è necessario limitare al massimo la competizione fra gli individui di specie diverse, fenomeno che avviene quando più organismi necessitano di una stessa risorsa (luce etc), la cui disponibilità è inferiore alla somma delle richieste.

Analizzata la situazione nel nostro areale di intervento si propone un miscuglio fra le seguenti specie graminacee e leguminose:

- *Festuca arundinacea*;
- *Lolium multiflorum*;
- *Lolium perenne*;
- *Lotus corniculatus*
- *Dactylis glomerata*;
- *Trifolium subterraneum*;
- *Trifolium alexandrinum*;
- *Trifolium resupinatum*;
- *Trifolium michelianum*.

Le dosi di semente si aggireranno intorno ai 50–60 Kg/ha di miscuglio già dosato.

Le operazioni agronomiche necessarie alla semina del prato polifita sono le seguenti:

- Ripperatura del terreno;
- Spietramento meccanico;
- Concimazione di fondo, da valutare a seconda delle dotazioni chimiche presenti;
- Aratura;
- Erpicatura per l'affinamento del letto di semina;
- Semina;
- Rullatura per il compattamento del terreno intorno al seme.

Le operazioni descritte dovranno essere eseguite entro l'autunno dell'anno di semina, infatti, è consigliato ricorrere ad una semina autunnale.



**Relazione agronomica e pedologica**



La semina del prato polifita, interesserà una superficie complessiva di circa 40 ettari, i quali avranno modalità gestionali differenziate a seconda dell'attitudine vegetativa che lo stesso assumerà, in funzione della differente fertilità dei terreni aziendali.

Rispetto a quanto appena affermato si vedano le considerazioni svolte nello studio pedologico dell'area e, in particolare, rispetto alla capacità d'uso (land capability).

Nel caso in specie, è veritiero attendersi un prato abbastanza vigoroso dal punto di vista vegetazionale, tale da poter essere impiegato, oltre che per il pascolamento (mediante l'attivazione di contratti di pascolo) nei mesi autunnali, invernali e primaverili, anche per la produzione di foraggi affienati da indirizzare alla vendita. Questo sarà possibile attraverso la sospensione tempestiva del pascolamento nel mese di aprile in modo da sfruttare le piogge di fine primavera per il ricaccio del prato che verrà poi sfalcato al momento fenologico opportuno per la produzione delle scorte foraggere affienate.

Le operazioni di fienagione consisteranno nello sfalcio del foraggio, nella ranghinatura e nella successiva raccolta mediante pressa imballatrice e, infine, nell'immagazzinamento nel fienile aziendale prima di essere immesso nel mercato.

L'intervento agronomico proposto consentirà di ottenere una superficie completamente e stabilmente inerbita.

L'inerbimento, inoltre, consentirà una riduzione degli effetti di compattamento del suolo dovuto al passaggio dei mezzi da impiegarsi per la gestione e manutenzione dell'impianto.

**Relazione agronomica e pedologica**

Una volta che l'impianto di produzione FER sarà in funzione le opzioni di utilizzazione del prato consigliate sono le seguenti:

- per i primi 4 anni nessun intervento o sfalcio dell'erba da lasciare sul posto con la finalità di limitare le asportazioni di carbonio dal suolo;
- dal 4° anno ipotesi di raccolta del foraggio con sfalcio di erba verde nel periodo primaverile e foraggi affienati a inizio estate;
- pascolamento diretto da parte del bestiame (ovino) fino alla fase di fioritura.

Nel caso di ricorso all'utilizzazione diretta mediante il pascolamento si consiglia di non intervenire durante le fasi di fioritura e maturazione dei semi, che consentiranno il perpetuarsi delle specie presenti e la rigenerazione del prato.

Inoltre, per evitare carichi eccessivi si consiglia il ricorso al pascolamento turnato, mediante la suddivisione dell'area complessiva in porzioni ottimali di pascolo da dimensionare in base al numero di capi da immettere per turno, dal tipo di animali da introdurre al pascolo e dal tempo di pascolamento.

Questa soluzione consente di non sfruttare eccessivamente la cotica pabulare ed evitare i fenomeni di sovra pascolamento che metterebbero a rischio la salute complessiva del prato.

Durante la fase di regime dell'impianto di produzione FER sarà necessario compiere degli interventi di mantenimento e rinvigorimento del prato, in particolare delle trasemine o semine su sodo (sod seeding) di infittimento, arieggiamenti mediante discissione del cotico erboso e concimazioni di copertura. La cadenza pluriennale di questi interventi sarà da valutare in base alle condizioni di vegetazione del prato.



**Relazione agronomica e pedologica**

**4.2.2 Contratti di pascolo**

Punto cardine del progetto di valorizzazione agronomica è, come detto, la possibilità di stipulare dei **contratti di pascolo** con uno o più allevatori zootecnici presenti nel circondario, si consiglia l'immissione di animali della specie ovina da latte e, più in particolare di **ovini di razza sarda**. Questa scelta è dettata da due ordini di motivi:

- il primo è l'alta vocazione del territorio per questa tipologia di allevamento, dovuta ad una radicata tradizione pastorale e ad una diffusa presenza di stabilimenti di trasformazione e valorizzazione dei prodotti dell'allevamento;
- il secondo è la favorevole situazione di mercato relativa sia al latte ovino, che ha raggiunto i valori medi record di € 1,60 al litro, che all'agnellino da latte, grazie anche alle attività di promozione svolte dal Consorzio di Tutela dell'agnello di Sardegna IGP.

Può apparire pleonastico sottolineare che la specie scelta per l'allevamento è la pecora di razza Sarda. Si tratta di una razza autoctona della Sardegna, dove storicamente ha sempre avuto una notevole importanza culturale ed economica ed è una delle razze ovine più antiche tra quelle allevate nei paesi europei. Si ritiene che discenda dal muflone selvatico, ancora molto presente sulle aree montuose dell'isola. In passato veniva anche suddivisa in tre tipi morfologici di: a) Pianura, di maggiore taglia; b) Collina di media taglia; c) Montagna di piccola taglia. Tale distinzione è stata poi definitivamente abbandonata con l'attuazione di programmi selettivi che ne hanno uniformato lo standard morfologico.



*Esemplari di pecora sarda*

Alla fine del XIX secolo e nei primi anni del secolo scorso, furono attuati diversi tentativi per migliorare questa razza attraverso l'introduzione di arieti Mérinos o merinizzati. Tali incroci furono effettuati, nel tempo

**Relazione agronomica e pedologica**

ed in varie riprese, su un numero limitato di greggi, dando sempre risultati negativi nei riguardi della produzione di latte, che è la sua attitudine principale. Pertanto, a seguito di tali insuccessi, l'attenzione degli allevatori fu rivolta verso la selezione che cominciò a svilupparsi dal 1927 con le prime prove di mungitura, con l'istituzione nel 1928 del Libro Genealogico a livello provinciale, e con l'attuazione dei primi controlli funzionali.

Ad oggi la Sarda è una delle migliori razze ovine ad attitudine latte tra quelle allevate in Europa e nel bacino del Mediterraneo.

Nel 1960 è stata fondata l'Associazione Nazionale della Pastorizia (ASSO.NA.PA.) con sede in Roma. È l'organismo incaricato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali alla gestione dei Libri Genealogici Nazionali delle razze ovine e caprine finalizzati al miglioramento genetico ed alla conservazione delle rispettive popolazioni.

La popolazione della razza Sarda allevata in Italia è di circa 3.500.000 capi; oltre alla Sardegna (zona di origine) è ampiamente diffusa su tutto il territorio nazionale con prevalenza al centro-sud. Per le sue peculiarità e la spiccata attitudine alla produzione di latte ha trovato diffusione anche in altri paesi europei e del bacino del Mediterraneo. Gli arieti della razza frequentemente vengono utilizzati per migliorare la produzione di latte di altre popolazioni ovine sia nazionali che estere attraverso la tecnica dell'incrocio.



*Ariete di razza sarda*

La selezione si è da sempre orientata all'esaltazione dell'attitudine alla produzione del latte sotto l'aspetto quantitativo e qualitativo e al miglioramento delle caratteristiche della mammella per facilitare la mungitura meccanica. La produzione media di latte per i capi iscritti (al netto del latte poppato dall'agnello) è di 158 litri

### Relazione agronomica e pedologica

per le primipare (lattazione convenzionale 100 giorni) e di 225 litri per le pluripare (lattazione convenzionale 180 giorni). La percentuale media di grasso nella lattazione è del 6% e quella delle proteine del 5,3%. Il latte viene per la gran parte trasformato in importanti **DOP (Denominazione di Origine Protetta)** come il **Pecorino Romano**, il **Fiore Sardo**, il **Pecorino Sardo**, e altri pecorini con denominazioni regionali.

La produzione di carne è garantita in modo prevalente da agnelli da latte, del peso di circa 10 kg (o inferiori) oppure da agnelli macellati a pesi superiori in funzione delle realtà locali. Il peso degli agnelli è di kg 3,8-3,5 alla nascita, kg 35,3-26,9 a 6 mesi, kg 44,6-32,5 ad un anno, rispettivamente per i maschi e per le femmine.

Come nel caso del latte anche per la commercializzazione degli agnelli esistono dei Consorzi di tutela **IGP (Identificazione Geografica Protetta)** che ne garantiscono la tracciabilità, la qualità e nel contempo la valorizzazione economica (**Agnello di Sardegna IGP**). La produzione media annuale di lana è di 2,5 kg per gli arieti e 1,1 kg per le pecore di qualità grossolana. Prospettive future:

- applicare di uno schema di selezione genomico che permetterà di integrare le informazioni fenotipiche e genealogiche con quelle molecolari (genotipi) al fine di predire il valore genetico/genomico dei candidati alla selezione (Allevamento genomico presso l'Azienda di AGRIS-Sardegna in Monastir CA).
- velocizzare il progresso genetico ottimizzando, attraverso la diffusione della fecondazione artificiale, l'utilizzo degli arieti miglioratori (Centro arieti razza Sarda di Asso.Na.Pa Bonassai).



*Pecora con agnello in fase di allattamento*

L'Agnello di Sardegna IGP deriva da pecore da latte, di razza sarda, allevate allo stato brado e semibrado. L'Agnello di Sardegna IGP da Latte con peso tra 4,5 e 8,5 kg è alimentato attraverso allattamento materno. Le altre due categorie, Agnello di Sardegna Leggero – tra 8,5 e 10 kg – e da Taglio – tra 10 e 13 kg –

**Relazione agronomica e pedologica**

derivano da incroci di pecora sarda con arieti Île de France e Berrichon du cher o di altre razze da carne altamente specializzate.

La zona di produzione dell'Agnello di Sardegna IGP ricade nell'intero territorio della regione Sardegna.

Gli agnelli vivono con le madri e pertanto sono allevati al pascolo brado e semibrado. Solo d'inverno vengono ricoverati in strutture coperte. Gli Agnelli di Sardegna IGP da Latte vengono allattati dalle madri, mentre quelli della tipologia Leggero e da Taglio integrano l'allattamento con essenze pascolative naturali e con foraggi e cereali freschi ed essiccati. I capi idonei alla produzione dell'IGP vengono contrassegnati dagli allevatori con marchi auricolari verdi che li distinguono in ogni momento da quelli non inseriti nel sistema di certificazione IGP. La macellazione dell'IGP si svolge separatamente e, solo dopo le verifiche di conformità alle caratteristiche previste dal disciplinare di produzione, il macellatore appone sulla carcassa un'etichetta che riporta il marchio consortile e quello dell'IGP, la categoria, la denominazione del taglio e lo stabilimento di macellazione.

L'Agnello di Sardegna IGP è il frutto di una cultura millenaria e di una tradizione antichissima, quella pastorale, da sempre strettamente legata alla storia e all'economia dell'I-sola. Le prime testimonianze risalgono all'epoca prenuragica (3000 a.C.). Anche Virgilio, nelle Georgiche, cita la pratica comune ai pastori sardi e libici del pascolo brado e vagante in tutte le stagioni. Il commercio degli agnelli da latte in Sardegna ha una storia lunghissima: già nei primi anni del Nove-cento venivano trasportati, dentro ceste di vimini, in treno, verso i porti e destinati ai mercati della penisola italiana.



Il prodotto è immesso in commercio come Agnello di Sardegna IGP nelle tipologie: da Latte, Leggero e da Taglio. È commercializzato intero o porzionato.



**Relazione agronomica e pedologica**

**CALCOLO DEL CARICO MANTENIBILE**

Un principio fondamentale, premessa di buona programmazione per l'avvio di una razionale attività di pascolamento, è la determinazione a priori della dimensione ottimale dello stesso, in termini carico mantenibile, ovvero di numero di capi che possono essere immessi.

Il dimensionamento, naturalmente, non può prescindere dalla tipologia di conduzione che è intendimento attuare, ovvero se si vuole optare per tipologie intensive (elevato numero di capi per unità di superficie aziendale), semi-intensive o estensive.

Nel nostro caso, come ampiamente detto, si vuole puntare ad un equilibrio fra l'allevamento e lo sfruttamento della cotica pabulare che andremo a impiantare nelle superfici aziendali. Pertanto, punto di partenza per le successive considerazioni sarà la produzione foraggera stimata al netto delle asportazioni di foraggio da immettere in vendita, come segue:

<b>Classe colturale</b>	<b>ha</b>	<b>*UF/ha</b>	<b>UF totali</b>
Prato pascolo falciabile	40,00	3.200	128.000
Asportazioni foraggi	40,00	2.000	- 80.000
<b>Totale disponibile</b>	<b>40,00</b>	<b>---</b>	<b>48.000</b>

\*Una UF è definita, come il potere nutritivo di 1kg di orzo o di 2,5 kg di fieno normale di prato stabile ricco di Phleum pratense e di altre essenze graminacee.

Questa produzione foraggera va messa in relazione con le esigenze alimentari della specie ovina in esame, si parla infatti di UCO (Unità Consumatrice Ovina), che rappresenta le unità foraggere annue di cui necessita una unità d'allevamento, vale a dire, una pecora più la rimonta annessa.

Dai dati medi reperibili presso studi specializzati possiamo assumere quale valore medio quello di 400 UF/anno per ogni UCO allevata, ai quali dobbiamo detrarre la quantità di alimenti che gli ovini assumono presso le aziende di riferimento, quindi avremo:

$$\text{UF aziendali} / \text{UF UCO} = \text{UCO mantenibili}$$

$$48.000/200 = 240 \text{ UCO}$$

Pertanto, sulla base delle produzioni foraggere attese a regime sarà possibile immettere al pascolo, nei periodi indicati, circa 240 UCO, che corrispondo a 240 pecore adulte + circa 48 agnelle di rimonta (primipare) e 6 arieti, per un totale di circa 300 capi.

Questo dimensionamento ci consente di prevedere una composizione zootecnica al pascolo basata sulle effettive produzioni aziendali, nell'ottica di una razionalizzazione dello sfruttamento della risorsa foraggera, evitando, in particolare l'eccessivo sfruttamento del prato.

**Relazione agronomica e pedologica**

Questa ipotesi di dimensionamento però ha un evidente limite concettuale, infatti, essa prende in considerazione solo la quantità foraggera prodotta e non considera affatto la quantità di suolo a disposizione dell'allevamento, non considera cioè, la tipologia di allevamento che può essere attuata.

Per questo motivo, oltre alle considerazioni di carattere produttivo alimentare, occorre fare anche qualche considerazione di carattere gestionale.

Come abbiamo ampiamente ribadito, lo scopo del presente intervento è quello di valorizzare le superfici aziendali a scopi zootecnici mediante il miglioramento delle condizioni di pascolamento del bestiame.

Stiamo quindi ipotizzando un tipo di conduzione semi-brado o semi-estensiva, nella quale gli animali stanno prevalentemente all'aria aperta (pascolamento) e vengono ricoverati solo per alcune ore al giorno, in particolare, durante le fasi di mungitura e nelle ore climaticamente più critiche (nelle ore più calde d'estate e nelle più fredde d'inverno).

Appare del tutto evidente, dunque, che non si possa prescindere dal calcolo delle superfici pascolative disponibili e dal **carico di bestiame** che andremo ad insediare sulle stesse. Nel nostro caso, come detto, si tratta di circa 40 ettari fra prati pascolo e prati falciabili (a duplice attitudine, pascolamento e sfalcio foraggero). Il calcolo viene fatto come rapporto fra SAU (superficie agricola utilizzata) e UBA (unità bovina adulta, ogni capo ovino pesa 0,15 UBA), pertanto avremo:

$$\text{UBA ovine} / \text{SAU} = \text{Carico UBA/ha}$$

$$300 \text{ capi} \times 0,15 / 40 \text{ ha} = 1,125 \text{ UBA/ha}$$

Il dato risultante è certamente ottimale presupponendo il rispetto di tutte le normative di settore, soprattutto in materia agro ambientale, sul rischio di accumulo dei nitrati, sulle condizioni di benessere degli animali etc. Tuttavia, le considerazioni fin qui svolte, da sole, non sono sufficienti a garantire un adeguato sfruttamento della cotica pascolativa aziendale, infatti, occorre garantire i seguenti risultati:

- sfruttamento omogeneo della biomassa pascolativa, evitando l'eccessiva asportazione delle specie più pabulari rispetto a quelle meno appetite dal bestiame;
- evitare l'accumulo di nitrati derivati dalle deiezioni degli animali al pascolo;
- evitare di ridurre eccessivamente la copertura vegetale esponendo il suolo ai fenomeni erosivi;
- evitare, per quanto possibile, il pascolamento nei periodi di fioritura in modo da garantire l'auto rigenerazione del pascolo e lo sfruttamento da parte degli insetti pronubi.

Per questi motivi verrà data attuazione al **pascolamento turnato**, che consiste in una serie di accorgimenti volti alla razionalizzazione dello sfruttamento della risorsa alimentare aziendale. Per questo motivo si ricorrerà ad un sistema di frazionamento delle superfici in lotti ideali, perimetrati tramite un sistema di recinzioni mobili. I singoli lotti corrisponderanno ai turni di pascolamento per gruppi omogenei di animali al pascolo per un periodo determinato in base alla quantità di biomassa presente e alla velocità di asportazione da parte degli animali al pascolo.

Relazione agronomica e pedologica

4.2.3 Piantumazione alberature di mitigazione

Altro intervento agronomico previsto sarà la **realizzazione di una fascia vegetale di mitigazione visiva**, che assumerà anche una funzione di barriera frangivento, intorno alla superficie dell'impianto agrivoltaico e nei confini aziendali.

Si tratta della piantumazione di alcune specie arboree, per la realizzazione di una fascia con funzione di mitigazione visiva dell'impianto dall'esterno, oltre che di barriera frangivento, da realizzarsi lungo i confini che costeggiano l'azienda in oggetto. Il perimetro aziendale, in particolare, misura circa 4.000 metri.

Per quanto riguarda la fascia di mitigazione verranno utilizzate specie vegetali tipiche della macchia mediterranea quali il leccio (*Quercus ilex*), il corbezzolo (*Arbutus unedo*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*), la fillirea (*phillyrea latifolia*), oltre al mirto (*Myrtus communis*), il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), l'olivastro (*Olea europea var. silvestrys*) ed altre, da lasciare al naturale equilibrio biologico.

Queste essenze, tutte autoctone, hanno dimostrato una grande adattabilità all'ambiente pedo – climatico dell'areale indagato, inoltre, sono caratterizzate da un rapido accrescimento in altezza e da una scarsa invasività degli apparati radicali.

Le specie arboree, infatti, verranno messe a dimora con un'altezza già compresa tra m 1,20 e 1,50 e si considera che possano raggiungere i m 2,50 – 3,00 nel giro dei primi tre anni dall'impianto, inoltre, avendo la caratteristiche di essere piante sempre verdi, garantiscono una schermatura efficace durante tutto l'anno.

Alcune di queste essenze, inoltre, sono un'**importantissima fonte nettarifera bottinata dalle api** e rivestono, pertanto, un ruolo esiziale per la sopravvivenza delle api. Basti pensare che il miele di corbezzolo rappresenta una produzione di nicchia del miele isolano, il prodotto è estremamente apprezzato poiché conserva le medesime proprietà balsamiche della pianta.



Questo intervento faciliterà, nel corso del tempo, la rinaturalizzazione della superficie interessata, con la ricomparsa della vegetazione naturale dell'areale ecologico.



Relazione agronomica e pedologica



Per la messa a dimora si farà ricorso a piante da vivaio autorizzato fornite in vaso o fitocella dell'età minima di 3 anni, la distanza fra una pianta e l'altra sarà di circa 3 metri, per le specie arboree, più ravvicinata per le arbustive.

Per accelerare l'effetto schermante si farà ricorso ad un sesto dinamico con una distanza, fra una pianta e l'altra, di 3 metri lungo la fila, una volta che le piante avranno raggiunto uno sviluppo adeguato si procederà alla rimozione di una pianta ogni 6 metri lungo la fila, con trasferimento e piantumazione degli esemplari estratti in altra locazione aziendale.

L'intervento descritto, che certamente non ha risvolti diretti sul piano economico, contribuisce in maniera molto incisiva alla biodiversità aziendale, oltre che rappresentare un ulteriore schermo biologico all'impatto dell'intervento sull'ambiente circostante, ricordiamo infatti, che le specie autoctone selezionate sono piante sempre verdi perfettamente adattate alle condizioni pedo climatiche dell'areale indagato.



Situazione attuale del sito

**Relazione agronomica e pedologica**



*Vista impianto privo di schermatura*



*Vista impianto con mitigazione*

## Relazione agronomica e pedologica

## 4.2.4 L'attività di apicoltura

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un allevamento di api stanziabile.

La messa a coltura del prato stabile e le caratteristiche dell'areale in cui si colloca il parco agrivoltaico, crea le condizioni ambientali idonee affinché l'apicoltura possa essere considerata una attività complementare economicamente sostenibile.

L'ape è un insetto, appartenente alla famiglia degli imenotteri, al genere *Apis*, specie mellifera (*adamsonii*). Si prevede l'allevamento dell'ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica*) che è una sottospecie dell'ape mellifera (*Apis mellifera*), molto apprezzata internazionalmente in quanto particolarmente prolifica, mansueta e produttiva.

Di seguito si analizzano i fattori ambientali ed economici per il dimensionamento dell'attività apistica, considerando nel calcolo della PLV (Produzione Lorda Vendibile) la sola produzione di miele. L'attività apistica ha come obiettivo primario quella della tutela della biodiversità e pertanto non si prevede lo sfruttamento massivo delle potenzialità tipico degli allevamenti intensivi, facendo svolgere all'apicoltura una funzione principalmente di valenza ambientale ed ecologica.



Apiario su un prato

Il potenziale mellifero è estremamente variabile rispetto ad alcuni parametri: condizioni meteo (vento, pioggia, ...), temperature (sotto i 10 gradi molte piante non producono nettare), umidità del suolo e dell'aria, caratteristiche del suolo (alcune piante pur crescendo in suoli non a loro congeniali, non producono nettare), posizione rispetto al sole e altitudine, ecc....

**Relazione agronomica e pedologica**

Naturalmente per avere un dato quanto più attendibile, sarebbe opportuno fare dei rilievi floristici di dettaglio per più anni di osservazione (calcolo del numero di fiori per specie e per unità di superficie, periodo di fioritura, ecc...). Pertanto, in base alle criticità individuate, si reputa opportuno considerare il potenziale mellifero minimo di quello indicato in letteratura.

La quantità di miele prodotto da un'arnia è molto variabile: si possono ottenere dalla smielatura di un'arnia stanziale in media 10-15 Kg di miele all'anno, con punte che oltrepassano i 40 Kg. Come per il polline, anche per il nettare l'entità della raccolta per arnia è in linea di massima proporzionale alla robustezza e alla consistenza numerica della colonia e segue nel corso dell'anno un andamento che è correlato con la situazione climatica e floristica. Anzi in questo caso il fattore "clima" è di importanza ancora più rilevante, in quanto, come già detto, influisce direttamente sulla secrezione nettarifera. Se ad esempio i valori di umidità relativa si innalzano oltre un certo limite, la produzione di nettare è elevata, ma esso è anche più diluito e per ottenere la stessa quantità di miele le api devono quindi svolgere un lavoro molto maggiore.

Per l'area di progetto sarebbe ipotizzabile un carico di n. 1-2 arnie ad ettaro (numero ottimale in funzione del tipo di vegetazione); ma in base alla valutazione dei fattori limitanti la produzione di cui si è detto e vista la frammentazione dell'impianto risulta essere opportuno installare, almeno per il primo anno, un numero di arnie complessivo pari a 40. Tale valutazione operativa definirebbe un numero di arnie ad ettaro pari all'unità.

Oltre al numero di alveari/arnie per ettaro acquista molta importanza anche la loro disposizione all'interno della coltura.

Il raggio di azione della bottinatrice di nettare è molto più ampio di quello della bottinatrice di polline: normalmente; infatti, può estendersi fino a 3 chilometri, e in condizioni particolari può essere largamente superato. Il raggio di volo degli altri apoidei, escluso i bombi che possono volare per distanze più rilevanti, è in genere limitato, circoscritto a poca distanza dal nido, da poche decine di metri a 200-300 metri.

Gli elementi che bisogna considerare per l'ubicazione e posizionamento degli alveari per l'apicoltura stanziale, possono essere così elencati:

- Scegliere un luogo in cui sono disponibili sufficienti risorse nettarifere per lo sviluppo e la crescita delle colonie. Se possibile evitare campi coltivati con monoculture dove si pratica la coltura intensiva.
- L'apiario deve essere installato lontano da strade trafficate, da fonti di rumore e vibrazioni troppo forti. Tutti questi elementi disturbano la vita e lo sviluppo della colonia.
- Luoghi troppo ventosi o dove c'è un eccessivo ristagno di umidità sono vivamente sconsigliati. Troppo vento non solo disturba le api, contribuendo a innervosirle e ad aumentarne l'aggressività, ma riduce la produzione di nettare. Per contro, troppa umidità favorisce l'insorgenza di micosi e patologie.

**Relazione agronomica e pedologica**

- Accertarsi della disponibilità di acqua corrente nelle vicinanze, altrimenti predisporre degli abbeveratoi con ricambio frequente dell'acqua.
- Posizionare le arnie preferibilmente dove vi è presenza di alberi caducifoglie. Questo tipo di vegetazione è davvero ottimale, in quanto permette di avere ombra d'estate, evitando così eccessivi surriscaldamenti degli alveari, ma nel contempo in inverno i raggi del sole possono scaldare le famiglie senza essere ostacolati e schermati da fronde sempreverdi. Anche in questo caso, però, si può intervenire "artificialmente" creando tettoie o ripari per proteggere le api dalla calura estiva o sistemi di coibentazione per il freddo.
- Una volta scelto il luogo è anche importante il posizionamento delle arnie. Sicuramente è importantissimo che le arnie siano rivolte a sud e che siano esposte al sole almeno nelle ore mattutine. Questo favorisce la ripresa dell'attività delle api. Ottimo sarebbe se ricevessero luce anche nel pomeriggio, soprattutto d'inverno.
- Bisogna considerare la distanza da terra e fra le arnie stesse. Non bisogna posizionarle troppo vicino al suolo perché altrimenti si favorirebbe il ristagno di umidità. L'opzione migliore è quella di metterle su blocchi singoli perché se poggiassero su traversine lunghe le eventuali vibrazioni, indotte su un'arnia si propagherebbero alle arnie contigue.
- Generalmente, inoltre, le arnie devono essere posizionate a 35-40 cm l'una dall'altra e, se disposte in file, deve esserci una distanza di almeno 4 m. In generale, si consiglia sempre di non avere apiari che eccedano le 50 unità.



**Relazione agronomica e pedologica**

**4.3 Calcolo dell'investimento agronomico.**

Di seguito si riporta il computo estimativo relativo agli investimenti economici necessari all'attuazione del piano agronomico e di valorizzazione agro-ambientale, precedentemente esposti.

<b>Realizzazione prati polifiti</b>				
<b>descrizione</b>	<b>u.m.</b>	<b>quantità</b>	<b>prezzo unitario</b>	<b>totale</b>
Ripperatura in croce da eseguirsi con ripper di q.li 10 distanza fra i denti non superiore a cm 50, per terreni pietrosi o con strati di inibenza fisica sottosuperficiale (es. alcuni tipi di gregori), ad una profondita' di cm 50.	ha	40,00	948,24	37929,60
Spietramento in terreni pietrosi con asportazione o accatastamento del materiale in cumuli ai bordi dei campi o nelle tare, oppure con utilizzazione del pietrame.	mc	1500	19,27	28905,00
Concime Organico-Minerale a cessione graduale per concimazione di fondo pre-piantagione.	q.li	150	105,00	15750,00
Aratura, alla profondita' di 30-40 cm, per amminutamento del terreno e per l'interramento dei fertilizzanti utilizzati nella concimazione di fondo prima dell'impianto di fruttiferi in genere.	ha	40,00	293,86	11754,40
Frangizollatura con erpice a dischi od a denti rigidi da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere.	ha	40,00	129,65	5186,00
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata. Compreso acquisto sementi e distribuzione in campo.	ha	40,00	426,20	17048,00
Costipamento post-semi, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattrice gommata.	ha	40,00	92,75	3710,00
<b>Totale Realizzazione prati polifiti</b>				<b>120.283,00</b>
<b>Organizzazione pascolamento razionale</b>				
Recinzioni mobili elettrificate per la settorizzazione dei pascoli per l'attuazione del pascolamento turnato degli ovini.	m	500,00	60,00	30.000,00
<b>Totale Organizzazione pascolamento razionale</b>				<b>30.000,00</b>
<b>Apicoltura</b>				
Arnia fornita completa di famiglia e regina a 12 telaini, completa di melari, telai, cera bio per telai, escludi regina, apiscampo e ogni altro occorrente.	cad	40,00	486,00	19.440,00
<b>Totale Apicoltura</b>				<b>19.440,00</b>
<b>TOTALE INVESTIMENTO</b>				<b>169.723,00</b>

**Relazione agronomica e pedologica**

**4.4 Conto economico e redditività dell'attività agricola.**

Di seguito viene riportato il conto economico relativo all'attività agricola così come prospettata, il riferimento sarà, naturalmente, quello "a regime", ovvero al momento in cui la produttività crescente, dal momento dell'investimento, tenderà a stabilizzarsi.

Si stima che questo momento sia intorno al quarto anno successivo all'investimento, sarà il momento in cui i prati avranno raggiunto una maturità e una stabilità floristico produttiva che, se tenuti in buone condizioni, potrà essere conservata nel tempo. Perché questo avvenga è necessario che lo stato di salute venga monitorato e che si intervenga anche annualmente per lotti distinti, con operazioni di risemina e concimazioni di copertura.

Il primo passaggio da compiere è la determinazione della PLV (Produzione Lorda Vendibile), che comprende tutte le produzioni aziendali vendute al netto degli autoconsumi e dei reimpieghi.

Dopo di che si procede secondo il classico schema a scalare del conto economico, detraendo dal valore della PLV i costi diretti e indiretti che l'azienda agricola sostiene nella propria attività.

Nella stima dei valori di calcolo si è proceduto secondo ipotesi estremamente prudentziali, in modo da evitare inutili sovrastime.

<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE (RIFERITA AL PRIMO ESERCIZIO REGIME)</b>				
Prodotti e servizi	Prodotto venduto		Prezzo unitario medio	Ricavo totale
	Unità di misura	Quantità		
*CONTRATTI DI PASCOLO	HA	40	100,00	4.000,00
**FORAGGI IMBALLATI	Q.LI	2.400	25,00	60.000,00
***MIELE	KG	1.200	5,00	6.000,00
<b>TOTALE PLV</b>				<b>€ 70.000,00</b>

\*si considera un canone di immissione di € 100,00 ad ettaro.

\*\*si considera una produzione media di 60 q.li ad ettaro di foraggio imballato.

\*\*\*per la produzione mellifera si considera una resa annuale ad arnia pari a circa Kg 30.

**Relazione agronomica e pedologica**

CONTO ECONOMICO AZIENDALE	Esercizio a regime
<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE</b>	<b>70.000,00</b>
- *costi delle materie prime	10.000,00
- **noleggi passivi	8.000,00
- ***manutenzioni e riparazioni	2.000,00
- ****spese generali	2.000,00
- *****altri costi caratteristici	5.000,00
<b>= VALORE AGGIUNTO</b>	<b>43.000,00</b>
- *****ammortamenti ed accantonamenti	6.000,00
<b>= PRODOTTO NETTO</b>	<b>37.000,00</b>
- salari e stipendi	8.000,00
- oneri sociali	1.000,00
<b>= REDDITO OPERATIVO</b>	<b>28.000,00</b>
+ ricavi non caratteristici	0,00
- costi non caratteristici	0,00
+ proventi straordinari	0,00
- perdite	0,00
- imposte e tasse	2.000,00
<b>= REDDITO NETTO</b>	<b>26.000,00</b>

\*nei costi delle materie prime rientrano tutte le spese (c.d. spese varie) che annualmente vengono sostenute per l'acquisto di concimi, gasolio, olii lubrificanti, pezzi di ricambio, sementi per infittimento prati, corrente elettrica etc.

\*\*nei noleggi passivi rientrano i costi che l'azienda sostiene annualmente per servizi resi da ditte esterne per lo svolgimento di lavorazioni che l'impresa non può sostenere con i propri mezzi.

\*\*\*in questa voce rientrano le spese necessarie annualmente a mantenere in efficienza i mezzi di produzione, avremo pertanto i costi di intervento meccanico sui mezzi, sui fabbricati, sulla viabilità aziendale etc.

\*\*\*\*fra le spese generali rientrano tutti quei costi accessori non direttamente riconducibili alle attività di produzione ma comunque finalizzati alla gestione aziendale (consulenze tecniche di professionisti etc.).

\*\*\*\*\*fra gli altri costi caratteristici rientrano tutte le spese direttamente legate alla gestione propria dell'azienda agricola non ricomprese fra le precedenti (direzione, sorveglianza e amministrazione).

**Relazione agronomica e pedologica**

\*\*\*\*\*gli ammortamenti (o quota di reintegrazione) sono rappresentati dall'ammortamento annuale degli investimenti sostenuti per un periodo di circa 30 anni o, dall'ipotetica quota da accantonare annualmente per il mantenimento la reintegrazione del capitale investito alla fine del ciclo dei 30 anni, si ottiene dividendo l'investimento complessivo, circa € 180.000,00 per 30, inoltre, sono presenti gli ammortamenti di tutti gli altri fattori produttivi di lungo periodo (fabbricati, macchine e attrezzature etc.).

**Come si può evincere dal conto economico il risultato della gestione agricola porta ad un risultato molto positivo. Con un reddito netto per l'imprenditore agricolo di circa € 26.000,00.**

Per approfondire la valutazione della dinamica produttiva e reddituale dell'azienda agricola in oggetto si farà riferimento ai principali indicatori economici RICA, costruiti rapportando i parametri indicativi dei risultati di gestione con i dati strutturali concernenti l'impiego di fattori produttivi.

In particolare, l'analisi della produttività considera:

- **Indici di produttività del lavoro e della terra** - ottenuti dal rapporto tra Produzione Lorda Vendibile (PLV) e, rispettivamente, Unità di Lavoro Totali (ULT) e Superficie Agricola Utilizzata (SAU) - diretti a misurare l'efficienza economica per addetto occupato a tempo pieno e per ettaro di superficie coltivata.

Nel nostro caso il primo valore, produttività del lavoro, è pari a € 26.000,00 mentre il secondo valore, produttività della terra, è pari a € 1.750,00, superiore rispetto al valore medio rilevato in Sardegna, pari a € 1.128,00.

- **Indici di produttività netta del lavoro e della terra**, che misurano l'entità del Valore Aggiunto al netto degli ammortamenti (VA) per unità di lavoro e per ettaro di SAU.

Nel nostro caso il primo valore, produttività netta del lavoro, è pari a € 37.000,00 (superiore al dato nazionale di € 27.511,00) mentre il secondo valore, produttività netta della terra, è pari a € 2.175,00, assolutamente in linea con il valore medio nazionale pari a € 2.275,00.

- **la redditività aziendale**, data dal rapporto tra Reddito Netto (RN: che rappresenta l'insieme dei redditi che spettano all'imprenditore agricolo nonché l'indicatore economico di sintesi delle scelte tecniche, commerciali e organizzative della produzione in ambito aziendale e, pertanto, misura la capacità dell'azienda agricola di remunerare tutti i fattori produttivi utilizzati nel ciclo produttivo) e unità di lavoro o ettaro di SAU, che fornisce degli indici volti a misurare la redditività netta unitaria per occupato e per ettaro di superficie aziendale.

Anche in questo caso i valori ottenuti sono del tutto confortanti, in quanto avremo una redditività netta per occupato pari a € 26.000,00 e una redditività netta per ettaro pari a € 650,00.

#### 4.5 Caratteristiche dell'impianto agrivoltaico e coerenza con le linee guida.

Secondo le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, il progetto denominato "Ginestras" si configura come un "impianto agrivoltaico" in quanto "adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola sul sito di installazione".

Secondo tali linee guida, il progetto è caratterizzato dai seguenti parametri:

**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:

$$\text{Stot} = 39,07 \text{ ha}$$

**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):

$$\text{Spv} = 10,55 \text{ ha}$$

**LAOR (Land Area Occupation Ratio):** rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv) e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico, deve essere inferiore o uguale al 40%:

$$\text{LAOR} = 27,01\% \leq 40\%$$

Il progetto possiede tutti i requisiti che, secondo le Linee guida, i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati.

**Requisito A**, il sistema è progettato in modo da permettere la perfetta sinergia tra l'attività di pascolamento e la produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

**Superficie minima per l'attività agricola.** Secondo le Linee guida si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

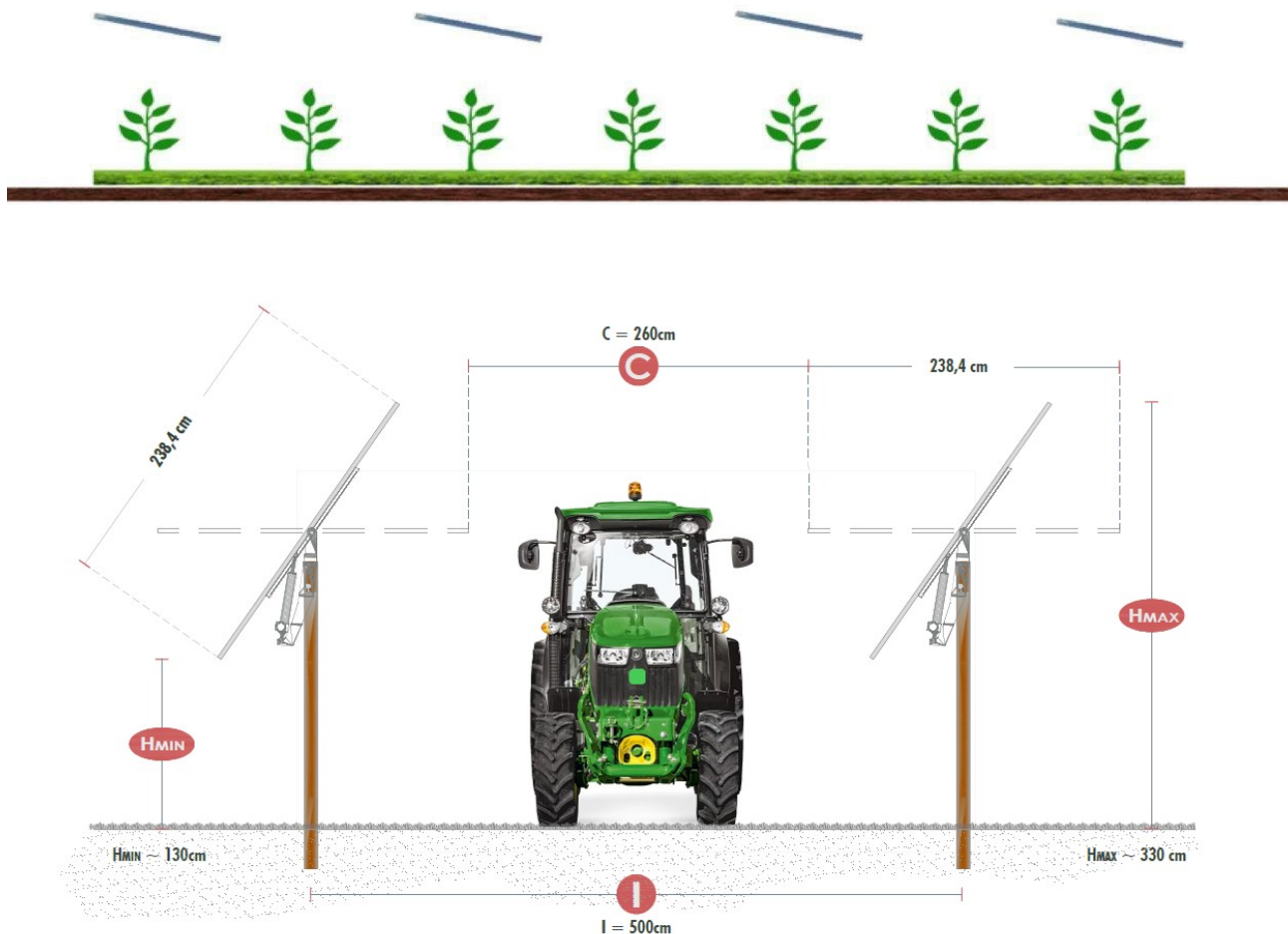
Nel progetto la Superficie agricola risulta essere di 35,02 ha e pertanto **89,66%** della Superficie totale.

**Requisito B**, il sistema agrivoltaico è progettato, 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**, i moduli sono progettati come inseguitori (tracker), quindi possono essere posizionati nella configurazione adeguata per lo svolgimento delle normali pratiche agricole.

L'agrivoltaico risulta essere di tipo 1 secondo le Linee guida, l'altezza dei moduli da terra è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agro-zootecniche al di sotto dei moduli che avranno un'altezza minima dal suolo pari a m 1,30.

Relazione agronomica e pedologica



**Requisito D**, il sistema agrivoltaico monitorerà l'efficienza d'uso dell'acqua piovana analizzando il miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dal sistema agrivoltaico oltre al monitoraggio della continuità dell'attività agricola/zootecnica negli anni, attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita;

**Requisito E**, il sistema agrivoltaico monitorerà i parametri meteorologici, di recupero della fertilità del suolo e di resilienza ai cambiamenti climatici tramite un sistema DSS di agricoltura 4.0.

**Relazione agronomica e pedologica**

**4.5.1 Il pascolamento, la forma gestionale**

Il progetto agrivoltaico prevede la destinazione dei suoli all'utilizzazione agro-zootecnica, mediante il pascolamento diretto turnato e lo sfalcio di scorte foraggere. Questa attività verrà svolta da allevatori locali da individuarsi, secondo le caratteristiche descritte, fra le aziende del circondario.

L'immissione del bestiame al pascolamento avverrà previa sottoscrizione di un "contratto di pascolo", che prevede il pagamento di un canone da parte dell'allevatore prescelto, salvo diverse determinazioni da parte del conduttore.



### Relazione agronomica e pedologica

#### 4.6 Monitoraggio dell'attività agricola.

Quello oggetto del presente intervento si prospetta come un impianto agrivoltaico avanzato, ovvero, un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque **in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale**, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di **sistemi di monitoraggio** che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico saranno garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. L'attività di monitoraggio, quindi, sarà indirizzata sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia dei parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti, ed in particolare:

- ✓ il risparmio idrico;
- ✓ 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;
- ✓ il recupero della fertilità del suolo;
- ✓ il microclima;
- ✓ la resilienza ai cambiamenti climatici.

##### 4.6.1 Monitoraggio del risparmio idrico

Tutte le "coltivazioni" previste nel piano agronomico saranno condotte in asciutto, sfruttando cioè i soli apporti idrici naturali che provengono dalle precipitazioni, concentrate, come detto, nel periodo autunno, invernale.

Pertanto, sarà fondamentale l'intervento agronomico di preparazione del suolo alla successiva semina – impianto dei prati polifiti. Con una adeguata profondità di lavorazione, infatti, si garantirà un buon accumulo di riserve idriche che saranno rese disponibili per le piante in vegetazione.

Tuttavia, sarà possibile procedere all'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la **diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici**, il risultato può essere raggiunto con delle semplici vasche evaporimetriche (per la misurazione dell'evaporazione) da dislocarsi nell'area dei prati polifiti.



**Relazione agronomica e pedologica**

In azienda, come detto, sono presenti due pozzi trivellati la cui acqua, adotta ad un deposito di accumulo, viene utilizzata per l'abbeveraggio del bestiame allevato e per gli utilizzi igienico sanitari.

Sarà cura del proponente installare dei sistemi di misurazione dell'acqua in modo da monitorare i consumi idrici nel tempo.

Nel caso, nel corso degli anni di esercizio dell'impianto agrivoltaico, dovessero attivarsi coltivazioni in irriguo, sarà necessario adottare altri sistemi, oltre che di misurazione dei consumi idrici, anche di rilevazione dell'umidità del suolo, in modo da agire con l'irrigazione nei soli momenti di effettiva necessità delle coltivazioni e solo fino al raggiungimento della capacità idrica di campo del suolo.

**4.6.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola**

Affinché l'impianto non perda la propria connotazione è fondamentale che l'attività agricola sia continuativa, gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

- ✓ l'esistenza e la resa della coltivazione;
- ✓ il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Questa attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza almeno annuale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione, alla consistenza e alle tecniche di allevamento.

Strumenti ausiliari potranno essere la situazione agro - zootecnica riportata sul fascicolo SIAN (sistema informativo agricolo nazionale) e/o le fatture di vendita delle produzioni.

**4.6.3 Monitoraggio della fertilità del suolo**

Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.

Appare fondamentale, a proposito, prevedere delle analisi del terreno ogni 5 anni per identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi: scheletro, tessitura, carbonio organico, azoto totale, fosforo assimilabile, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (K scambiabile, Ca scambiabile, Mg scambiabile, Na scambiabile), Rapporto C/N, Rapporto Mg/K.

**Relazione agronomica e pedologica****4.6.4 Monitoraggio del microclima**

Un impianto come quello in progetto ha certamente delle ripercussioni sul microclima. La sua presenza, infatti, diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo delle coltivazioni, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per le stesse (effetto adattamento).

Questi aspetti saranno monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misurazione della radiazione solare posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- ✓ la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- ✓ la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- ✓ l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- ✓ la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

**4.6.5 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici**

I principali cambiamenti climatici nell'area sono legati all'incremento delle temperature medie e alla variazione del regime delle precipitazioni, così come alla variazione nella frequenza e nell'intensità di eventi estremi.

Questi ultimi, in particolare, hanno procurato notevoli disagi alle attività agricole. La presenza stessa dell'impianto agrivoltaico tenderà certamente a mitigare gli effetti delle precipitazioni di forte intensità, fungendo da schermo fisico di protezione.

Il monitoraggio verrà realizzato grazie agli accorgimenti adottati al punto precedente.

## 5. SICUREZZA DEI LAVORATORI AGRICOLI

Come azienda internazionale nel campo dell'energia che si occupa di tecnologia di ampia portata e complessa, la proponente è esposta a una serie di rischi per la sicurezza. L'azienda lavora costantemente per ridurre questi rischi e mantenere al sicuro tutte le persone impiegate nei propri impianti con l'obiettivo di raggiungere il risultato di zero infortuni sul lavoro. La cultura dell'azienda è basata su attenzione, trasparenza, chiari requisiti e continuo miglioramento.

L'approccio alla sicurezza è sistematico e prevede la valutazione del rischio, l'analisi delle minacce, vulnerabilità e conseguenze e la preparazione di una strategia per eliminare, laddove possibile, o ridurre i rischi potenzialmente legati allo svolgimento di ogni attività.

È per questo che la tutela di tutti i lavoratori, inclusi quelli agricoli che opereranno all'interno degli impianti agrivoltaici, è accuratamente considerata e ogni rischio potenziale valutato ed opportunamente evitato o mitigato. Un fallimento nella gestione della sicurezza potrebbe portare a infortuni, perdite di vite umane, danni alle strutture, danni finanziari, etc; pertanto, la capacità di salvaguardare tutto il personale, i beni e le operazioni dalle minacce è fondamentale.

I progetti agrivoltaici rappresentano senza dubbio una nuova sfida per l'azienda dal punto di vista della salute e sicurezza. Per questo l'approccio prevederà un'attenta valutazione caso per caso delle varie attività agricole che verranno condotte all'interno degli impianti e una conseguente analisi dei rischi e formulazione di un piano di azione che preveda le relative misure di prevenzione e protezione.

Tali misure si articoleranno su diversi fronti:

- Attività di valutazione preliminare dei rischi interferenziali tra presenza dell'impianto e lavorazioni agricole presenti, e successivo processo dinamico di valutazione in caso di modifiche e di gestione delle emergenze. - Attività di somministrazione di corsi di formazione per il personale agricolo; tale attività di formazione verterà sullo svolgimento delle lavorazioni agricole in sicurezza in combinazione con la presenza dell'impianto fotovoltaico, quindi per esempio come svolgere le lavorazioni in condizioni di sicurezza, in quali momenti poterle svolgere, l'utilizzo corretto di dotazioni e attrezzature in questo particolare caso e la viabilità / presenza di passaggi nell'area in questione.
- Messa a punto di un sistema di gestione e verifica degli ingressi al sito, al fine di assicurare che tutte le persone/lavoratori che accedono siano autorizzati all'ingresso e opportunamente formati per le attività da svolgere.
- Collaborazioni e sinergie con associazioni di categoria, per garantire un costante dialogo sui temi della sicurezza su lavoro in questo particolare ambito.
- Misure di protezione pratiche, atte a garantire lo svolgimento delle lavorazioni agricole in sicurezza ed evitare il possibile contatto con le strutture dell'impianto, quali ad esempio l'installazione di una recinzione perimetrale in legno intorno all'inverter, una struttura di cemento di dimensioni ridotte a terra per evitare l'eventuale contatto con i cavi in ingresso, e l'inserimento dei cavi all'interno dell'asse di rotazione dell'impianto.

**Relazione agronomica e pedologica**

Si sottolinea inoltre che, come ulteriore misura di protezione, è presente anche la possibilità di posizionare i trackers in posizione di sicurezza (stow position) per un breve periodo, in caso di necessità o di attività agricole particolarmente sensibili o rischiose, al fine di garantire la maggior sicurezza possibile ai lavoratori ed ai mezzi agricoli.

Ovviamente le aree dell'impianto saranno correttamente segnalate e identificate e dotate di sistemi di illuminazione, se necessario. Inoltre, si sottolinea che l'impianto verrà adattato in base alle esigenze dell'agricoltore, in equilibrio con la componente paesaggistica e di sostegno alla biodiversità e non compromettendo la continuità delle attività di coltivazione agricola.

## 6. CONCLUSIONI

Gli obiettivi comunitari e nazionali in tema di "lotta ai cambiamenti climatici" hanno già tracciato la via maestra per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ponendo il 2050 come anno entro il quale l'Unione Europea dovrà raggiungere l'obiettivo zero emissioni.

Questo obiettivo è stato recentemente ribadito nel corso del G20 di Roma e del COP26 di Glasgow.

Gli obiettivi comunitari puntano in particolare all'efficienza e sicurezza energetica, utilizzo di Fonti Rinnovabili e mercato unico dell'energia.

Rispetto alla produzione di energia FER, si prevede che le green energy contribuiscano al soddisfacimento dei consumi finali lordi totali 2030 con un 30 per cento. Ma mentre la quota di rinnovabili nei consumi elettrici rimane salda al 55 per cento, aumentano invece quelle dei settori riscaldamento e trasporti al 30% rispetto al totale portato al consumo finale; oggi l'Italia si attesta intorno al 17% di energia FER rispetto ai consumi lordi, questo significa che entro il decennio in corso sarà necessario un deciso cambio di passo in materia di installazione di impianti per la produzione di energia FER.

Il PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima) redatto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999 detta i numeri e i passaggi in dettaglio dell'evoluzione del sistema nazionale di produzione energetica. Dalla lettura degli obiettivi fissati si deduce chiaramente che l'interessamento delle superfici agricole, atte ad ospitare nuovi impianti di produzione di energia FER, sarà inevitabile.

Solo in Sardegna, secondo il riparto nazionale degli obiettivi, dovranno essere interessati almeno 2.000 ettari di superficie da qui al 2030.

La recente Delibera GR 59/90 del 27/11/20 ha aggiornato il quadro di riferimento in materia di "aree NON idonee" in Sardegna all'insediamento di impianti di produzione da FER ai sensi del DM 10/09/10 (linee guida nazionali per l'autorizzazione e l'inserimento delle FER sul territorio); vengono pertanto individuate "a priori" tipologie di aree particolarmente sensibili dal punto di vista ambientale e paesaggistico, all'interno delle quali le installazioni di impianti FV a terra possono comportare delle alterazioni all'eco sistema ambientale e/o paesaggistico, tali da non permetterne l'insediamento in condizioni di sostenibilità.

Ma che cosa succederà ai terreni su cui sono stati installati impianti fotovoltaici tra 25/30 anni (durata media presunta di un impianto FV)? Questo, a parere dello scrivente, è l'interrogativo di fondo che dovrà essere alla base delle valutazioni agronomiche, e non solo, sugli impatti degli impianti fotovoltaici a terra sui suoli agrari.

Su questo tema si sono già approntati diversi studi, su iniziativa privata in raccordo con istituti di ricerca pubblica, Università, Enti agricoli, CNR etc.; le conclusioni, in generale, sono molto incoraggianti a patto che:

**Relazione agronomica e pedologica**

- si agisca su terreni con problemi di fertilità strutturale, con limitazioni rispetto all'attitudine d'uso del suolo; terreni agronomicamente sovra sfruttati;
- si opti per soluzioni impiantistiche che garantiscano la reversibilità dello stato dei luoghi e la restituzione all'attività agricola dei suoli dopo lo smantellamento degli impianti;
- si ottimizzi lo sfruttamento delle superfici in termini di rapporto Energia FER/SAU garantendo densità di impianto che non precludano l'attività vegetazionale e agronomica;
- si attuino colture che garantiscano la maggiore copertura di suolo possibile (in termini di superficie e periodo annuale) al fine di limitare i fenomeni erosivi e avere un bilancio positivo in termini di fertilità.

Ad esempio, secondo recenti studi effettuati dall'Oregon State University, (rapporto pubblicato il 07/08/19) l'ombreggiamento di porzioni di terreno, limitando il fenomeno dell'evaporazione, conduce ad un miglioramento della resa vegetativa del suolo. Lo studio dell'Oregon State University è orientato a verificare la fattibilità di conciliare l'utilizzo del suolo sia per fini energetici che agricoli e/o zootecnici.

Il miglioramento del microclima che si verifica sul suolo per via della riduzione della radiazione solare incidente su questo, induce pertanto verso lo sviluppo di soluzioni integrate che consentono di continuare ad utilizzare buona parte del suolo (seppur con gli ostacoli derivanti dalla presenza delle strutture dei moduli) anche con aumento della produttività agricola del medesimo.

In Minnesota e in altri sei Stati americani, il team di InSPIRE ha iniziato a coltivare diversi mix di semi e a studiare il loro impatto sulla temperatura e l'umidità del suolo. Allo stesso tempo, gli studiosi stanno cercando di capire se la presenza delle piante influisce negli anni sulla produzione di energia e sulla manutenzione.

In Massachusetts, Arizona e in Oregon i ricercatori stanno studiando come le centrali solari "a basso impatto" possano integrarsi con l'agricoltura.

Anche se a prima vista può sembrare strano, l'ombra dei pannelli solari permette un uso più efficiente dell'acqua, oltre a proteggere le piante dal sole delle ore più calde.

Ancora, uno studio condotto dall'assessorato all'agricoltura della Regione Piemonte (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente – Luglio 2017) dal titolo "Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica" nelle conclusioni riporta :*"Allo stato attuale, come ipotizzabile, solo questo tipo di dati ha consentito delle risposte statisticamente significative, ma si è ritenuto opportuno corredare questi risultati anche con un set di dati riassuntivi delle analisi svolte per determinare la qualità del suolo, con i 2 indici prescelti (QBS – indice di qualità biologica del suolo e IBF – indice di fertilità biologica del suolo) in modo da fornire una prima indicazione orientativa sugli effetti delle coperture da fotovoltaico sul suolo. Alla luce dei risultati emersi dalle elaborazioni si può affermare che gli effetti delle coperture siano tendenzialmente positivi..."*.

---

**Relazione agronomica e pedologica**

Secondo alcuni studiosi: ***"l'obiettivo è quello di restituire i terreni utilizzati per gli impianti fotovoltaici all'attività agricola preesistente, con una fertilità migliorata rispetto al passato. Si tratta insomma di una modernissima rotazione delle coltivazioni "di lunghissimo periodo": il terreno può in senso lato sia servire per produrre energia, per poi essere di nuovo utilizzato per produzioni agricole convenzionali"***.

Il suolo è una risorsa non rinnovabile dal valore inestimabile e deve essere protetto, poiché senza di esso la vita degli ecosistemi terrestri non sarebbe possibile. Pertanto, nell'ambito dell'oramai irrinunciabile promozione della produzione di energia FER, ed in particolare con la tecnologia fotovoltaica, occorre valutare attentamente, alla luce di un obiettivo bilancio tra costi/benefici (anche in termini ambientali) i risultati che lo stesso è in grado di produrre, in riferimento alle dimensioni degli impianti, alle aree in cui vengono proposti, considerando la possibilità di realizzarli in ambiti ove gli effetti negativi possano essere ridotti al minimo.

In questo contesto tecnico e normativo, si inserisce l'intervento proposto.

Dallo studio condotto e dagli interventi agronomici prospettati, si può senz'altro concludere che il progetto, se ben attuato e rigorosamente condotto, potrà apportare evidenti benefici per i suoli oggetto dell'investimento.

Gennaio 2024

**Dott. Agronomo  
Giuliano Sanna**

*(documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii)*