



GED115 - Sassari
Comune: Sassari
Provincia: Sassari
Regione: Sardegna

Nome Progetto:

GED115 - Sassari
Progetto di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Sassari in località
"Mandra Ebbas" di potenza nominale pari a 34,04 MWp in DC

Proponente:

Sassari S.r.l.
Via Dante, 7
20123 Milano (MI)
P.Iva: 13130040960
PEC: sassarisrl@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.
Via Monte Rosa, 93
20149 | Milano (MI)
P.Iva: 01521770212
E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Studio Agronomico

Commissa	Codice elaborato	Nome file
30200208	AGR_REL_01	AGR_REL_01 - Studio Agronomico

Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	Mar. 24	Prima Emissione	LA	FPA	LBE

Il presente documento è di proprietà di Arcadis Italia S.r.l. e non può essere modificato, distribuito o in altro modo utilizzato senza l'autorizzazione di Arcadis Italia s.r.l.

Indice

1. PREMESSA	3
2. INTRODUZIONE	6
3. INQUADRAMENTO DEL SISTEMA AGRONOMICO	7
4. CLIMATOLOGIA	11
5. BIOCLIMA DELLA SARDEGNA	17
5.1 Zone fitoclimatiche di Pavari	18
6. AGRICOLTURA IN SARDEGNA	20
7. COLTIVAZIONI IN SARDEGNA	22
7.1 Prodotti a denominazione	23
7.2 Produzioni di qualità legate all'area di progetto	25
8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO: CORINE LAND COVER	35
9. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO: LA CARTA DEI SUOLI	37
10. LAND CAPABILITY CLASSIFICATION	40
11. CARTA DELLA SALINIZZAZIONE	44
12. L'AGRIVOLTAICO: PRESENTE E FUTURO	45
13. AGRIVOLTAICO E AGRICOLTURA 5.0	48
14. LA ZOOTECNIA IN SARDEGNA	50
15. ZOOTECNIA SARDA: OPPORTUNITÀ ED ESIGENZE	52
15.1 Coltivazione del prato polifita permanente	52
15.2 Piano di pascolamento	57
15.3 Calcolo del carico bestiame	57
15.4 Tecniche di allevamento	60
16. ANALISI DELLE RICADUTE OCCUPAZIONALI	62
17. COMPENSAZIONE AMBIENTALE: IMBOSCHIMENTO	63
18. AREE DI RINFOLTIMENTO	72

19. ZONE DI MITIGAZIONE PERIMETRALE	73
20. IL PROGETTO E LE LINEE MITE	78
21. VALUTAZIONI FINALI	82

1. PREMESSA

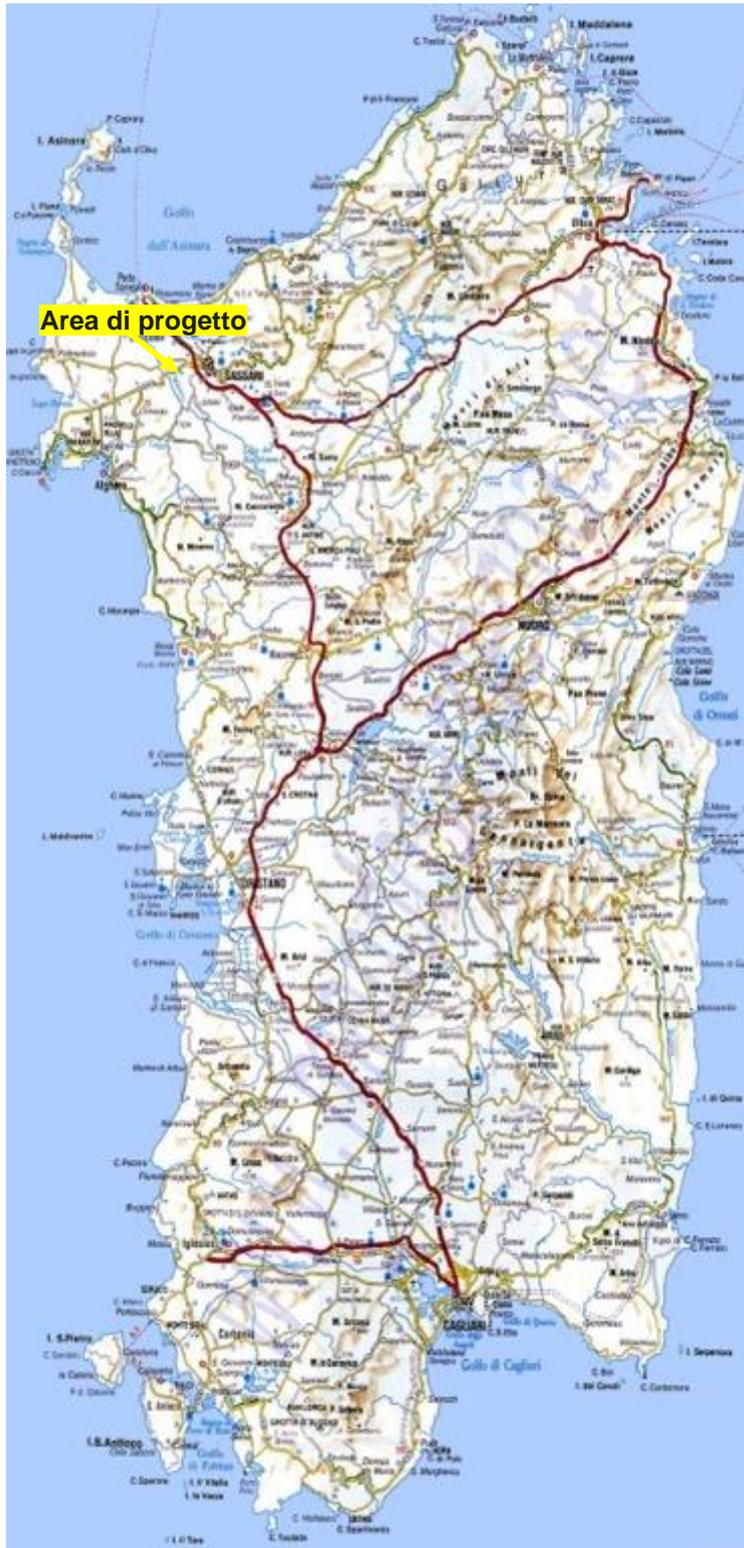
La società Sassari s.r.l. con sede in Via Dante 7 a Milano, in ottemperanza a quanto previsto dell'art. 27-bis del D.Lgs. 152 del 2006, intende attivare la procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale Nazionale ed all'Autorizzazione Unica Regionale per la realizzazione e l'esercizio di un impianto agrivoltaico della potenza nominale quantificabile in 34,04 MWp, la cui ubicazione ricade nel Comune di Sassari (provincia di Sassari), in località "Mandra Ebbas". Per il proseguo dell'iter autorizzativo del progetto, il sottoscritto Dott. Agr. Paolo Castelli, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della provincia di Palermo al n° 1198 Sez. A, si è occupato della redazione di uno studio agronomico, ai sensi della L.R. 29/2015 e del paragrafo 15.3 del D.M. 10/09/2010, per meglio comprendere le eventuali criticità e/o interferenze insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale, con riferimento ad aree di pregio agricolo e/o paesaggistico e in relazione alla vocazione stessa del territorio.

La relazione sarà articolata come segue:

Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- inquadramento del sistema agronomico dell'area in esame;
- ispezione dei siti (sopralluogo) per analisi stato di fatto e verifica della composizione del top-soil (strato coltivabile);
- analisi delle produzioni agroalimentari dell'area, con particolare riferimento alle eventuali produzioni a marchi comunitari DPC, DOP e/o IGP presenti;
- valutazione delle eventuali interferenze con le attività agricole dell'area e definizione degli eventuali elementi di mitigazione e/o compensazione necessari;
- identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate ai fini della conduzione zootecnica;
- individuazione delle piante da mettere a dimora lungo parte del perimetro dell'impianto agrivoltaico con funzione di mascheramento;
- indicazioni sia di carattere progettuale che gestionale da adottare al fine di permettere la coltivazione delle specie identificate e la conduzione zootecnica degli allevamenti previsti;
- analisi di massima dei costi per l'avvio delle attività nonché dei ricavi per poter dimostrare una profittabilità dell'attività agricola e zootecnica durante la vita utile dell'impianto;
- analisi delle ricadute occupazionali in relazione alla gestione delle aree a verde all'interno del parco agrivoltaico.

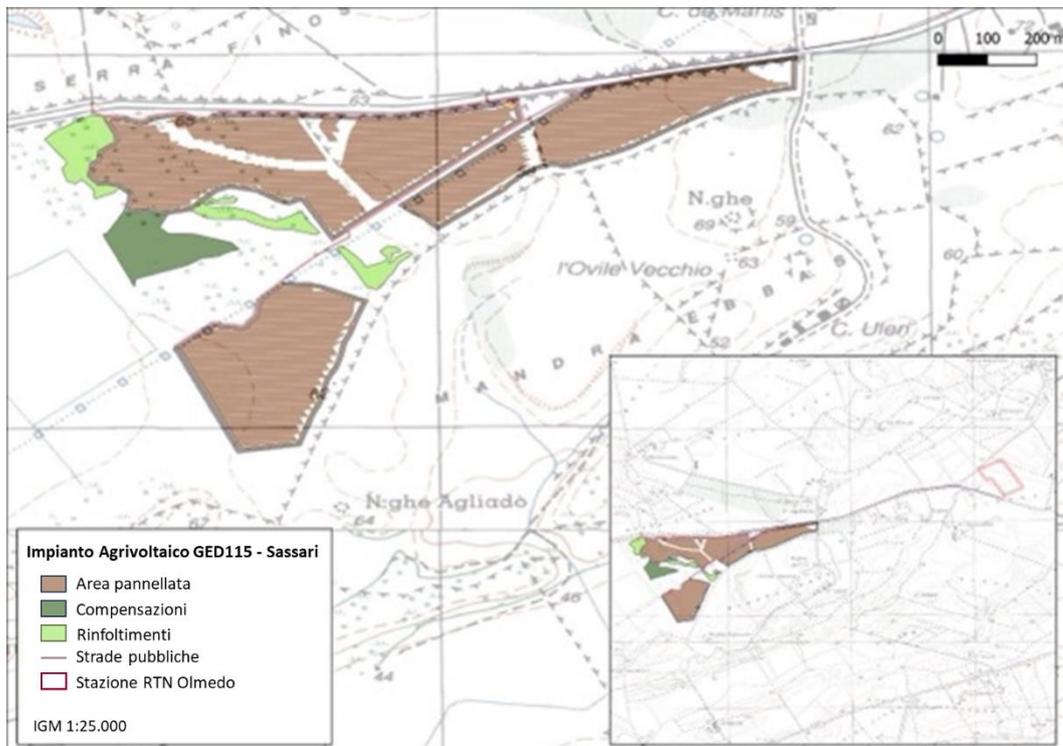
L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno del Comune di Sassari. Le opere di connessione ricadono nel medesimo comune e il collegamento alla RTN avverrà dalla stazione di Olmedo (da realizzare). Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla SS 291 var della Nurra e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP65. L'area di studio, quindi, ricade amministrativamente all'interno del territorio Comunale di Sassari (SS) e risulta censita secondo il piano particellare che fa parte degli elaborati di progetto.



1- Inquadramento area di intervento



2- Ortofoto con particolare area di progetto



3- Area di progetto su IGM 1:25.000

2. INTRODUZIONE

I parchi fotovoltaici, sovente, si trovano ad essere oggetto di svariate critiche in relazione alla quantità di suolo che sottraggono alle attività di natura agricola. Le dinamiche inerenti alla perdita di suolo agricolo sono complesse e, sostanzialmente, riconducibili a due processi contrapposti: da un lato l'abbandono delle aziende agricole che insistono in aree marginali e che non riescono a fronteggiare adeguatamente condizioni di mercati sempre più competitivi e globalizzati e dall'altro l'espansione urbana e delle sue infrastrutture commerciali e produttive.

Le recenti proposte legislative della Commissione Europea inerenti alla Politica Agricola Comune (PAC), relativa al nuovo periodo di programmazione 2021-2027, accentuano il ruolo dell'agricoltura a vantaggio della sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale. Infatti, in parallelo allo sviluppo sociale delle aree rurali ed alla competitività delle aziende agricole, il conseguimento di precisi obiettivi ambientali e climatici è componente sempre più rilevante della proposta strategica complessivamente elaborata dalla Commissione EU. In particolare, alcuni specifici obiettivi riguardano direttamente l'ambiente ed il clima. In ragione di quanto asserito si porta alla luce la necessità di operare una sintesi tra le tematiche di energia, ambiente ed agricoltura, al fine di elaborare un modello produttivo con tratti di forte innovazione, in grado di contenere e minimizzare tutti i possibili trade-off e valorizzare massimizzando tutti i potenziali rapporti di positiva interazione tra le istanze medesime. A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER, e del fotovoltaico in particolare, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio. Contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi sono le principali finalità della nuova PAC.

3. INQUADRAMENTO DEL SISTEMA AGRONOMICO

La vegetazione presente nel sito, per quanto concerne i terreni inerenti all'impianto agrivoltaico e alle aree contrattualizzate, risulta costituita da alternanza di aree a seminativo a carattere estensivo (grano, orzo e superfici incolte) che si alternano ad elementi di macchia mediterranea. In prossimità delle aree di progetto si riscontrano specie arboree di interesse forestale; le tipologie presenti in un raggio di circa 2 km dall'impianto fanno riferimenti ad arbusteti termo-mediterranei che si alternano ad elementi arborei classici del territorio regionale. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si distingue per la presenza contemporanea di essenze Poaceae, Asteraceae e Brassicaceae ma risulta assente, come conseguenza delle lavorazioni agronomiche condotte sui campi, o presente sporadicamente in quanto talune superfici risultano incolte e lasciate in uno stadio evolutivo di crescita del tutto naturale. Lo strato arbustivo risulta presente in molte superfici e, come specificato in precedenza, caratterizzato da elementi vegetali tipici della macchia sarda (lentisco, ginestra, corbezzolo, ecc..). Di seguito si fornisce un report fotografico effettuato a seguito del sopralluogo.



4- report fotografico stato di fatto aree di progetto



4- report fotografico stato di fatto aree di progetto



6- report fotografico stato di fatto aree di progetto



7- report fotografico stato di fatto aree di progetto



8- report fotografico stato di fatto aree di progetto



9- report fotografico stato di fatto aree di progetto

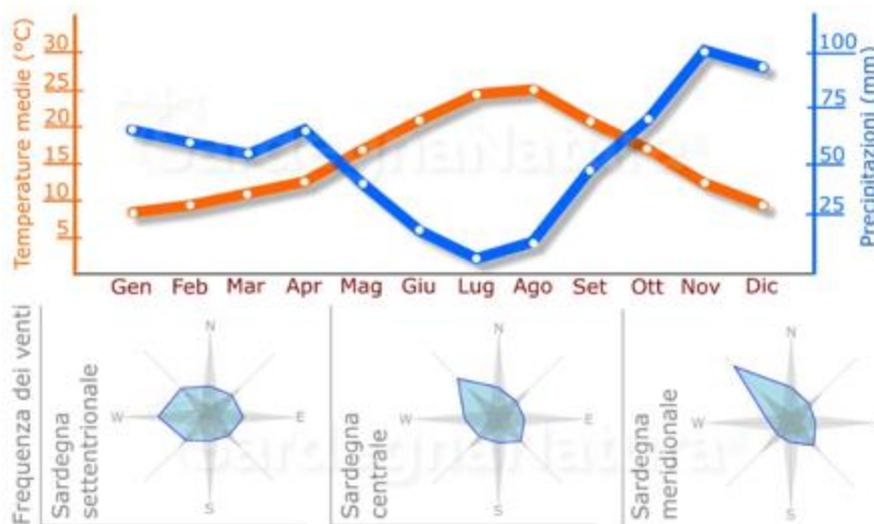


10- report fotografico stato di fatto aree di progetto

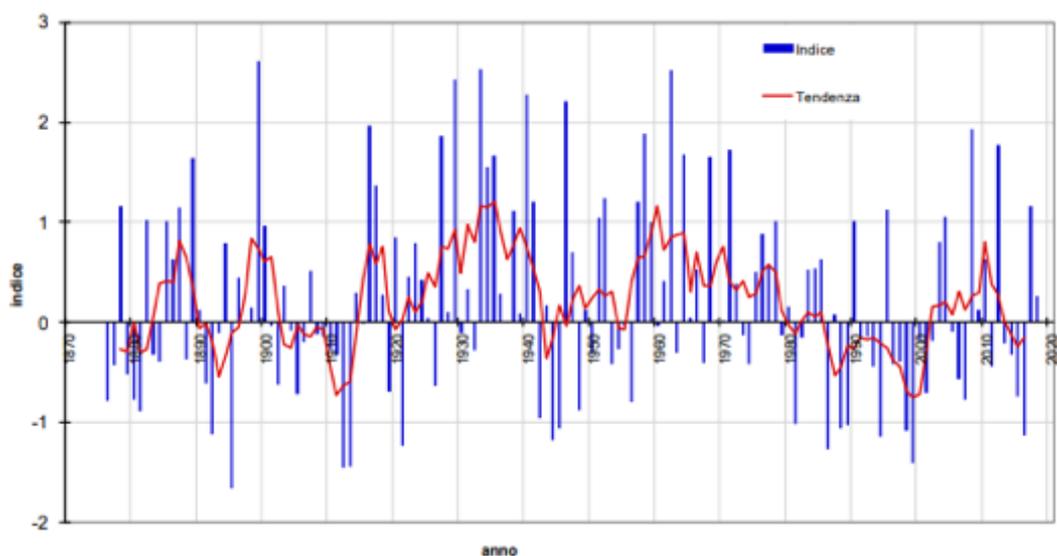
4. CLIMATOLOGIA

Il Clima della Sardegna viene generalmente classificato come Mediterraneo Interno, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Dal punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. L'analisi di dettaglio della situazione climatica della Regione Sardegna, periodo climatico di riferimento 1981-2010, ha permesso di caratterizzare la variabilità climatica osservata a livello locale e di valutare, ad elevata risoluzione, le anomalie climatiche attese in futuro per effetto dei cambiamenti climatici. Per quanto riguarda l'analisi delle temperature, la media annuale dei valori massimi di temperatura per la Sardegna è di 20.4°C; il mese più caldo è solitamente luglio (media delle massime 30.5°C). Le temperature minime annue sono mediamente 10.5°C, il mese più freddo gennaio (temperatura minima media del mese 4.9°C). Differenze rilevanti si possono registrare in regioni microclimatiche dell'isola: le aree del Campidano e del Sulcis raggiungono valori di temperatura mediamente più alti rispetto al resto della Sardegna, con temperature massime in agosto quasi mai al di sotto dei 34°C. La regione è caratterizzata da un numero medio di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 30,1°C (SU95p) che varia tra 5 e 55, con picchi di circa 55 giorni/anno a sud, mentre il numero medio di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera al di sotto di 0°C (FD) varia tra 0 e 12, con picchi di circa 12 giorni/anno sull'area montuosa centrale. L'andamento delle precipitazioni varia considerevolmente in differenti microregioni della Sardegna: le zone più piovose sono il Limbara, l'altopiano di Campeda, il massiccio del Gennargentu e l'Ogliastra. Le aree più aride sono le regioni del sud-ovest dell'isola, la Nurra e il Campidano, nonché altre aree spot lungo la fascia costiera. I valori più bassi si registrano solitamente nella parte sud-occidentale dell'isola, dove i cumulati annuali non superano i 380-400 mm; la regione più piovosa è quella del Gennargentu dove quasi sempre si superano i 1200 mm annui. La media climatica per la Sardegna si attesta quindi intorno ai 650/700 mm. Il territorio regionale presenta condizioni siccitose durante il periodo estivo, caratterizzato da un numero massimo di giorni annui consecutivi senza precipitazione (CDD) che varia da circa 60 a 80. Con riferimento ai dati più recenti, in merito ai dati 2018-2019 delle reti meteorologiche dell'ARPAS, integrati con quelli della rete del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e dell'Ente Nazionale Assistenza al Volo, si riportano le analisi agrometeorologiche di tale periodo, realizzate anche grazie alle informazioni fornite dalla Agenzia Regionale AGRIS. L'annata ottobre 2018 - settembre 2019 ha registrato cumulati di pioggia in linea con la media climatica e solo in alcune aree del sud si sono avuti incrementi più significativi. Le piogge totali hanno superato i 900 mm e in alcuni casi i 1000 mm soltanto in corrispondenza delle aree montuose. Anche i giorni piovosi nei 12 mesi sono risultati prossimi alla climatologia. Nella stagione piovosa (ottobre-aprile) complessivamente i cumulati hanno raggiunto i valori medi climatici, ma con un contributo non uniforme tra i diversi sottoperiodi: nel trimestre autunnale, infatti, le piogge sono state relativamente abbondanti (particolarmente al sud), mentre nel successivo quadrimestre sono state inferiori alla media climatica, soprattutto in alcune aree della parte orientale, dove non si è raggiunta la metà della corrispondente media trentennale. L'analisi dello SPI trimestrale, rappresentativo delle condizioni di umidità dei suoli, evidenzia nel corso della

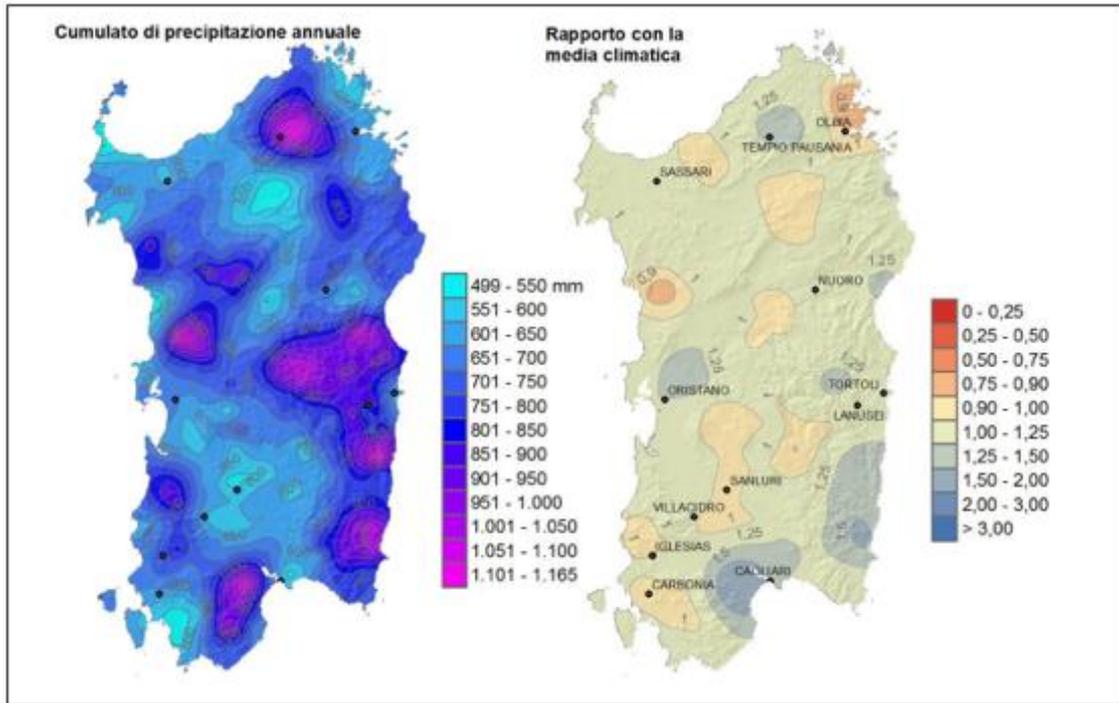
stagione piovosa una marcata variazione dalle classi “Molto umido” ed “Estremamente umido” nel primo bimestre dell’autunno (soprattutto al sud), fino alla classe “Molto siccitoso” presente in alcune aree nei mesi di febbraio e aprile. Per quanto riguarda le temperature, sia le medie annuali delle minime, sia quelle delle massime hanno mostrato un’anomalia positiva seppur contenuta rispetto al recente ventennio 1995 - 2014. Gennaio è stato anche il mese più freddo dell’annata con anomalie climatiche fino a -2.5°C , per effetto dell’intenso raffreddamento notturno (soprattutto nella prima decade) favorito dal persistente dominio dell’anticiclone delle Azzorre. Il mese più caldo in termini assoluti è stato agosto, con anomalie in alcune aree superiori a $+2^{\circ}\text{C}$. Le condizioni meteorologiche dell’annata hanno avuto ripercussioni più o meno marcate nel ciclo colturale delle diverse specie di interesse agricolo, nelle attività zootecniche, nella diffusione di insetti e patogeni vegetali nonché nel ciclo vegetativo delle specie forestali, ornamentali e di interesse allergologico e apistico.



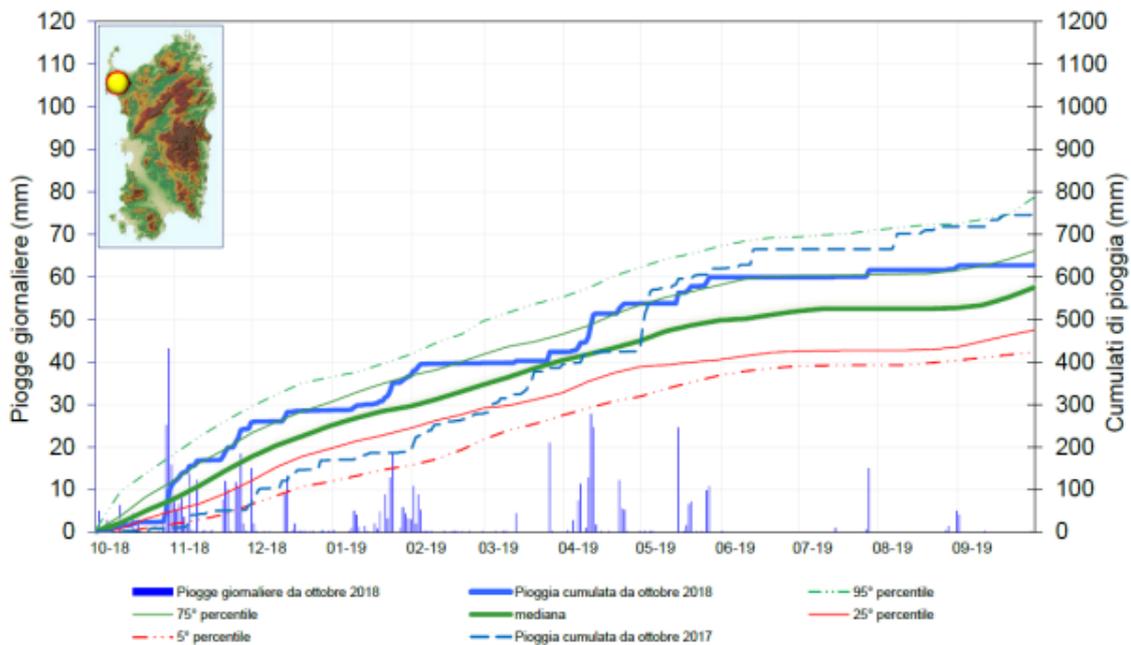
11 – Valori degli indici climatici con riferimento regionale



12 - Andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre



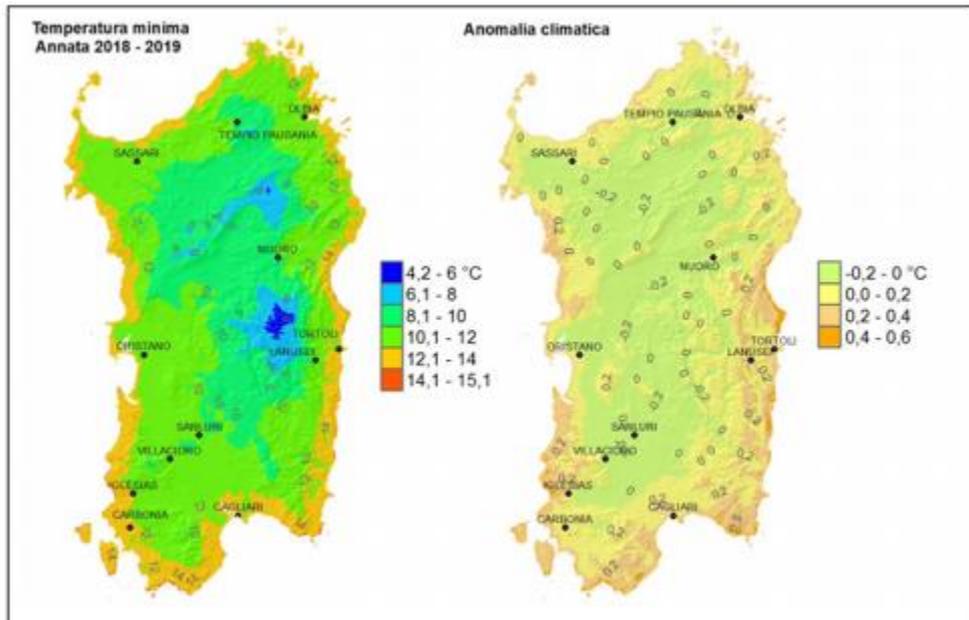
13 -Numero di giorni piovosi da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica



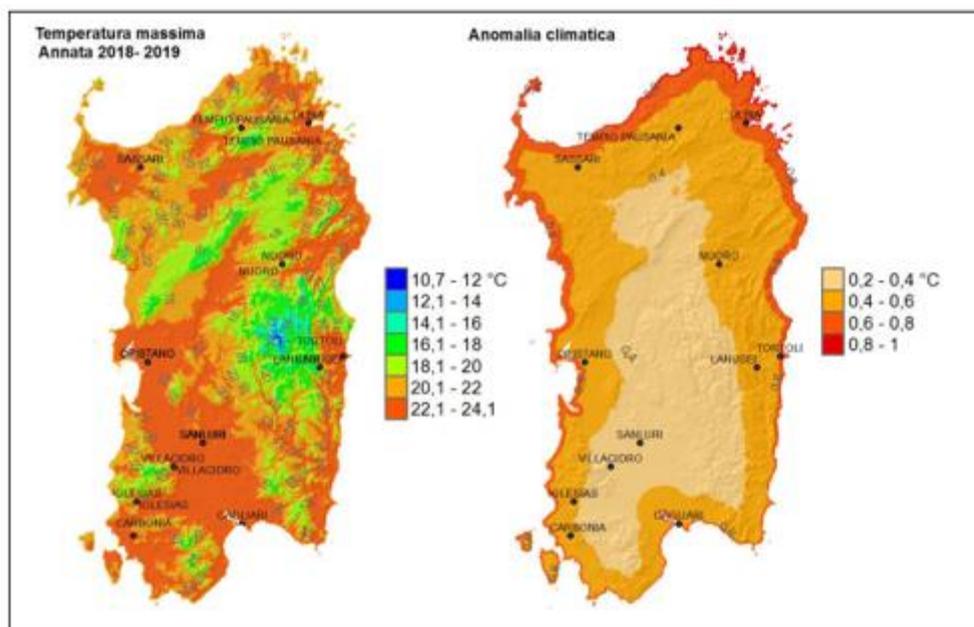
14 -Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa Stazione di Olmedo

Nell'annata 2018 - 2019 l'analisi della distribuzione spaziale delle temperature si è basata sulle stazioni della Rete Unica Regionale di Monitoraggio Ambientale e della Rete Fiduciaria di Protezione Civile. La media delle temperature minime da ottobre 2018 a settembre 2019 va dai circa 4 - 5°C del Gennargentu sino ai 12 - 14°C delle coste. Tali temperature sono in linea con la

media climatologica dell'annata, e solo sulle coste, soprattutto orientali e meridionali, sono risultate appena superiori alla media, e comunque con una anomalia positiva sempre contenuta entro +0.5°C. La media delle temperature massime da ottobre 2018 a settembre 2019 va dai circa 11 - 14°C delle vette del Gennargentu sino ai 22 - 24°C che si registrano in tutte le pianure e le valli della Sardegna. Solo nelle zone collinari e pedemontane si scende a temperature massime mediamente comprese fra 20°C e 22°C. Temperature comprese fra i 16°C e i 18°C interessano invece l'orografia principale dell'Isola, le cui aree più elevate sono caratterizzate da temperature inferiori e comprese fra 14°C e 16°C. Come si può osservare nella relativa mappa le temperature sono in linea con la media climatologica dell'annata soprattutto nelle zone interne, e se ne discostano progressivamente avvicinandosi verso le coste, soprattutto della Sardegna settentrionale, con anomalie comunque sempre contenute entro +0.8°C.



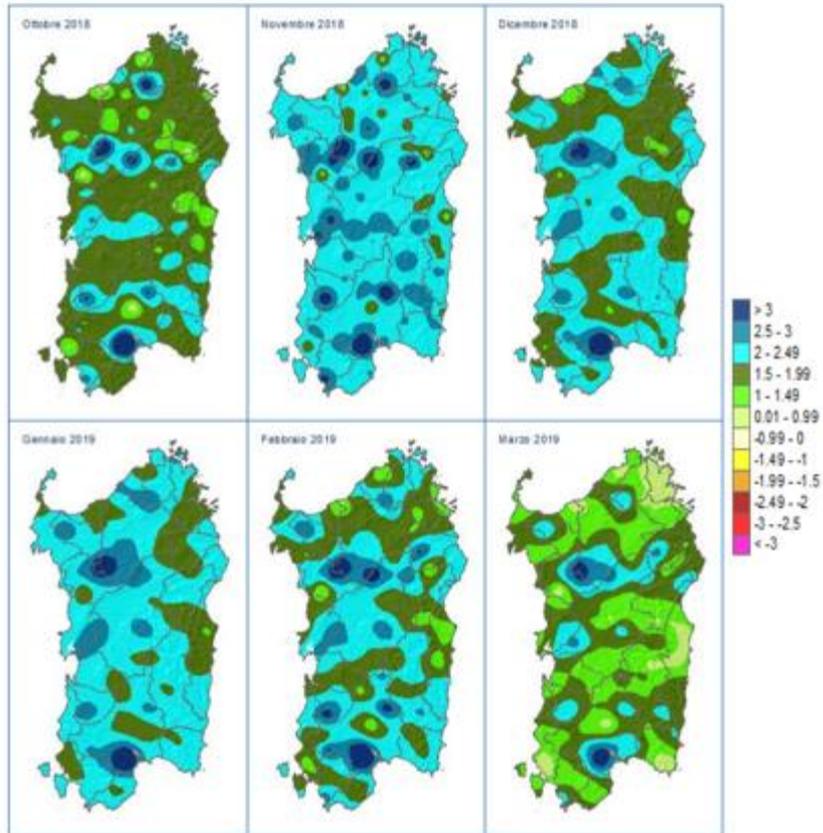
15 - Media annuale delle temperature minime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014



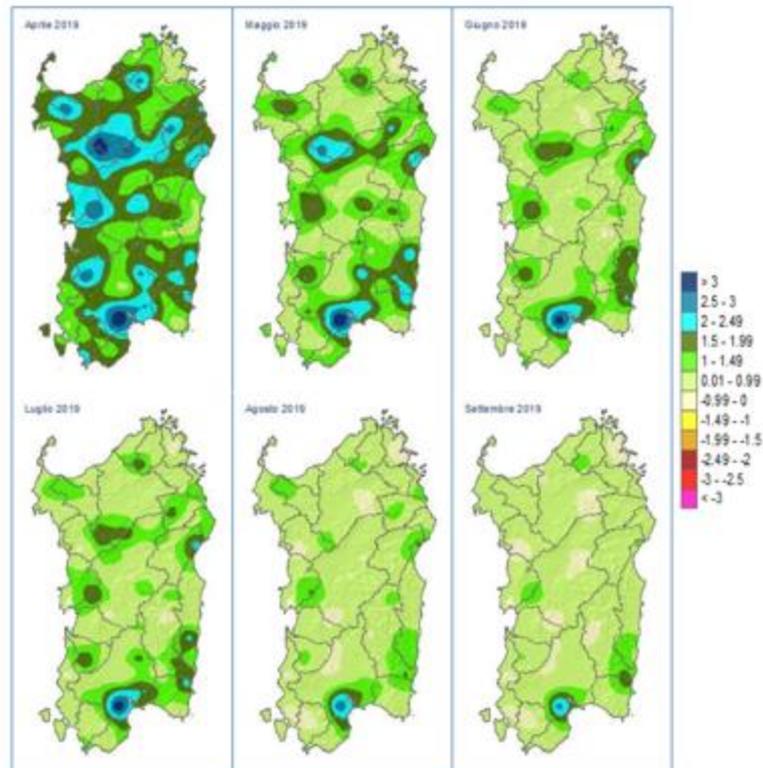
16 - Media annuale delle temperature massime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014

Per l'analisi delle condizioni di siccità e degli impatti sulle diverse componenti del sistema idrologico (suolo, corsi d'acqua, falde, ecc..) è stato calcolato l'indice di precipitazione standardizzata (Standardized Precipitation Index, SPI) su scala temporale di 3, 6, 12 e 24 mesi. Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (trentennio 1971 - 2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma (SPI = 0) e attribuisce all'anomalia una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla probabilità di accadimento. Si consideri che circa il 15% dei dati di una serie storica teorica si colloca al di sotto di -1, circa il 6.7% sta al di sotto di -1.5, mentre solo il 2.3% si colloca al di sotto di -2. Nella tabella sono riportate le classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI. L'analisi su periodi di diversa durata si basa sul presupposto che le componenti del sistema idrologico rispondono in maniera differente alla durata di un deficit di precipitazione.

CLASSE	VALORI DI SPI
Estremamente umido > 2	> 3,0
	da 2,5 a 3,0
	da 2,0 a 2,49
Molto umido	da 1,5 a 1,99
Moderatamente umido	da 1,0 a 1,49
Vicino alla media	da 0,01 a 0,99
	da -0,99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1,49 a -1,0
Molto siccitoso	da -1,99 a -1,5
Estremamente siccitoso -2	da -2,49 a -2,0
	da -3,0 a -2,5
	< -3,0



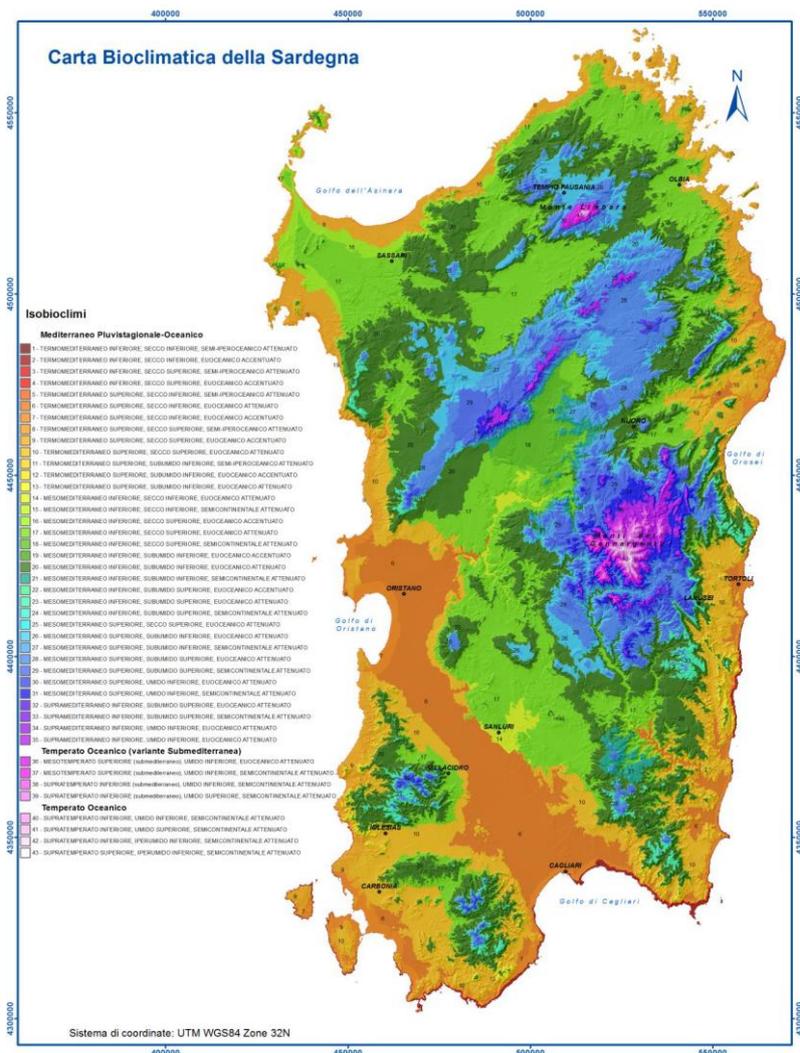
17 - Mappe dell'indice SPI da ottobre 2018 a marzo 2019, calcolato con finestre temporali di 12 mesi



18 - Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2019, calcolato con finestre temporali di 12 mesi

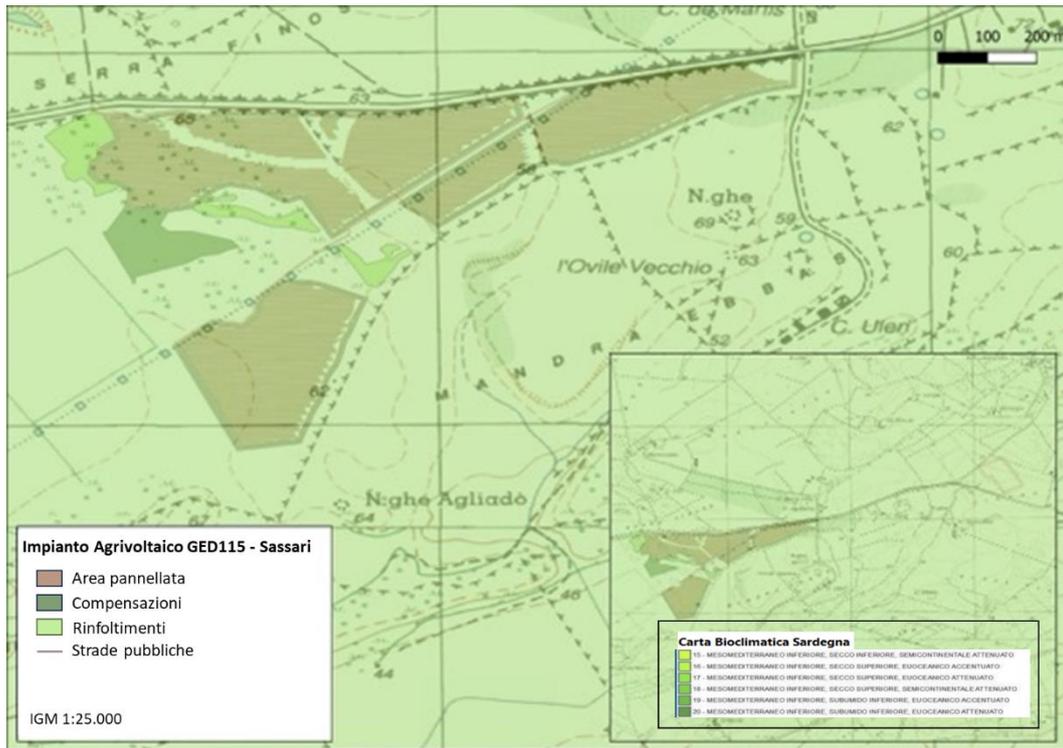
5. BIOCLIMA DELLA SARDEGNA

Il bioclima rappresenta le condizioni climatiche in rapporto alle esigenze degli esseri viventi. Esso dà informazioni su come gli esseri viventi si distribuiscono sulla superficie terrestre in base alle condizioni climatiche. In genere, gli studi bioclimatologici sono associati alla distribuzione degli organismi vegetali. Temperature e precipitazioni, infatti, influiscono fortemente sulla composizione della vegetazione e sul modo in cui i vari tipi di vegetazione si distribuiscono sul territorio. La carta bioclimatica della Sardegna è stata realizzata dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET) dell'Università di Sassari e con la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali di Potenza (SAFE), Università degli Studi della Basilicata. La Carta rappresenta una classificazione del bioclima sardo in 43 isobioclimi (o tipi bioclimatici). L'analisi adottata per il calcolo degli indici bioclimatici è stata effettuata in accordo con la classificazione denominata "Worldwide Bioclimatic Classification System" proposta da Rivas-Martinez.



19 - Carta Bioclimatica della Regione Sardegna

In relazione alle aree di progetto, i terreni in esame, secondo la carta del bioclima della Regione Sardegna, rientrano nel “Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico attenuato”.



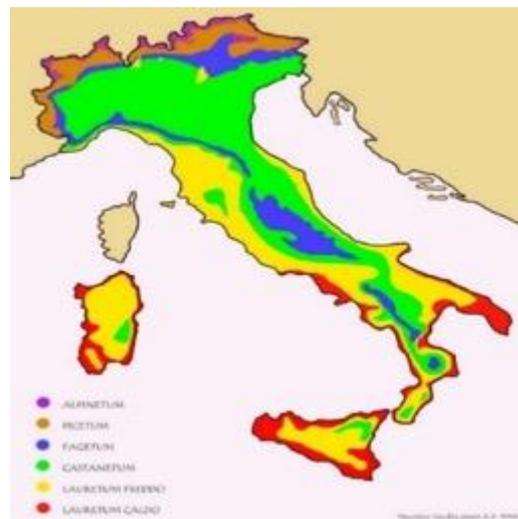
20 - Carta Bioclimatica della Regione Sardegna in relazione al layout di progetto

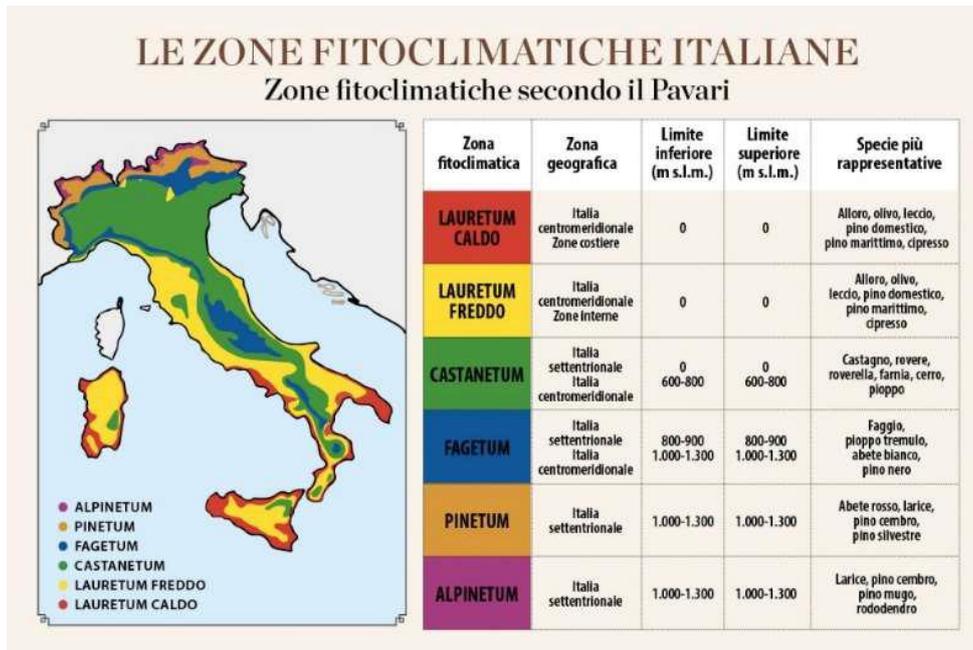
5.1 Zone fitoclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classificazione fitoclimatica di Mayer - Pavari (1916) e successive modificazioni. Tale classificazione distingue cinque zone e diverse sottozone in relazione alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni.

Zona, Tipo, Sottozona	Temperatura media annua	Temperatura media mese più freddo	Temperatura media mese più caldo	Media dei minimi
A. LAURETUM				
2° tipo: con siccità estiva	sottozona media	14° a 18°	>5°	>-7°
B. CASTANETUM				
sottozona calda	1° tipo (senza siccità estiva)	10° a 15°	> 0°	> -12°
	2° tipo (con siccità estiva)			
sottozona fredda	1° tipo (piogge > 700 mm)	10° a 15°	> -1°	> -15°
	2° tipo (piogge < 700 mm)			
C. FAGETUM				
sottozona calda		7° a 12°	> -2°	> -20°
sottozona fredda		6° a 12°	> -4°	> -25°
D. PICEETUM				
sottozona calda		3° a 6°	> -6°	> -30°
sottozona fredda		3° a 6°	anche < -6°	anche < 30°
E. ALPINETUM				
		anche < 2°	< -20°	> 10° anche < -40°

(PIUSSI P., 1994)





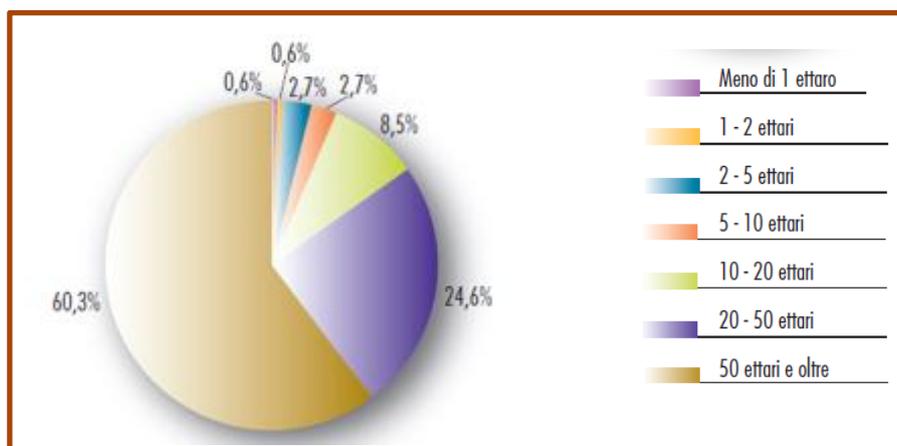
21- Zone fitoclimatiche Pavari con riferimento alle aree di progetto

L'area oggetto di intervento risente di due zone fitoclimatiche, riconducibili al "Lauretum freddo" e al "Lauretum caldo". Il Lauretum caldo costituisce la fascia dal livello del mare fino a circa 300 metri di altitudine, sostanzialmente lungo le coste delle regioni meridionali (fino al basso Lazio sul versante tirrenico e fino al Gargano su quello adriatico), incluse Sicilia e Sardegna. Questa zona è botanicamente caratterizzata dalla cosiddetta macchia mediterranea, ed è un habitat del tutto favorevole alla coltivazione degli agrumi ma anche all'olivo, all'alloro, al leccio, al pino domestico, al pino marittimo e al cipresso. Per Lauretum freddo ci si riferisce ad una fascia intermedia, tra il Lauretum caldo e le zone montuose appenniniche più interne, nelle regioni meridionali già citate; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (l'intero Tirreno e il mar Ligure a occidente e spingendosi fino alle Marche sull'Adriatico) interessando il territorio dal livello del mare fino ai 700 - 800 metri di altitudine sull'Appennino; inoltre si riferisce ad alcune ridotte aree influenzate dal clima dei grandi bacini lacustri prealpini (soprattutto il lago di Garda). Dal punto di vista botanico questa zona è fortemente caratterizzata dalla coltivazione dell'olivo ed è l'habitat tipico del leccio.

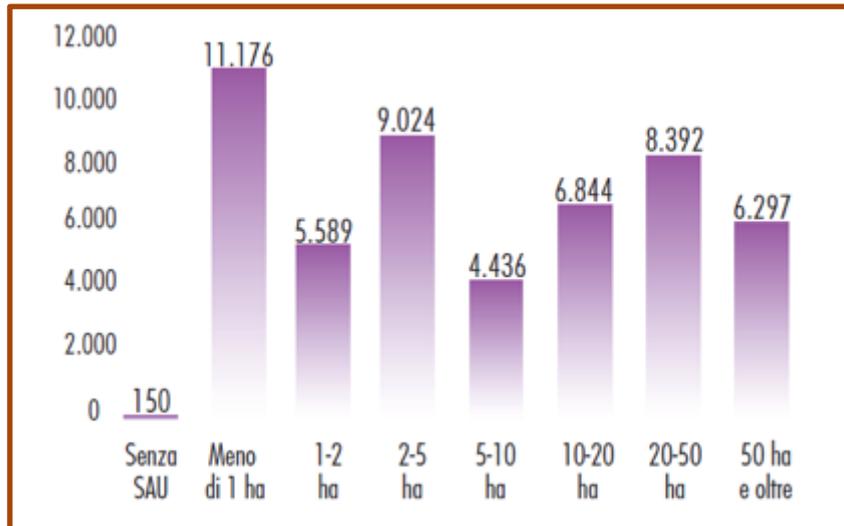
6. AGRICOLTURA IN SARDEGNA

La regione Sardegna si caratterizza per un territorio prevalentemente collinare (68%) con un'altimetria media di 334 metri s.l.m. e una superficie complessiva di 24.100 Km² che la collocano al terzo posto tra le regioni italiane per dimensione, dopo Sicilia e Piemonte. La sua conformazione orografica, ma anche le caratteristiche pedologiche e climatiche, pongono numerosi comuni della Regione in una condizione di particolare svantaggio, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo dell'attività agricola. Il territorio, talvolta impervio, non favorisce il proliferare di attività produttive, acuendo in alcune aree il fenomeno di spopolamento e di "deflusso" della popolazione verso le zone costiere dell'Isola.

I dati dell'indagine sulle produzioni agricole, condotta dall'ISTAT nel 2013, tracciano un profondo cambiamento strutturale delle aziende agricole sarde. La trasformazione riguarda soprattutto la diminuzione del numero delle aziende e un conseguente aumento della dotazione fisica di terra per azienda, al netto della superficie agricola destinata agli usi edilizi che negli ultimi anni appare sempre più in crescita. Nel decennio 2003 - 2013 si evidenzia che il numero di aziende agricole operanti sul territorio sardo si è ridotto del 43,5%, mentre a livello nazionale la diminuzione è inferiore e si attesta al 33,4%. Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali. Nel confronto con il dato nazionale la contrazione della SAU totale nell'isola è pari allo 0,8%, decisamente inferiore con quanto registrato sul territorio nazionale (-5,6%). Nel traslare l'analisi sulla distribuzione della numerosità delle aziende per classe di superficie totale, si nota che 11.176 aziende appartengono alla classe con superficie con meno di 1 ettaro. Queste, tuttavia, da sole rappresentano lo 0,7% della SAU totale, mentre le 6.297 aziende, appartenenti alla classe di superficie con 50 ettari e oltre, occupano più della metà della SAU totale (60,3%). Infine, le aziende senza terra sono 150, riconducibili la maggior parte ad aziende specializzate nell'allevamento di suini, polli e api.



22 - SAU per classe di superficie totale, Sardegna, 2013 (fonte ISTAT)



23 - Numero delle aziende agricole per classe di superficie totale, Sardegna, 2013 (fonte ISTAT)

7. COLTIVAZIONI IN SARDEGNA

L'osservazione dei dati 2016/2015 mostra una situazione diversificata per singola coltura praticata. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante. Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee. Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile rispetto all'anno precedente; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra un trend positivo del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è stabile rispetto all'anno precedente. La superficie investita ad olivo aumenta del 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, ragionevolmente attribuibile alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica. Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%. Mentre per i primi il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali, per i secondi il calo è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore. L'orientamento riscontrato negli ultimi anni, infatti, ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti. Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e del 6,7%; si segnalano invece valori negativi per l'albicocco, che ha ridotto la superficie del 27,8%; resta stabile il mandorlo. Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo, il pomodoro in serra. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, rispetto all'anno precedente, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone).

Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015	Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015
carciofo	12.899	9.499	35,8	lattuga	50	50	0,0
lattuga	670	610	9,8	finocchio	20	34	-41,2
melanzana	143	143	0,0	melanzana	10	10	0,0
finocchio	827	827	0,0	peperone	15	15	0,0
peperone	310	310	0,0	pomodoro	310	300	3,3
patata	1.501	1.501	0,0	cocomero	16	20	-20,0
pomodoro	151	151	0,0	melone	61	60	1,7
pomodoro da industria	408	408	0,0	zucchina	18	20	-10,0
cavolfiore e cavolo broccolo	550	758	-27,4	AGRUMI			
cavolo cappuccio	247	247	0,0	arancio	3.598	3.598	0,0
cavolo verza	34	34	0,0	limone	360	360	0,0
ORTAGGI E FRUTTA IN SERRA				clementino	651	651	0,0
fragola	25	25	0,0	mandarino	627	627	0,0

24- Superficie investita delle principali colture in Sardegna (fonte ISTAT) part.1

Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015	Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015
CEREALI				pisello da granella	420	420	0,0
frumento duro	36.399	38.581	-5,7	cece	336	336	0,0
orzo	13.489	13.489	0,0	lenticchia	265	265	0,0
avena	15.676	15.676	0,0	OLIVE	38.554	29.907	28,9
riso	3.480	n.d.	-	UVA			
mais	536	855	-37,3	uva da tavolo	441	451	-2,2
sorgo	74	74	0,0	uva da vino	26.615	27.148	-2,0
FORAGGERE PERMANENTI				FRUTTA			
prati	53.466	53.436	0,1	albicocca	140	194	-27,8
pascoli	670.488	670.488	0,0	ciliegio	299	289	3,5
FORAGGERE TEMPORANEE				mandorle	6.489	6.489	0,0
erbai	178.757	180.289	-0,8	susino	235	226	4,0
prati avvicendati	54.321	51.312	5,9	melo	191	179	6,7
COLTURE INDUSTRIALI				nocciole	154	152	1,3
colza	13	13	0,0	pero	78	66	18,2
girasole	32	32	0,0	pesco	2.433	2.363	3,0
LEGUMI SECCHI				ORTAGGI IN PIENA ARIA			
fava da granella	3.859	3.339	15,6	fragola	7	76	-90,8
fagiolo	435	435	0,0	melone	779	801	-2,7
pisello proteico	244	244	0,0	cocomero	500	351	42,5

25- Superficie investita delle principali colture in Sardegna (fonte ISTAT) part.2

7.1 Prodotti a denominazione

I prodotti sardi iscritti nel registro delle Denominazioni di Origine Protette (DOP) e delle Indicazioni Geografiche Protette (IGP) sono 8: oltre al Fiore Sardo (DOP dal 1996), al Pecorino Romano (DOP dal 1996), al Pecorino Sardo (DOP dal 1996), all'Agnello di Sardegna (IGP dal 2001), all'Olio extravergine di oliva di Sardegna (DOP dal 2007), allo Zafferano di Sardegna (DOP dal 2009) e al Carciofo spinoso di Sardegna (DOP dal 2011), nel 2015 si sono aggiunti i Culurgioni d'Ogliastra (IGP). Secondo la legislazione comunitaria e nazionale l'areale di ciascun prodotto può comprendere uno o più comuni, le province o la regione nel complesso. Tra i prodotti sardi con denominazione gli unici il cui areale non si estende su tutto il territorio regionale sono lo Zafferano, il Pecorino Romano e i Culurgioni d'Ogliastra. Per la coltivazione dello Zafferano è stata riconosciuta la sola provincia del Medio Campidano, nello specifico in un'areale che comprende i Comuni di San Gavino Monreale, Turri e Villanovafranca; per il Pecorino Romano, invece, oltre alle Province di Cagliari, Nuoro e Sassari, la produzione si estende anche ad alcune zone della Penisola nelle province di Frosinone, Latina e Roma per la Regione Lazio e la provincia di Grosseto per la Toscana; infine, per i Culurgioni d'Ogliastra, l'areale di produzione è appunto il territorio della dell'Ogliastra, che comprende i seguenti comuni: Arzana, Bari Sardo, Baunei, Cardedu, Elini, Gairo, Girasole, Ilbono, Jerzu, Lanusei, Loceri, Lotzorai, Osini, Perdasdefogu, Seui, Talana, Tertenia, Tortolì, Triei, Ulassai, Urzulei, Ussassai, Villagrande Strisaili. Sono inclusi anche alcuni comuni limitrofi della provincia di Cagliari: Esterzili, Sadali ed Escalaplano. In ambito nazionale al 31 dicembre 2017 si contano 295 denominazioni di cui: 167DOP, 126 IGP, 2 STG. La Sardegna incide sul paniere nazionale per il 2,7%. In rapporto al numero di produttori nazionali l'Isola vanta il primo posto con il 19,7% nel 2016. Nello specifico il 52,9% si occupa principalmente di carni, il 42% di formaggi e lo 0,2%, di ortofrutta e di oli extravergine di oliva. Nel confronto con il Mezzogiorno l'89,1% dei produttori sardi primeggia per quanto concerne i formaggi DOP e l'84,7% eccelle nel

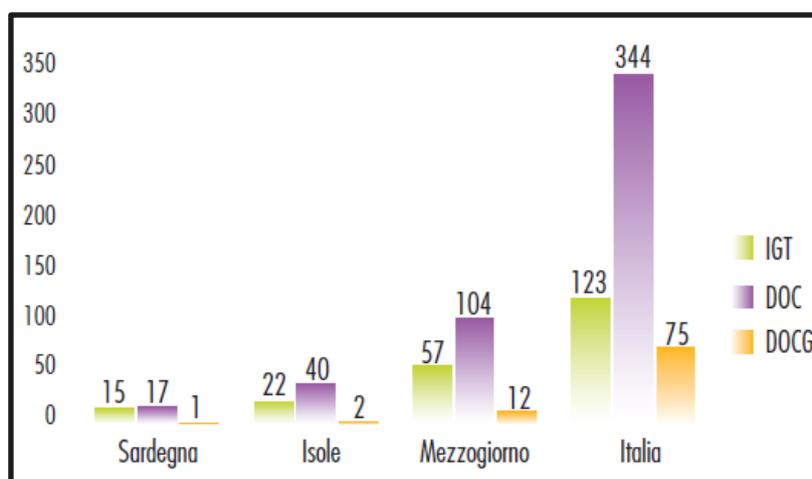
settore delle carni. La superficie nazionale destinata alle produzioni DOP e IGP nel 2016 è di 197.524,72 ettari, di questa il 36,1% si trova nel Mezzogiorno, il 40,4% al centro e il 23,5% al Nord. In Sardegna la superficie agricola destinata a questo tipo di produzione interessa 1.093,34 ettari, registrando un aumento dell'11% rispetto al 2015 e incidendo per lo 0,6% a livello nazionale. Nel comparto dei vini di qualità, a livello nazionale, nel 2018 si contano 542 riconoscimenti tra Denominazioni di Origine e Indicazioni Geografiche (344 DOC; 123 IGT; 75 DOCG). In Sardegna non si sono registrate variazioni e si confermano perciò le 33 denominazioni di cui: 17 DOC, 1 DOCG e 15 IGT. L'incidenza dei vini di qualità sardi sul territorio nazionale è dell'12,2% per gli IGT, del 4,9% per i DOC e dell'1,3% per i DOCG. Dal 2010 le menzioni tradizionali DOCG e DOC sono convogliate nell'espressione comunitaria DOP, mentre la menzione IGT nell'espressione IGP.

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

26- Superficie dei prodotti agroalimentari di qualità Dop, Igp (fonte ISTAT)

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

27 - Numero di produttori e trasformatori DOP e IGP, ripartiti per provincia, 2016/15 (fonte ISTAT)



28 - Numero di vini DOCG, DOC e IGT – 2018 (fonte Assovini)

Questa notevole diversità di origine pedogenetica e la successiva opera dell'uomo, che ha dapprima bonificato i suoli e poi messo a coltura terreni che mal sopportavano la presenza di piante coltivate, hanno portato a terreni agricoli diversissimi, dove spesso i profili naturali dei terreni sono stati rimescolati. Pertanto, ci troviamo di fronte a terreni, e in particolare a terreni vitati, di diversa natura e di notevole variabilità con prevalenza di substrati sciolti, ricchi in scheletro, di profondità variabile, con diversi gradi di permeabilità, a reazione da neutra a sub-alcina, con contenuta sostanza organica, alta capacità di scambio cationico, da poveri a mediamente ricchi nei diversi elementi nutritivi idonei per la vite. Questa notevole diversità nella natura e nella composizione dei terreni vitati, contribuisce in maniera determinante ad avere diversi ambienti di coltivazione della vite in un areale relativamente piccolo come la denominazione "Alghero".

Monica di Sardegna D.O.C. (D.M. 15/10/2010 – G.U. n.258 del 4/11/2010)

La zona di produzione della DOC "Monica di Sardegna", coincide geograficamente con l'intero territorio della Sardegna, che ha una superficie di 24.090 chilometri quadrati. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a DOC "Monica di Sardegna" devono essere quelle tradizionali della zona e comunque atte a conferire alle uve ed ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. Sono pertanto da considerarsi esclusi i terreni male esposti e quelli di debole spessore derivanti da rocce compatte, le dune attuali, i terreni salini, quelli derivanti da alluvioni recenti interessate dalla falda freatica ed infine i terreni situati oltre i 750 metri s.l.m. I sistemi di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura devono essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

La Sardegna è considerata una delle terre più antiche del bacino del Mediterraneo: in essa sono praticamente presenti tutte le ere geologiche, dalla Paleozoica alla Quaternaria. Le formazioni più antiche possono essere considerate quelle granitiche che sono caratteristiche della Gallura, mentre nella parte centrale le stesse sono coperte da rocce metamorfiche, schistose. L'era Mesozoica è caratterizzata dai calcari dolomitici presenti nella Nurra di Alghero, nei monti del Sarcidano, di Oliena e Monte Albo ad Orosei. Al Terziario appartengono le rocce effusive, trachiti, andesiti, che ritroviamo nella parte Nord-occidentale e nel basso Sulcis e le rocce sedimentarie mioceniche presenti nella Romangia, nella Marmilla e nella Trexenta. Le colate basaltiche quaternarie caratterizzano la zona centrale dell'Isola, i rilievi della costa orientale del Golfo di Orosei e i caratteristici profili del Logudoro. I terreni derivanti hanno una composizione che rispecchia la formazione rocciosa d'origine e che possono essere distinti in:

- terreni alluvionali, originatisi appunto dalle alluvioni del quaternario e caratterizzati da strati profondi, di buona permeabilità, con una composizione simile a quella delle rocce che hanno contribuito ai depositi alluvionali;
- terreni calcarei, derivati dal disgregamento delle rocce calcaree, ricchi di questo elemento, ma non molto dotati in elementi nutritivi;
- terreni trachitici, caratterizzati da una limitata profondità, ma discretamente dotati di potassio, poveri, invece, di fosforo e di azoto, come del resto la maggior parte dei terreni sardi;
- terreni basaltici, in genere autoctoni e quindi di minima profondità, particolarmente ricchi di microelementi;

- terreni schistosi, a volte molto profondi, particolarmente ricchi di potassio e con discreta dotazione di fosforo;
- terreni di disfacimento granitico, sabbiosi, sciolti, acidi o sub-acidi, ricchi di potassio, ma poveri di fosforo e di azoto.

Moscato di Sardegna D.O.C. (D.M. 15/06/2011 – G.U. n.157 dell'8/7/2011)

Come zona di produzione le uve devono essere prodotte nell'ambito territoriale della regione Sardegna.

In base alle norme per la viticoltura i nuovi impianti e reimpianti dovranno avere una densità di almeno 3.500 ceppi per ettaro; la resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 11 t/Ha e 14% vol. per la tipologia "Bianco", 16% vol. per la tipologia "Passito", 15% vol. per la tipologia "Uve stramature" e 9% vol. per la tipologia "Spumante". Per la vinificazione, le operazioni devono essere effettuate nel territorio della Regione Sardegna. Il vino "Moscato di Sardegna" non può essere immesso al consumo prima del 15 ottobre dell'annata di produzione delle uve per la tipologia "Spumante", del 1° marzo successivo all'annata di produzione delle uve per la tipologia "Bianco" e del 1° luglio successivo all'annata di produzione delle uve per le tipologie "da uve stramature" e "Passito".

Moscato di Sorso-Sennori D.O.C. (D.M. 18/01/2011 – G.U. n.26 del 2/2/2011)

La zona di produzione ricade in provincia di Sassari: le uve devono essere prodotte all'interno dei territori comunali di Sorso e Sennori. Le norme per la viticoltura prevedono che i nuovi impianti e reimpianti dovranno avere una densità di almeno 3.500 ceppi per ettaro. La resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 9 t/Ha e 14% vol., In merito alla vinificazione, le operazioni di vinificazione e di imbottigliamento per la produzione del "Moscato di Sorso – Sennori" devono essere effettuate entro i territori comunali di Sorso e Sennori. È tuttavia consentito che le operazioni di elaborazione e imbottigliamento degli spumanti siano effettuate all'interno della regione Sardegna. Per tutte le tipologie di vino a Denominazione di Origine Controllata "Moscato di Sorso – Sennori" è vietato aumentare la gradazione alcolica complessiva del prodotto mediante concentrazione del mosto o del vino base, o impiego di mosti o di vini che siano stati oggetto di concentrazione. È comunque consentito un leggero appassimento delle uve su pianta o su telai, ovvero la parziale disidratazione con aria ventilata, con ventilazione forzata o in appositi locali termocondizionati.

Vermentino di Sardegna D.O.C. (D.M. 4/11/2011 – G.U. n.272 del 22/11/2011)

La zona di produzione risulta essere la regione Sardegna e l'intero territorio amministrativo. La base ampelografica si identifica come segue:

- frizzante, spumante: min. 85% vermentino, possono concorrere le uve provenienti da altri vitigni a bacca bianca, non aromatici, idonei alla coltivazione nella regione Sardegna max. 15%;

Per ciò che riguarda le norme per la viticoltura, i nuovi impianti e reimpianti devono prevedere una densità minima di 3.500 ceppi/ettaro. La resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 16 t/Ha e 10,00% vol.

Per quanto riguarda le norme per la vinificazione, le operazioni di vinificazione e imbottigliamento devono essere effettuate all'interno della zona di produzione delimitata. È consentito che le operazioni di elaborazione delle tipologie Spumante e Frizzante siano effettuate anche fuori della zona delimitata e la correzione dei mosti e dei vini nei limiti stabiliti dalle norme comunitarie e nazionali, con mosti concentrati ottenuti da uve dei vigneti iscritti allo schedario viticolo della stessa denominazione di origine controllata oppure con mosto concentrato rettificato o a mezzo di concentrazione a freddo o altre tecnologie consentite.

Romangia I.G.T.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Romangia si estende nella parte settentrionale dell'Isola, è bagnata dal mare a nord, confinata dal Fiume Coghinas a est e dall'Anglona e dal Sassarese rispettivamente a sud e a ovest. Il contesto ambientale è adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La Zona di Produzione del Vino IGT Romangia è localizzata in provincia di Sassari e comprende il territorio dei comuni di Castelsardo, Osilo, Sennori, Sorso e Valledoria. La Romangia è una regione storica della Sardegna che si trova nella parte settentrionale dell'Isola, è bagnata dal mare a nord, confinata dal Fiume Coghinas a est e dall'Anglona e dal Sassarese rispettivamente a sud e a ovest. Il paesaggio è formato da basse colline e altopiani degradanti con basse pendenze verso la pianura fittamente coltivata e le dune costiere. Lungo il litorale si protende verso il mare la rupe di Castelsardo interrompendo i campi dunari spesso rimboschiti. È una zona particolarmente esposta ai venti di maestrale. Il substrato locale è costituito da una potente successione stratigrafica di rocce di origine sedimentaria e vulcanica formatesi nell'Oligocene. Nella zona s'incontrano rocce estremamente diverse spesso ricche di fossili: Arenarie e sabbie, argille siltose, tufiti, conglomerati, tufi talora alterati, con intercalazioni di marne più o meno siltose, fossilifere per abbondanti malacofaune (pettinidi, echinidi, gasteropodi, pteropodi). Calcari grigi. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, di vari tipi. Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, Andesiti in cupole di ristagno e colate. Calcareni, calcari bioclastici fossiliferi e calcari nodulari a gasteropodi, ostreidi ed echinidi. Un reticolo di ruscelli tra loro subparalleli scende dall'altopiano di Osilo verso il mare erodendo e rideponendo detriti, ghiaie e limi nelle conche e nelle piane alluvionali fino a incontrare le sabbie eoliche costiere. Sui rilievi più rocciosi e nei versanti più acclivi si trovano entisuoli sottili. Sulle rocce più tenere e in dolce declivio evolvono suoli più profondi, sub alcalini, spesso ricchi di carbonati, abbastanza drenati (inceptisuoli). Nelle piane alluvionali si sono evoluti alisuoli profondi talora con problemi di drenaggio. Il clima tipicamente mediterraneo è mite e condizionato dalla prossimità del mare.

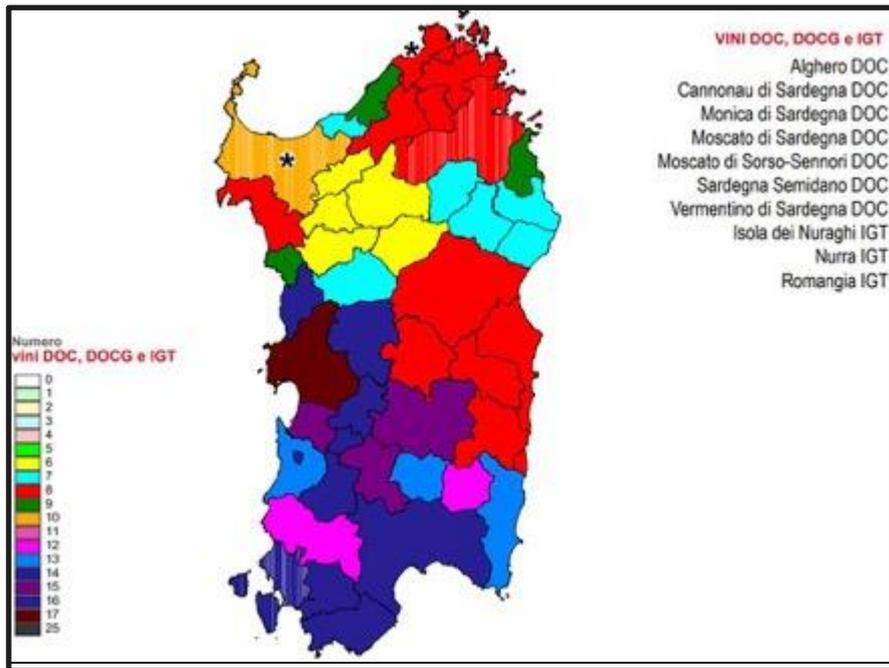
Nurra I.G.T.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Nurra comprende l'omonima zona geografica storica ricadente nella parte nordoccidentale della Sardegna, in un territorio adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La zona di produzione del Vino IGT Nurra è localizzata in provincia di Sassari e comprende il territorio dei comuni di Alghero, Ittiri, Olmedo, Ossi, Porto Torres, Sassari, Stintino, Tissi, Uri e Usini.

L'areale di produzione della IGT Nurra comprende l'omonima zona geografica storica ricadente nella parte nordoccidentale della Sardegna. Procedendo da nord ovest verso sud si incontrano dapprima bassi rilievi metamorfici arrotondati risalenti al paleozoico rivestiti di prati pascoli e di macchia bassa; poi aspre colline a strati di calcari e dolomie formatesi nei mari del Mesozoico, colonizzate dalle essenze profumate della macchia; infine, in vista di Alghero a sud e di Porto Torres ad est, si apre un'ampia piana dolcemente ondulata. Questa, estremamente complessa come genesi, natura e composizione è stata profondamente trasformata, soprattutto verso la costa occidentale, dalle opere di bonifica dei primi del Novecento. Qui permane ben evidente il reticolo regolare dei poderi impostati dalla riforma agraria, molti dei quali coltivati a vite secondo gli orientamenti agronomici più attuali. A sud della piana riemergono nuovamente calcari e dolomie del mesozoico sormontate da estese coltri di rocce vulcaniche terziari. Sul fianco orientale si elevano progressivamente le colline marnoso arenacee e calcarenitiche del sassarese dell'oligomiocene intersecate e intercalate da vulcaniti coeve. Nelle concavità e sui fianchi dei corsi d'acqua si incontrano depositi alluvionali da fini a ciottolosi, ma anche sabbie e arenarie di genesi eolica e detriti. I suoli solitamente xerici, rispecchiano l'estrema varietà dei substrati passando da entisuoli ad inceptisuoli fino a più evoluti alfisuoli, più o meno arrossati; a complicarne ulteriormente la mutevolezza concorrono le opere di bonifica e gli spietramenti anche ciclopici effettuati con la meccanizzazione agricola nella piana che hanno modificato ulteriormente lo stato dei terreni. Nella piana verso Alghero i suoli si presentano più profondi, ben strutturati con contenuti di argille e carbonati variabili, normalmente ben drenati e con un buon contenuto di sostanza organica, mentre sui rilievi si trovano terreni più sottili e ricchi in pietre. Il clima è mitigato dalla vicinanza del mare e dalle brezze. In termini generali è un tipico clima Mediterraneo, con precipitazioni annue da 500 mm a 800; i giorni con pioggia sono compresi tra 60 e 80 giorni, concentrati soprattutto nei mesi da dicembre a febbraio ed è definito da un periodo di surplus idrico contrapposto ad un altro di forte deficit, quest'ultimo caratterizzato da elevate temperature. Un clima quasi bistagionale, condizionato dalla presenza di due fasi critiche, una invernale per le basse temperature, ed una estiva per la scarsa quantità di precipitazioni disponibili (Mitrakos, 1991). Il topoclima è ancor più variabile, legato ad elementi morfologici come valli, versanti, pianure, dove la semplice variazione dell'esposizione determina profonde modificazioni delle caratteristiche pedologiche, nonché della vegetazione e degli aspetti legati alla dinamica e alla resilienza delle fitocenosi.

Vino Isola dei Nuraghi I.G.T.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Isola dei Nuraghi si estende sull'intero territorio sardo, nelle zone adeguatamente ventilate, luminose e favorevoli all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La zona di produzione del Vino IGT Isola dei Nuraghi è localizzata nella: regione Sardegna e comprende l'intero territorio regionale. Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino IGT Isola dei Nuraghi prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino IGT Isola dei Nuraghi non dovrà essere superiore al 80%, al 60 per la tipologia di vino ottenuto con le uve stramature e al 50% per tipologia di Vino Passito.



30 - Sardegna: zone DOC, DOCG e IGT con riferimento all'area di progetto

Fiore Sardo DOP

Citato nella Convenzione di Stresa del 1951 sull'uso dei nominativi di origine e delle denominazioni dei formaggi, riconosciuto a Denominazione Tipica nel 1955 e d'Origine dal 1974, ha ottenuto la Denominazione d'Origine Protetta nel 1996. È il formaggio ovino prodotto in Sardegna che conserva le antiche e particolari tecniche di lavorazione artigianale. Il nome è dovuto all'impiego, fino a poco tempo fa, di stampi in legno di castagno sul cui fondo era scolpito un fiore, accompagnato spesso dalle iniziali del produttore, che marchiava le facce delle forme. È un formaggio a pasta dura e cruda, prodotto esclusivamente con latte intero di pecora di razza sarda, fresco e crudo, coagulato con caglio in pasta di agnello o di capretto. Le forme, modellate con particolari stampi e maestria dagli operatori, hanno il caratteristico aspetto dello scalzo "a schiena di mulo", vengono marchiate all'origine e, dopo breve sosta in salamoia, sottoposte a leggera affumicatura ed infine stagionate in fresche cantine della Sardegna centrale. La pezzatura è in media di 3,5 chilogrammi, con variazioni in più o in meno in rapporto alle condizioni tecniche di produzione. La crosta ha un colore dal giallo carico al marrone scuro; la pasta è bianca o giallo paglierino, mentre il sapore deciso diviene più piccante con la maturazione.



31 – Fiore Sardo DOP

Pecorino Sardo DOP

Formaggio ovino, tra i più blasonati in Sardegna, vanta tra i suoi antenati tipologie casearie isolate che risalgono alla fine del '700. Il Pecorino Sardo D.O.P. nelle due tipologie, Dolce e Maturo, viene esclusivamente prodotto in Sardegna. Il latte intero di pecora, inoculato con fermenti lattici della zona d'origine e coagulato con caglio di vitello, dà una cagliata che dopo semicottura viene accolta in stampi cilindrici, spurgata nella giusta misura dal siero, salata e stagionata per un breve periodo, da 20 a 60 giorni, per ottenere la tipologia Pecorino Sardo Dolce, mentre tempi di stagionatura superiori ai 2 mesi richiede il Pecorino Sardo Maturo. Il formaggio, di forma cilindrica a facce piane con scalzo diritto o leggermente convesso, nelle due tipologie presenta differenze legate ad alcune particolarità tecnologiche. Il Pecorino Sardo Dolce, con peso variabile da 1,0 a 2,3 chilogrammi, presenta una crosta liscia, sottile, di colore bianco paglierino tenue, una pasta bianca, morbida, elastica, compatta o con rare occhiature ed un sapore dolce e aromatico o leggermente acidulo. Il Pecorino Sardo Maturo, con peso variabile da 1,7 a 4,0 chilogrammi, ha crosta liscia, consistente, di colore paglierino tenue che diventa più scuro con la stagionatura; la pasta è compatta o con rada e minuta occhiatura, bianca tendente al paglierino nelle forme più mature, che presentano anche consistenza maggiore ed una certa granulosità; il sapore è gradevolmente piccante tanto da renderlo apprezzabile sia come formaggio da tavola che da grattugia.



32 – Pecorino Sardo DOP

Pecorino romano DOP

Alla fine dell'Ottocento sbarca nell'Isola il formaggio che diverrà il principale protagonista della scena casearia sarda. Latte di pecora intero, proveniente dagli allevamenti delle zone di origine: Sardegna, Lazio e provincia toscana di Grosseto, innesto preparato giornalmente secondo una metodologia tramandata nei secoli, caglio di agnello in pasta, sapiente maestria degli operatori locali e rigoroso rispetto di fasi di lavorazione uguali da millenni sono gli ingredienti unici di tal cacio. Il formaggio, di forma cilindrica a facce piane, ha peso variabile a seconda delle usanze, dai 20 ai 35 chilogrammi. La crosta è sottile, di colore avorio tenue o paglierino naturale, talvolta cappata, mentre la pasta è bianca o paglierino più o meno intenso, cotta, dura, compatta o leggermente occhiata. Il sapore lievemente piccante e sapido nella tipologia da tavola, che richiede almeno cinque mesi di stagionatura, diventa piccante intenso e gradevolmente caratteristico nella tipologia da grattugia, stagionata per un periodo minimo di otto mesi.

Agnello di Sardegna IGP

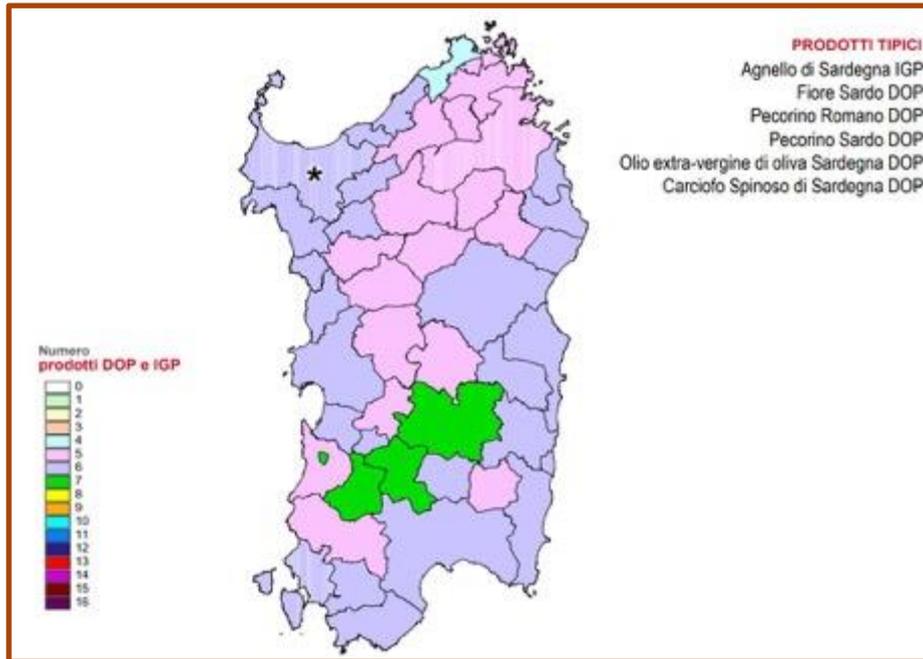
L'agnello di Sardegna Igp deve essere nato, allevato e macellato nel territorio della Regione Sardegna e comprende tre tipologie: "da latte", "leggero" e "da taglio". L'"Agnello di Sardegna" è allevato in un ambiente del tutto naturale, caratterizzato da ampi spazi esposti a forte insolazione, ai venti ed al clima della Sardegna, che risponde perfettamente alle esigenze tipiche della specie. L'allevamento avviene prevalentemente allo stato brado; solo nel periodo invernale e nel corso della notte gli agnelli possono essere ricoverati in idonee strutture dotate di condizioni adeguate a quanto concerne il ricambio di aria, l'illuminazione, la pavimentazione, gli interventi sanitari e i controlli. L'Agnello non deve essere soggetto a forzature alimentari, a stress ambientali e/o a sofisticazioni ormonali, devono essere nutriti esclusivamente con latte materno (nel tipo "da latte") e con l'integrazione pascolativa di alimenti naturali ed essenze spontanee peculiari dell'habitat caratteristico dell'isola di Sardegna.

Olio extravergine di oliva Sardegna DOP

La Denominazione di Origine Protetta "Sardegna" è riservata all'olio extravergine di oliva estratto nelle zone della Sardegna indicate nel disciplinare di produzione e ottenuto per l'80% dalle varietà Bosana, Tonda di Cagliari, Nera (Tonda) di Villacidro, Semidana e i loro sinonimi. Al restante 20% concorrono le varietà minori presenti nel territorio, che comunque non devono incidere sulle caratteristiche finali del prodotto. Le condizioni pedoclimatiche e di coltura degli oliveti destinati alla produzione dell'olio devono essere atte a conferire alle olive e all'olio le tradizionali caratteristiche qualitative. In particolare, per la lotta ai parassiti dell'olivo devono essere attuate tecniche di lotta guidata, mentre le erbe infestanti vengono controllate con la tecnica dell'aridocoltura e sempre nel rispetto dei principi della lotta guidata. Per gli oliveti idonei alla produzione di olio extravergine di oliva D.O.P. "Sardegna" è ammessa una produzione massima di olive di 120 ql/ha, con una resa massima delle olive in olio del 22%.

Carciofo Spinoso di Sardegna DOP

Un prodotto la cui peculiarità trova il suo fondamento nel forte legame con il territorio isolano, particolarmente vocato sia per le tradizionali tecniche di coltivazione che per le favorevoli condizioni pedoclimatiche e morfologiche. L'esistenza congiunta di tali fattori consente di ottenere un prodotto che si distingue, non solo per l'aspetto estetico, ma anche per le caratteristiche organolettiche quali la limitata astringenza, il sapore gradevole, frutto di un'equilibrata sintesi di amarognolo e dolciastro, e la tenerezza della polpa che ne favoriscono il consumo allo stato crudo. Tale coltura ha trovato il suo habitat naturale e quelle condizioni pedoclimatiche ideali al suo sviluppo nelle aree costiere, che godono di microclimi particolari, nel fondo valle e nelle pianure centrali dell'isola, localizzate ai lati dei più importanti corsi d'acqua. Oltre a questa vocazione intrinseca del territorio, la risorsa umana con la sua tradizione, esperienza e capacità consente, attraverso le operazioni manuali di raccolta, cernita e calibratura, la selezione del carciofo migliore. Da un punto di vista storico la produzione, la cultura del carciofo e, in particolare, il suo legame con l'ambiente, trovano le radici sin dal periodo dei Fenici e, percorrendo i vari secoli, sino ai nostri giorni dove rappresenta una delle economie cardine dell'agricoltura isolana e nazionale. L'origine storica del prodotto ha portato il consumatore ad identificare nel corso dei tempi, il carciofo Spinoso di Sardegna con l'immagine della Sardegna stessa tanto che nel linguaggio comune si parla di "carciofo Spinoso di Sardegna" nei menù di diversi ristoranti, nelle etichette aziendali e nei documenti commerciali; da qui nasce l'esigenza di formalizzare l'uso consolidato di tale denominazione, in modo da rendere indissolubile il legame fra le caratteristiche del prodotto ed il territorio sardo, tutelando i consumatori ed i produttori da eventuali utilizzi scorretti ed indebiti.



33- Sardegna: zone DOP e IGP con riferimento all'area di progetto

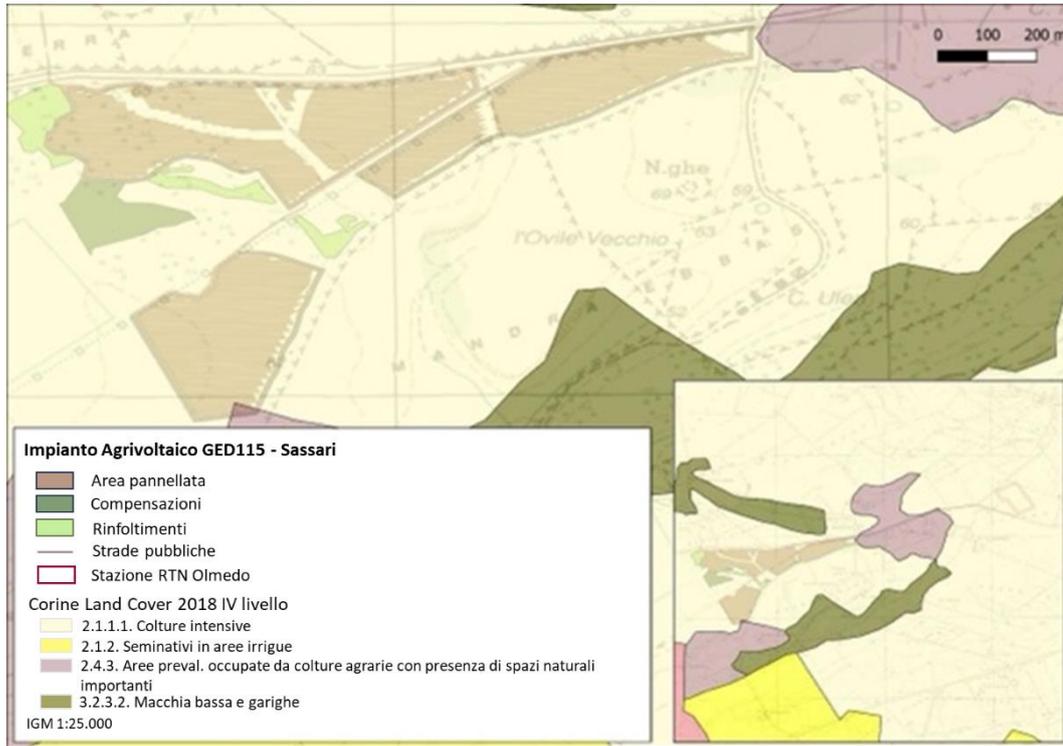
8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO: CORINE LAND COVER

Il sistema di informazione sullo stato dell'ambiente europeo, in cui sono state elaborate e concordate nomenclature e metodologie, è stato creato dal 1985 al 1990 dalla Commissione europea nell'ambito del programma CORINE (Coordination of Information on the Environment). Dal 1994, a seguito della creazione della rete EIONET (European Environment Information and Observation Network), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Vengono usate per ricavare le informazioni sulla copertura del suolo, le immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della terra, che vengono visivamente interpretate utilizzando sovrapposizioni di layers in scala 1:100.000. Il primo progetto Corine Land Cover e la prima cartografia risalgono al 1990. Successivamente con la CLC 2000 il database è stato aggiornato e migliorato, effettuando la fotointerpretazione assistita da computer, mappando i relativi cambiamenti di copertura del suolo intercorsi tra i due periodi di monitoraggio. La Corine Land Cover 2018, che rappresenta il quinto aggiornamento dell'inventario, è stata effettuata grazie all'impiego di nuove immagini satellitari, provenienti dal Sentinel-2, il primo satellite europeo dedicato al monitoraggio del territorio, e dal Landsat8, geoprocessate e utilizzate nel processo di fotointerpretazione.

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC2012	CLC2018
Dati satellitari	Landsat-5 MSS/TM data singola	Landsat-7 ETM data singola	SPOT-4/5 e IRS P6 LISS III doppia data	IRS P6 LISS III e RapidEye doppia data	Sentinel-2 e Landsat-8 per il riempimento delle fessure
Coerenza del tempo	1986-1998	2000 +/- 1 anno	2006 +/- 1 anno	2011-2012	2017-2018
Precisione geometrica, dati satellitari	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
Unità/larghezza di mappatura minima	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100 m
Precisione geometrica, CLC	100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m
Accuratezza tematica, CLC	≥'85% (probabilmente non raggiunto)	≥'85% (raggiunto) [13]	≥'85%	≥'85% (probabilmente raggiunto)	≥'85%
Mappatura delle modifiche (CHA)	non implementato	spostamento al confine minimo 100 m; area di cambio per poligoni esistenti ≥ 5 ha; per cambiamenti isolati ≥ 25 ha	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate
Precisione tematica, CHA	-	non controllato	≥'85% (raggiunto)	≥'85%	≥'85%
Tempo di produzione	10 anni	4 anni	3 anni	2 anni	1,5 anni
documentazione	metadati incompleti	metadati standard	metadati standard	metadati standard	metadati standard
Accesso ai dati (CLC, CHA)	politica di diffusione poco chiara	politica di diffusione concordata fin dall'inizio	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti
Numero di paesi interessati	26 (27 con attuazione tardiva)	30 (35 con attuazione tardiva)	38	39	39

34- Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura articolata in tre livelli di approfondimento e per alcune classi in quattro. La nomenclatura CLC standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono: superfici artificiali, aree agricole, foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici. Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio con la relativa codifica riportante i codici, III e IV livello.



35- cartografia e individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC (ISPRA 2018)

Le aree in esame ricadono in diverse classi ed in particolare:

2111 – seminativi semplici e terreni soggetti alla coltivazione erbacea intensiva

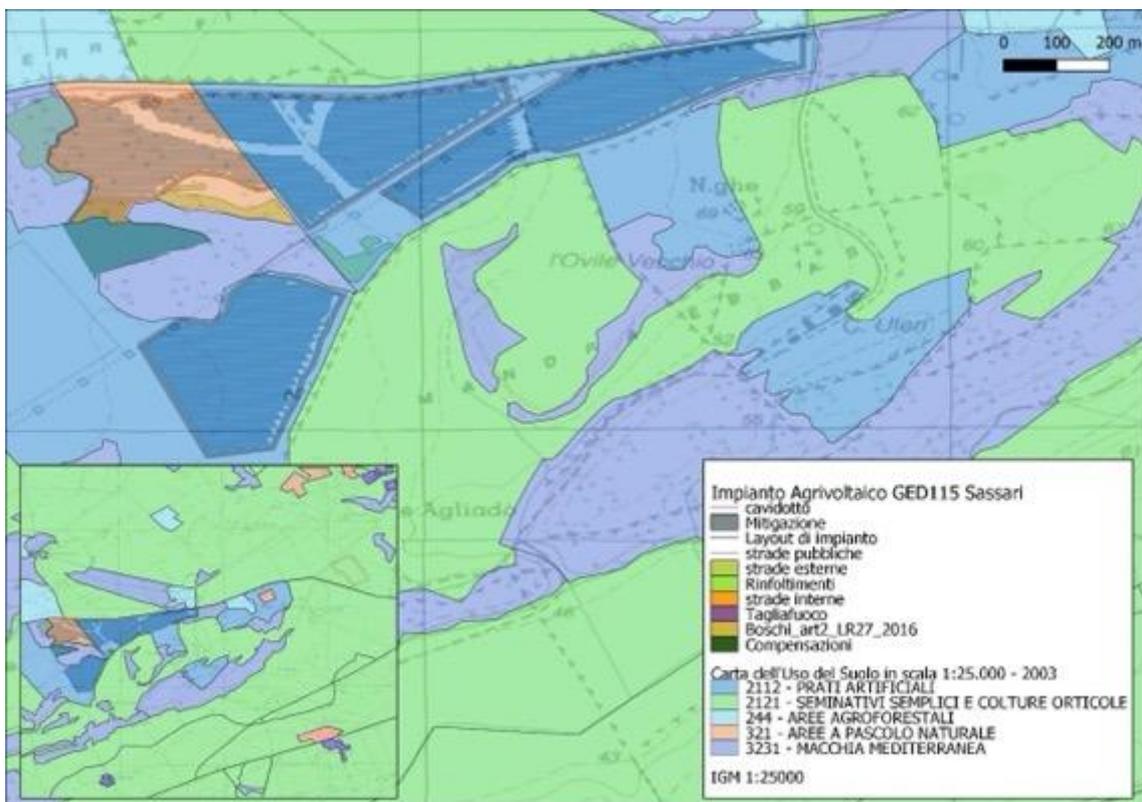
243 – aree preval. occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

9. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO: LA CARTA DEI SUOLI

Il suolo è una entità naturale risultante dalla interazione tra morfologia, substrato, clima, vegetazione, organismi viventi, per intervalli di tempo quasi sempre estremamente lunghi. La variabilità di questi sei fattori, complessivamente definiti come fattori pedogenetici, è tale che i risultati delle loro possibili interazioni deve essere considerato infinito. Questa variabilità è evidente in Sardegna, una delle regioni italiane più complesse dal punto di vista geologico e morfologico dove l'uomo, con una presenza di oltre quattro mila anni, ha esercitato una influenza significativa, sulla genesi e sulla evoluzione dei suoli con incendi, disboscamenti, pascolo, messa a coltura delle superfici, interventi di bonifica, ecc. Questa variabilità nelle caratteristiche pedologiche regionali ha fatto sì che i primi studi sui suoli dell'isola risalgano tra la fine del secolo diciannovesimo e i primi decenni del successivo. Sono questi degli studi finalizzati prevalentemente alla determinazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche di alcuni suoli presenti in aree ritenute di particolare importanza per l'agricoltura dell'isola in quei momenti storici. I primi importanti rilevamenti pedologici su area vasta dell'isola, sia pure a piccola e media scala, sono quelli pubblicati da Aru, Baldaccini e Pietracaprina nei primi anni 60. Lavori che permisero, agli stessi autori, la redazione della carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250.000, pubblicata nel 1967. Questa, a cui era associata la carta alla stessa scala delle limitazioni d'uso dei suoli, costituisce uno dei primi esempi di moderna cartografia pedologica in Italia. Negli anni successivi sono stati realizzati nell'isola numerosi studi e rilevamenti finalizzati sia alla conoscenza dei processi pedogenetici e quindi dei rapporti tra i suoli, la morfologia, il substrato, la copertura vegetale, sia di cartografia, quest'ultima spesso finalizzata alla valutazione della capacità e suscettività d'uso del territorio. Tra questi fondamentale la carta delle aree irrigabili alla scala 1:100.000 realizzata da Aru e collaboratori (1986), nell'ambito delle attività di programmazione previste dal Piano Acque Regionale. I nuovi studi, e soprattutto l'adozione diffusa della Soil Taxonomy e della Legenda FAO-UNESCO alla Carta Mondiale dei suoli quali sistemi di tassonomia o di classificazione hanno imposto alla fine degli anni Ottanta l'aggiornamento della carta pedologica regionale al 250.000. Rispetto alla prima edizione del 1967 si è rivelato fondamentale l'introduzione, quale base della cartografia pedologica regionale, delle unità di paesaggio o fisiografiche definite da Aru e coll. (1989) come porzioni di territorio sufficientemente uniformi nelle loro caratteristiche geologiche e morfologiche e, con un concetto più ampio, anche nel clima e nella vegetazione e quindi omogenee nelle loro caratteristiche pedologiche. La Carta dei suoli della Sardegna è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.



36 - carta dei suoli in riferimento alle aree di progetto



37 - carta dei suoli della Sardegna in relazione al layout di impianto

In relazione alla carta dei suoli della Sardegna, le aree di progetto rientrano all'interno dell'unità 16. I suoli dell'unità 16 risultano diffusi nelle zone di Nurra, Anglona, Logudoro, Marghine, Lago Omo-deo, M. Arei, Portoscuso, Isola di S. Pietro, Isola di S. Antioco; occupano una superficie complessiva pari all'1,72% del territorio regionale. Il substrato risulta costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante. Le forme sono da aspre a subpianeggianti, con quote che vanno da 0 - 1200 m s.l.m. L'uso attuale è quello del pascolo alberato, del bosco e, a tratti, delle colture agrarie. I suoli predominanti risultano i Typic, Vertic e Lithic Xerochrepts; Typic e Lithic Xerorthents, mentre quelli subordinati sono Rock outcrop, Haploxerolls, Chromoxererts:

Questi suoli si contraddistinguono per le seguenti caratteristiche:

- profondità: da profondi a poco profondi
- tessitura: da franco-sabbiosa ad argilloso-sabbiosa
- struttura: poliedrica subangolare
- permeabilità: da permeabili a mediamente permeabili
- erodibilità: elevata
- reazione: neutra
- carbonati: assenti
- sostanza organica: da media ad elevata
- capacità di scambio cationico: da media a bassa
- saturatione in basi: saturi.

Le limitazioni d'uso sono dovute a tratti rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, drenaggio lento; forte pericolo di erosione. Tra le attitudini principali ci si riferisce a conservazione, ripristino ed infittimento della vegetazione naturale; colture erbacee ed arboree anche irrigue nelle aree a minore acclività. Le classi di capacità d'uso risultano essere V-VI-VII. Questa unità è caratterizzata da morfologie molto varie, alternando aree con forme molto tormentate versanti molto acclivi e piccole superfici subpianeggianti. I profili sono più o meno evoluti, passando dai più evoluti di tipo A-Bw- C a quelli meno evoluti A-C. Si riscontrano inoltre tratti di roccia affiorante come pure piccole aree con suoli più profondi, anche con caratteri vertici. L'agricoltura, anche di tipo intensivo, deve essere limitata alle aree pianeggianti e con suoli profondi e dopo opportune sistemazioni per ridurre l'erosione o l'idromorfia. Nella restante parte è possibile migliorare il pascolo, razionalizzare il pascolamento, recuperare le aree degradate di bosco e macchia e gestire in modo adeguato le aree boscate esistenti.

10. LAND CAPABILITY CLASSIFICATION

Per copertura del suolo (Land Cover) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007 2 /CE. Per uso del suolo (Land Use - utilizzo del territorio) si fa riferimento, invece, ad un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007 2 /CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo che manterrebbe comunque intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. La capacità d'uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi. La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. Vengono escluse, inoltre, le valutazioni dei fattori socioeconomici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.). Nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse e unità.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in otto classi di capacità designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni. Le prime quattro classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

38 – descrizione legenda capacità d'uso dei suoli

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), al rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

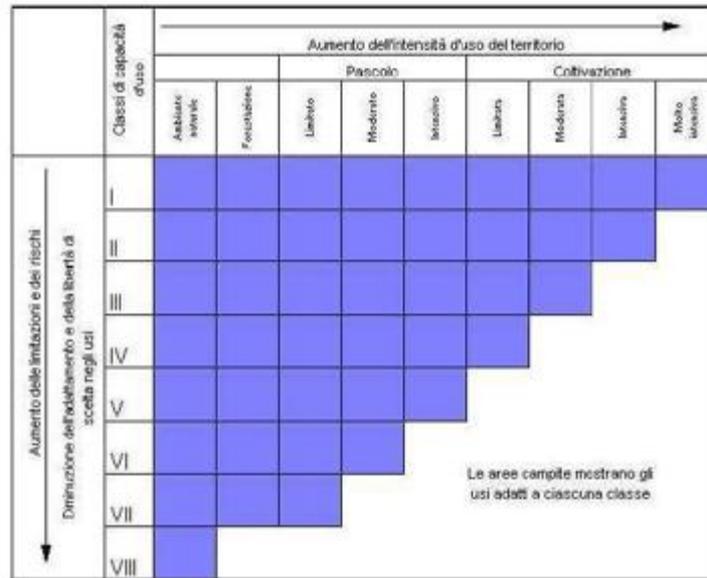
“S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

“W” limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno, rischio di inondazione);

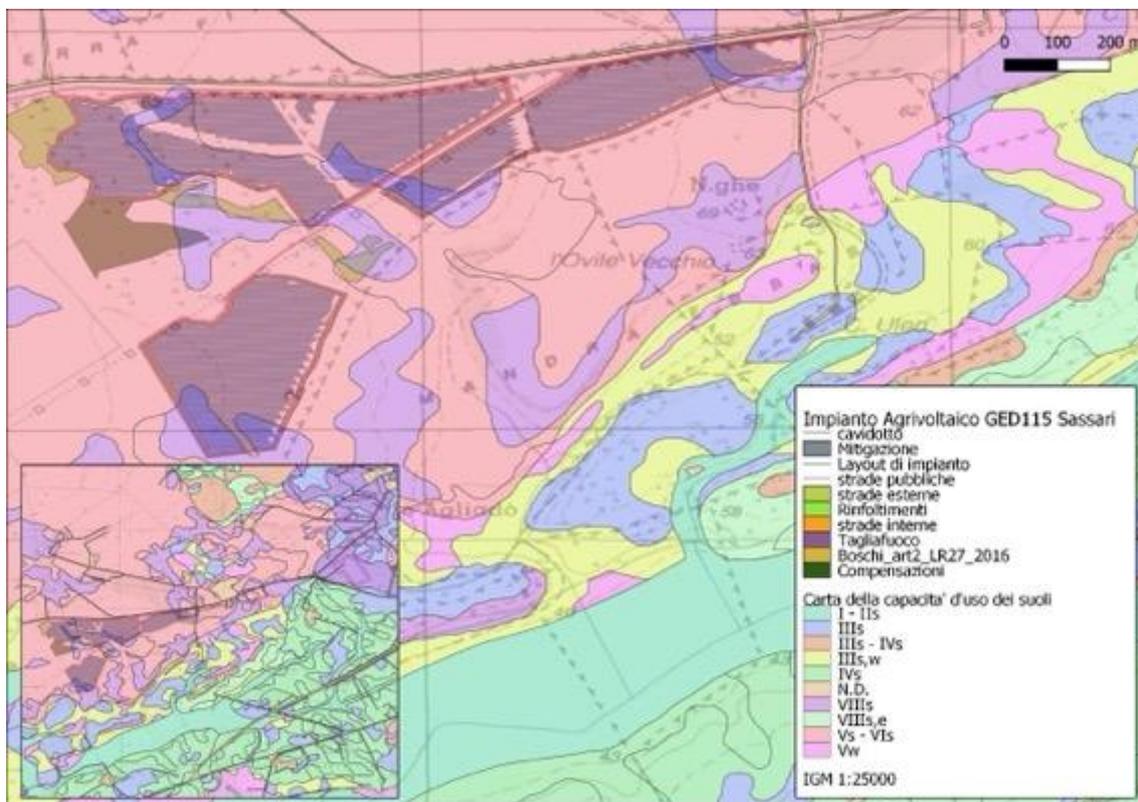
“e” limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);

“C” limitazioni dovute al clima (interferenza climatica).

La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all'erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente. Per le aree oggetto di intervento, le classi d'uso del suolo sono Vs e VIs.



39- Attività silvo-pastorali per classe di capacità d'uso (Brady, 1974 in [Cremaschi e Ridolfi, 1991])



40 – carta dei suoli e relative Classi d'uso in riferimento alle aree di progetto

Usi agricoli estensivi	V	Suoli generalmente non soggetti a rischi erosivi ma che presentano limitazioni non rimosibili che ne escludono l'uso intensivo	Suoli da pianeggianti a ondulati e collinari, le cui limitazioni sono la pietrosità superficiale, roccia affiorante, scheletro nell'orizzonte superficiale o condizioni di saturazione idrica permanente o semipermanente causate da falde superficiali. Drenaggio generalmente non praticabile.	Adatti ad usi agricoli estensivi, pascolo naturale o migliorato, forestazione produttiva e conservativa. Condizioni superficiali di impedimento alle normali operazioni agricole e/o al ciclo vegetativo
	VI	Suoli che hanno severe limitazioni che non possono essere corrette e che li rendono non adatti agli usi agricoli intensivi	Suoli le cui limitazioni sono le ripide pendenze, l'erosione idrica severa, la pietrosità superficiale, lo scheletro dell'orizzonte superficiale, la profondità utile per le radici.	Adatti ad usi agricoli estensivi, pascolo naturale o migliorato, forestazione produttiva e conservativa. Usi naturalistici e ricreativi, attività apistiche, raccolta di frutti selvatici. Regimazione delle acque per prevenire fenomeni di degrado
	VII	Suoli che presentano limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e ne restringono fortemente l'uso	Suoli affetti da limitazioni fisiche durevoli quali pendenze molto ripide, erosione idrica severa, scarsa profondità utile per le radici, pietrosità superficiale, roccia affiorante	Adatti al pascolo brado, alla forestazione produttiva e agli usi conservativi, naturalistici e ricreativi. Raccolta di frutti selvatici, attività apistica. Sconsigliabili le pratiche di miglioramento dei pascoli
Usi naturalistico	VIII	Suoli ed aree con limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agricolo e compatibili unicamente con finalità conservative, naturalistiche, turistico-ricreative e estetiche	Suoli non agricoli affetti da limitazioni estreme di uno o più dei seguenti caratteri: erosione, pendenza, altitudine, pietrosità superficiale, roccia affiorante, scheletro; ridotta profondità del suolo.	Inadatti per usi agricoli. Adatti per usi naturalistici e ricreativi, per finalità di protezione dei bacini idrografici, della flora e fauna selvatica, e per funzioni estetiche. Possibile la raccolta dei frutti selvatici

41 – Legenda carta d'uso dei suoli in relazione alle classi dei terreni in esame

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 – ≤ 8	> 8 – ≤ 15	> 15 – ≤ 25	≤ 2,5	> 25 – ≤ 35	> 25 – ≤ 35	> 35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	> 600 - ≤ 900	> 600 - ≤ 900	> 900 - ≤ 1300	> 900 - ≤ 1300	> 1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A > 2 - ≤ 5	A > 5 - ≤ 15	A > 15 - ≤ 25 B > 1 - ≤ 3	A > 25 - ≤ 40 B > 3 - ≤ 10	A > 40 - ≤ 80 B > 10 - ≤ 40	A > 80 B > 40
Roccosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	> 2 - ≤ 5	> 5 - ≤ 10	> 10 - ≤ 25	> 25 - ≤ 50	> 50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10 - 25%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 - 50%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area > 50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	> 100	> 100	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 10 - ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	< 5	≥ 5 - ≤ 15	> 15 - ≤ 35	> 35 - ≤ 70	> 70 Pendenza ≤ 2,5%	> 70	> 70	> 70
Salinità (mS cm ⁻¹)	≤ 2 nei primi 100 cm	> 2 - ≤ 4 nei primi 40 cm e/o > 4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	> 4 - ≤ 8 nei primi 40 cm e/o > 8 tra 50 e 100 cm	> 8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile ³ (mm)	> 100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

¹Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon
²idem
³Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

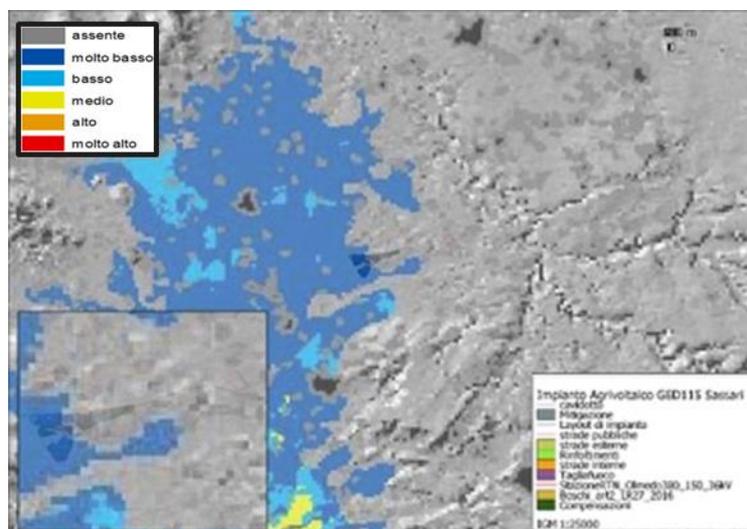
42 – tabella di sintesi dei parametri LCC

11. CARTA DELLA SALINIZZAZIONE

La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica internazionale per le importanti implicazioni riconosciute oramai non solo in campo agronomico ma a livello ambientale tout court (Monteleone, 2006). La salinizzazione è soprattutto un problema di desertificazione, che si realizza e acuisce in particolar modo nelle regioni a clima arido e semi-arido con manifestazioni e intensità diversamente apprezzabili. Il fenomeno consiste nel progressivo accumulo di sali solubili nel suolo. Può essere distinto in due tipi: salinità primaria, di origine naturale, e salinità secondaria, indotta dall'uomo attraverso pratiche agricole non adeguate e un uso del territorio non sostenibile (irrigazione con acque non idonee, abuso di concimi minerali, eccessivi emungimenti dalle falde, cementificazione degli alvei, ecc.). I processi di accumulo si manifestano in particolar modo nelle piane agricole costiere, che per loro natura risultano sensibili a fenomeni di ingressione marina, ma anche in molte pianure agricole irrigue interne dove il rischio di salinizzazione è di norma dovuto all'utilizzo di acque di scarsa qualità, spesso aggravato dalla presenza di suoli con proprietà che limitano una buona lisciviazione dei sali, come la presenza di orizzonti impermeabili e la sfavorevole posizione fisiografica. La salinizzazione si manifesta attraverso la riduzione della biodiversità, lo sviluppo stentato delle coltivazioni e, più in generale, con la riduzione della fertilità del suolo e delle produzioni agrarie.

ID	AREE DI STUDIO	Superficie in ettari	Numero di campioni	
			nuovi prelievi	dati esistenti
1	S. Priamo	1.722	13	11
2	Muravera - Villaputzu - S. Vito	1.509	-	230
3	Quirra	1.265	15	9
4	Barisardo	2.239	12	92
5	Tortolì	3.350	15	60
6	Orosei	1.266	15	21
7	Posada	2.209	10	42
8	Budoni - San Teodoro	1.270	13	-
9	Olbìa	2.325	13	1
10	Arzachena	1.282	9	2
11	Valledoria	2.866	15	1
12	Sorso	1.490	12	22
13	Porto Torres - Stintino	2.639	17	-
14	Nurra	18.623	72	-
15	Bosa	165	7	5
16	Isola di S. Antioco	2.121	13	8
17	Isola di S. Pietro	592	20	5
18	Basso Sulcis - P.ta de S'Aliga	12.212	38	21
19	Pula	3.468	10	5
20	Campidano - Cixerri - Marmilla	184.531	112	581
	TOTALE	247.144	431	1116

43 - Area campionata per la predisposizione della carta della salinizzazione



44 - Carta del rischio salinizzazione in relazione al layout di impianto

12. L'AGRIVOLTAICO: PRESENTE E FUTURO

In questo quadro globale, dove l'esigenza di produrre energia da "fonti pulite" deve assolutamente confrontarsi con la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente nella sua componente "suolo", potrebbe inserirsi la proposta di una virtuosa integrazione fra impiego agricolo ed utilizzo fotovoltaico del suolo, ovvero un connubio (ibridazione) fra due utilizzi produttivi del suolo finora alternativi e ritenuti da molti inconciliabili.

Una vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia "agrivoltaica" consente oggi di avanzare un'ipotesi d'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L'agrivoltaico ha infatti diversi pregi: i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità e, se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione. Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco.

In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J. Ostle, J. Whitaker, 2016. "Solar park microclimate and vegetation management

effects on grassland carbon cycling”), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d’estate la temperatura è più bassa di almeno cinque gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford *et al.*, 2019 “Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands”. *Nature Sustainability*, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrivoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l’ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrivoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all’ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l’irrigazione, diminuendo l’evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l’efficienza fino al 3% durante i mesi estivi.

Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeh *et al.*, 2018. “Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency”) ha analizzato l’impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell’Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell’aria, sull’umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell’umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l’aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile.

L’idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell’area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell’attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un’agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo “matrimonio”. Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all’80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER (“Land Equivalent Ratio”) pari a 1,6 - 1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo

fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante della "condizionalità" (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello "agro-energetico", capace d'integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo.

Anche in un'ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l'eventuale dismissione dell'impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L'efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l'utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l'output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agrivoltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci *et al.*, 2018).

13. AGRIVOLTAICO E AGRICOLTURA 5.0

Tra le diverse possibilità di concepire e definire un impianto “agrivoltaico”, vi è la possibilità di utilizzare le aree di progetto sia per la produzione di energia da fonte rinnovabile sia per la conduzione in sito di allevamenti zootecnici. Nel caso specifico si è deciso per sviluppare un modello che preveda il connubio tra parco fotovoltaico e allevamento di ovini. Per far ciò si è optato per la realizzazione di un impianto con pannelli fissi, caratterizzato da un'altezza minima del pannello di 1,30 m dal suolo. In questo modo si è configurato l'impianto sia in relazione alle Linee Guida ministeriali di giugno 2022, sia in relazione alla recente norma CEI 82.93 in materia di impianti agrivoltaici.

L'ordinamento colturale futuro prevedrà la gestione delle superfici interne al parco agrivoltaico con la gestione e la conduzione di prati pascoli naturali per il pascolamento di ovini con le modalità di allevamento classiche di animali allevati allo stato libero; gli ovini avranno un accesso a dei ricoveri solo per la notte mentre utilizzeranno il pascolo tutto l'anno.

Il parco verrà strutturato in modo da soddisfare i requisiti necessari per ottenere il miglioramento dei pascoli presenti e mantenuti al fine di incrementare le produzioni alimentari per gli ovini in allevamento in maniera tale da non ricorrere all'impiego di mangimi.

La filiera della produzione sarà così organizzata:

- Conduzione dei terreni del parco agrivoltaico con pascoli misti di leguminose e foraggere di elevate qualità e quantità in grado di garantire autonomia alimentare per il bestiame presente;
- Disponibilità di tutte le attrezzature necessarie per una economica gestione aziendale (animali e pascoli);
- Disponibilità di maggiori conoscenze professionali acquisite con lo scambio di informazioni che verranno determinate attraverso la presenza di diverse figure professionali specialistiche;
- Disponibilità di accesso ad informazioni tecniche di produzione, garantite dai centri Regionali di formazione (LAORE), di ricerca (AGRIS) e/o da tecnici liberi professionisti (Agronomi) a supporto delle società agricole.

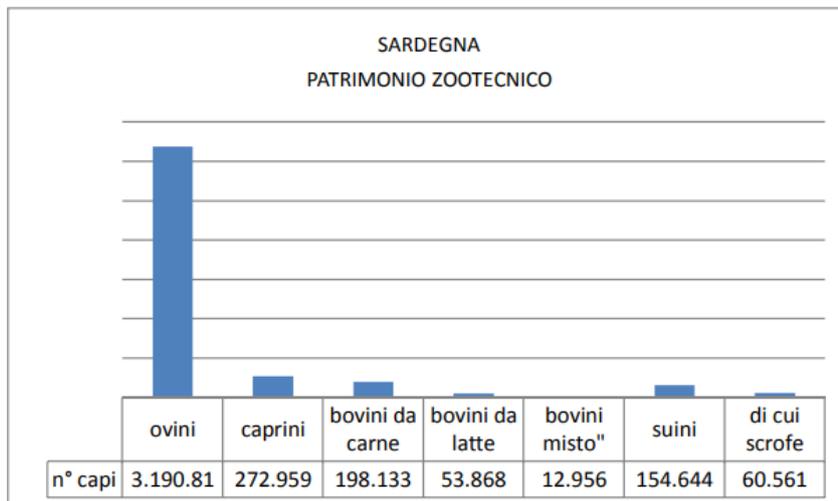
Il sistema agrivoltaico così concepito, determina un piano di miglioramento e modernizzazione “aziendale” inquadrabile oggi come Agricoltura 5.0.

La FAO ha descritto i processi di digitalizzazione in agricoltura come la "rivoluzione digitale". Nella concezione 5.0 alla rivoluzione digitale andrà quindi associata anche una rivoluzione "verde" che vedrà l'agricoltura contribuire significativamente a ritrovare un nuovo equilibrio ecologico nel pianeta. La lotta contro il cambiamento climatico si attua diminuendo le emissioni di CO₂ oppure compensandole attraverso lo stoccaggio. Sappiamo anche che lo stoccaggio della CO₂ può avvenire con la crescita di una nuova foresta ma in forma ancor più efficiente e duratura migliorando la fertilità dei suoli. I suoli possono essere migliorati attraverso le nuove tecniche di agricoltura rigenerativa. Agricoltura rigenerativa vuol dire una drastica riduzione dei mezzi di produzione impiegati ma anche un fortissimo aumento della agricoltura di precisione, dei big data e dell'Intelligenza Artificiale, delle piattaforme digitali e delle cosiddette Distributed Ledger Technologies (Blockchain e Smart Contracts) e poi ancora: nuovi organismi vegetali cis genici, tecniche di lotta biologica alle avversità, riutilizzo delle acque reflue, urban farming, ottimizzazione della logistica agroalimentare, ecc.. Il nuovo modello di agricoltura appartiene ad un modello di

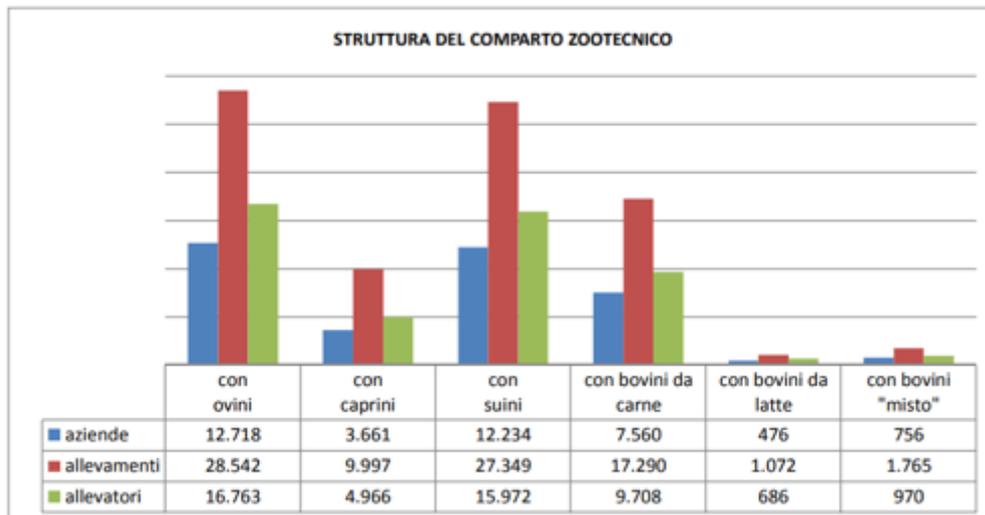
impresa che più ampiamente si pone sotto la categoria di Industria 5.0 o Collaborative Industry. Caratteristica principale è la cooperazione tra macchine e uomo, che avrà alla base il concetto di Empowering people, ovvero l'importanza dell'uomo nei processi automatizzati. I robot saranno ancora presenti, ma più sofisticati e con mansioni estremamente circoscritte e non andranno a sostituire l'uomo. I nuovi robot, detti cobot, saranno macchine collaborative, programmate per interagire con gli esseri umani in spazi di lavoro condivisi. Ai cobot spetterebbe il lavoro "sporco", quello identificabile con le 3D: dull, dirty and dangerous, ovvero ripetitivo, sporco e pericoloso. L'evidente vantaggio va soprattutto alla salute ed alla sicurezza del lavoratore, ma si velocizzeranno tutti i cicli di progettazione e produzione, si migliorerà l'impatto ambientale grazie alla circular economy e si spingerà sempre di più verso la personalizzazione dei servizi e prodotti.

14. LA ZOOTECNIA IN SARDEGNA

Il comparto zootecnico sardo è uno dei più importanti d'Italia grazie soprattutto alle produzioni ovine e caprine. Il valore della produzione agricola regionale (circa 1,6 miliardi di euro) è formato dagli allevamenti (44%), dalle coltivazioni agricole (26% erbacee, 7% foraggere, 8% legnose) e dalle attività secondarie e di supporto. La zootecnia sarda si fonda su sistemi di allevamento prevalentemente semi-estensivi (585.860 unità di bestiame adulto (UBA)- 0,85 UBA/ha di pascolo e prato permanente) caratterizzati dall'impiego di razze locali in aeree di gran pregio ambientale, non adatte alle produzioni intensive, dove il pascolo naturale contribuisce non poco alla caratterizzazione delle produzioni. Il patrimonio è suddiviso in poco più di 46 mila allevamenti riferibili a 30.260 diversi proprietari, che sono riconducibili a 24.720 aziende. I principali comparti sono l'ovi-caprino (20% della produzione agricola con circa 320 milioni di euro), il bovino da carne (8%, con 128 milioni), il suino (6% con 96 milioni) e il bovino da latte (5% con 80 milioni di euro). Il restante 5% comprende produzioni zootecniche minori. La Sardegna è la prima regione produttrice di latte ovino (67% del valore nazionale), di latte caprino (46%) e di carne ovi-caprina (40%). L'allevamento ovi-caprino coinvolge circa 15mila aziende, con circa 3milioni e 200mila pecore e 250mila capre. Le Organizzazioni di produttori (OP) sono 12 con oltre 5mila soci e un volume d'affari che si aggira intorno ai 67milioni di euro. La trasformazione del latte in formaggio avviene in 71 caseifici, con la componente cooperativistica che si attesta all'incirca sul 50% della produzione e, in misura trascurabile, in mini-caseifici aziendali. Sul versante delle carni ovine la regione Sardegna ha ben pochi competitor in termini di produzioni di eccellenza. Le certificazioni dell'agnello di Sardegna IGP sono in forte crescita e nel 2013 hanno raggiunto il 50% delle macellazioni totali, con circa 3.500 allevatori e 31 macellatori coinvolti.



45 - Patrimonio zootecnico in Sardegna



46 - Struttura del comparto zootecnico in base alla tipologia degli allevamenti

Provincia	Ovini e Caprini	Ovini	% su Sardegna	Caprini	% su Sardegna
Sassari	707.294	688.728	22,8	18.566	6,6
Nuoro	827.606	768.877	25,5	58.729	20,9
Cagliari	510.181	436.649	14,5	73.532	26,0
Oriстано	556.796	530.987	17,6	25.809	9,2
Olbia-Tempio	165.966	155.839	5,1	10.127	3,6
Ogliastra	116.086	73.766	2,4	42.320	15,0
Medio Campidano	235.499	213.877	7,1	21.622	7,7
Carbonia-Iglesias	181.249	150.385	5,0	30.864	11,0
Totale	3.300.677	3.019.108	100	281.569	100

47 - Ovini e Caprini in Sardegna - BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

Comune	Capi	Comune	Capi	Comune	Capi	Comune	Capi	Comune	Capi
Alghero	10.395	Cargaghè	2.895	Mara	2.518	Perugas	9.559	Tergu	3.888
Anela	5.723	Castelluardo	3.850	Maris	3.816	Pisaghe	20.729	Thiesi	11.585
Arifara	10.267	Cheremule	3.678	Monteleone Roccadoria	1.042	Porto Torres	9.542	Tissi	144
Banari	1.823	Chiaromonte	18.783	Mores	27.814	Pozzomaggiore	16.238	Terralba	10.025
Benetutti	16.868	Cadriangianes	8.117	Muroi	858	Putifigari	8.257	Tula	12.099
Bessude	6.675	Cossene	10.641	Naghedu S.N.	12.071	Ramaña	3.142	Urti	9.557
Bonnanaro	5.833	Erula	4.545	Nule	18.531	S. M. Coghinas	1.940	Usini	785
Bono	19.423	Esperlatu	5.558	Nulvi	14.940	Sassari	86.635	Valledoria	588
Bonorva	27.606	Flarinas	7.133	Olmedo	3.144	Sedri	2.994	Viddalba	156
Borutza	851	Giave	9.911	Oulo	20.542	Semestene	9.447	Villanova Monteleone	21.484
Bottida	7.524	Ilorai	8.863	Ossi	3.176	Sennori	2.131		
Bulbi	11.652	Ittreddu	10.868	Ozieri	68.409	Silga	8.031		
Bulzi	4.496	Ittiri	28.480	Padria	7.580	Sorso	560		
Burges	4.019	Laerru	2.184	Pittada	18.702	Stintino	1.586		

48 - Totale capi ovini e caprini in Provincia di Sassari nel 2019 - BDN dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo

15. ZOOTECNIA SARDA: OPPORTUNITÀ ED ESIGENZE

Il mercato degli ovini, negli ultimi anni, è in netta espansione sul mercato mondiale. La valorizzazione di queste carni e dei loro sottoprodotti rappresenta, al giorno d'oggi, un'opportunità di diversificazione delle produzioni dell'allevamento ovino attraverso l'introduzione di modelli di allevamento dell'agnellone. I recenti studi di mercato, infatti, mostrano come ci siano ampi spiragli di mercato per le carni ovine soprattutto in paesi dove in passato era impensabile concepire un tale consumo. Alcuni analisti riferiscono che lo sviluppo futuro di una filiera delle carni ovine nazionali deve indirizzarsi proprio verso questi paesi esteri, i quali mostrano particolare attenzione alle caratteristiche qualitative del prodotto e alle sue certificazioni. Tuttavia, questo mercato necessita di produzioni costanti durante l'anno con protocolli di produzione standardizzati e animali di maggior peso. Questa esigenza richiamata più volte anche dall'industria di trasformazione impone una parziale revisione dei sistemi di allevamento attualmente in uso in Sardegna.

L'obiettivo nei prossimi anni sarà quello di sperimentare sul campo e, conseguentemente, di promuovere la linea pecora-agnello. Questa nuova linea, che si può portare avanti insieme agli allevamenti misti latte – carne, rappresenta una risposta a quel target di allevatori che sono in età avanzata (il 30% hanno più di 70 anni) ed hanno difficoltà, come altri pastori, a reperire manodopera per la mungitura delle pecore. Ma è anche un modello sostenibile che si adatta e si può realizzare nei territori marginali e abbandonati, dando nuove opportunità contro lo spopolamento delle terre e delle zone interne. Le sperimentazioni in essere in Sardegna nei centri specializzati mirano ad approfondire tutti gli aspetti relativi all'allevamento quali gli accrescimenti, le diete per la predisposizione di diversi piani alimentari principalmente basati sul pascolo, le rese alla macellazione, le caratteristiche chimico – nutrizionali e sensoriali della carne e del latte, ecc. I successi di questi prodotti menzionati, legati alle sperimentazioni e alle ricerche di cui sopra, si renderanno utili e creeranno nuova occupazione e nuova linfa per gli allevatori solo e soltanto se tali ragionamenti passeranno attraverso accordi preventivi di filiera che garantiranno la vendita finale del prodotto, sia esso fresco che trasformato.

15.1 Coltivazione del prato polifita permanente

Per alimentare la popolazione ovina che andrà ad insediarsi e a pascolare all'interno del parco agrivoltaico, si provvederà a realizzare una produzione di foraggio con prato permanente polifita. La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte specie foraggere. In base alla durata si distinguono: erbai, di durata inferiore all'anno; prati avvicendati, di durata pluriennale, solitamente 2-4 anni; permanenti, di durata di alcuni decenni o illimitata. Per garantirne una durata prolungata, la stabilità della composizione floristica e una elevata produttività, i prati polifiti verranno periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta). Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agrivoltaico, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale, a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno e quella

della fauna selvatica che trova rifugio nel prato. Molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, ed il ginestrino, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api, sia selvatiche che domestiche. Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene nelle coltivazioni di seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno e allo stesso tempo la produzione quantitativa e qualitativa della biomassa alimentare per gli ovini. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità. Le piante che costituiranno il prato permanente saranno scelte in base al tipo di terreno e alle condizioni climatiche e saranno individuate dopo un'accurata analisi chimico-fisica su campioni di suolo prelevato. In particolare, prima degli interventi di preparazione del cantiere, si provvederà all'indagine floristica dei luoghi e alla raccolta del fiorume selvatico. Tale fiorume (semi naturali) sarà raccolto localmente e aggiunto nella miscela ad impiegare per la creazione del prato permanente. L'uso del fiorume arricchirà il miscuglio in quanto includerà specie pioniere altamente resistenti e adatte al sito di impianto, specie erbacee che altrimenti sarebbero difficili da reperire. Una volta insaccato il seme sarà conservato in ambienti aerati ed asciutti e dovrà essere impiegato entro un anno dalla raccolta, previa perdita di purezza e germinabilità. In generale verrà impiegato un miscuglio di graminacee e di leguminose:

- le graminacee, a rapido accrescimento, in quanto ricche di energia e di fibra;
- le leguminose, molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, in parte cedendolo alle graminacee e fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, offrono pascoli di elevato valore nutritivo grazie alla abbondante presenza di proteine.

I prati così concepiti, gestiti in regime di asciutto, forniranno produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno. Il fieno prodotto non verrà mai sfalciato, ma verrà utilizzato per l'alimentazione degli ovini durante tutto l'anno. La combinazione tra fotovoltaico e prato polifita consente l'utilizzo dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli/zootecnici. Il prato pascolo polifita permanente arricchisce progressivamente di sostanza organica e in biodiversità il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso: le leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio a disposizione degli animali in allevamento di elevato valore nutritivo ricco di proteine. A fine vita operativa, con l'impianto in dismissione, il suolo potrà riaccogliere qualsivoglia tipologia colturale. Il prato polifita verrà seminato in autunno (settembre-ottobre) previa ripuntatura del terreno ed erpicatura. La semina verrà realizzata con seminatrici a file o a spaglio al dosaggio di 35-40 kg/ha di semente con miscugli costituiti da 10-12 specie e varietà di foraggere graminacee e leguminose. Si adotterà una elevata biodiversità nella realizzazione del miscuglio, utilizzando le seguenti specie graminacee (loietto italico e loietto inglese, erba fienarola, festuca, erba mazzolina, fleolo) e leguminose (trifoglio pratense, trifoglio bianco, trifoglio incarnato, ginestrino). Non sono previste operazioni di sfalcio in quanto il miglioramento del pascolo, come già ampiamente evidenziato, è

orientato all'aumento di disponibilità di erba a disposizione degli ovini in allevamento durante tutto il corso dell'anno. Chiaramente il pascolo dovrà essere gestito in maniera tale da salvaguardare il cotico erboso per evitare zone prive di vegetazione con zone a prato fitto. In tale ottica sarà fondamentale "orientare" gli animali in modo tale da far utilizzare loro sempre zone differenti. Il calpestio aumenta con il raggruppamento degli animali e, in particolare si hanno degli effetti negativi sul cotico erboso soprattutto se il suolo risulta stagnante. L'indice di compattamento varia con gli animali: per gli ovini si stima da 0,8-1 kg/cm² con problemi legati all'erosione, alla lisciviazione, danni ad apparati radicali e comparsa di specie infestanti con rizomi. Il prelievo da parte degli animali favorisce la fotosintesi, lo sviluppo degli apparati radicali e, inoltre, favorisce specie eliofile come le leguminose; ma se il prelievo diventa eccessivo, questo depaupera le riserve della pianta, dirada il cotico favorendo la erosione, aumenta quello che è il livello di compattazione del suolo e, in particolare, avviene una selezione naturale per le specie poco appetite e indesiderate. Pertanto, in quel caso, si dovrà intervenire con lavorazioni straordinarie come l'areazione e la decompattazione. Attivando la catena del detrito tramite lavorazioni che arieggino il terreno e che portino a contatto le feci degli animali con il terreno si attiva, altresì, la formazione di sostanza organica e quindi l'arricchimento del terreno, e al tempo stesso si arieggiano gli strati superficiali con conseguente aumento della produzione di biomassa che si traduce in prati più sani e robusti.



Le pratiche agricole e zootecniche, tra cui la gestione dei pascoli, si ripercuotono sulla salute e sulla stabilità del suolo a lungo termine. È quindi importante sviluppare pratiche che garantiscano la

durevolezza e la resilienza di questa risorsa, per le generazioni future. Gli allevamenti bradi e semibradi spesso non prevedono adeguate pratiche di gestione dei pascoli, con conseguenti scarse produzioni alimentari per gli animali e problemi di compattamento dei terreni e perdita di biodiversità, in particolare in situazioni di elevato carico animale. Il pascolo a rotazione, confrontato col pascolo continuo, migliora il carbonio organico del suolo; la strategia di pascolo influenza la funzione e la salute del suolo e quindi crea opportunità di mitigazione dei cambiamenti climatici. Si riporta, di seguito, un esempio di intervento agronomico leggero su cotico erboso esistente. Si parla di “strigliatore” o erpice a denti elastici o a catena: nella fattispecie il tipo di lavorazione meccanica stimola la rigenerazione delle gemme delle essenze perenni, migliora l'aerazione superficiale del substrato di radicazione, sparge le feci degli animali in modo da evitare eccessi e carenze di nutrienti e favorirne la veloce assimilazione da parte del suolo.



49 – Intervento di strigliatura su cotico erboso esistente

		Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
INERBIMENTO		2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata	ha	37,52	590,00	€/ha	22.136,80 €
		2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	37,52	1.170,00	€/ha	43.898,40 €
		2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	37,52	280,00	€/ha	10.505,60 €
		2504001	Realizzazione di un inerbimento (prato polifita) su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina, inclusa la fonitura di concime ad effetto starter.	ha	37,52	0,18	€/mq	67.536,00 €
								144.076,80 €

Stima del costo delle opere di inerbimento (prato polifita)

15.2 Piano di pascolamento

Il pascolo può assolvere pienamente alle molteplici funzioni di carattere produttivo, ambientale, paesaggistico, ecologico e protettivo ad esso riconosciute solo se condotto in modo tecnicamente corretto. Solo piani di pascolamento razionali possono assicurare una buona alimentazione al bestiame (prelievi e qualità), il mantenimento o miglioramento della qualità foraggera delle cotiche, la loro integrità, elevata biodiversità vegetale e animale e la conservazione di uno spazio aperto e fruibile. Elemento centrale attorno al quale ruota l'organizzazione di un piano di pascolamento è l'indice di utilizzazione del pascolo, che può essere definito teoricamente a partire dal profilo floristico della vegetazione e dallo stato fisico del suolo. Carichi animali, organizzazione della mandria, disegno dei lotti di pascolamento, tempi di permanenza e calendario di utilizzo devono dunque mirare al rispetto di questo parametro in ognuna delle varie tipologie vegetazionali che compongono la superficie foraggera della malga. Il pascolamento a rotazione (o turnato) è invece caratterizzato dallo sfruttamento di una limitata porzione di un pascolo con un elevato carico di bestiame ed un periodo di pascolamento limitato nel tempo, in cui è prevista la turnazione degli animali nei settori che suddividono la superficie presa in considerazione.

Le considerazioni pratiche sul piano di pascolamento possono essere così riepilogate:

- preferenza del pascolamento continuo nei periodi di crescita moderata dell'erba (autunno-inverno);
- prediligere il pascolamento turnato e razionato nei periodi di veloce crescita dell'erba e/o di abbondanza di biomassa pascoliva;
- avvio del pascolamento quando l'erba è alta non più di 15-20 cm;
- interruzione del pascolamento quando l'altezza del cotico erboso è circa 5 cm per le graminacee e 8-10 cm per le leguminose;
- variare i carichi di bestiame e la durata del periodo di pascolamento al fine di rispettare le altezze del cotico precedentemente indicate;
- ridurre la durata giornaliera del pascolamento all'aumentare dell'integrazione di fieno e concentrati in stalla (se contemplato nella dieta).

15.3 Calcolo del carico bestiame

Con determinazione prot. 3884 rep. N 115 del 17 marzo 2016, la Regione Sardegna ha adottato il Regolamento (CE) n. 889/2008, art. 15, concernente l'armonizzazione del calcolo della densità degli animali in regime di Agricoltura Biologica. Considerato che l'articolo 15 stabilisce che la densità totale degli animali deve essere tale da non superare il limite dei 170 kg di azoto per anno per ettaro di superficie agricola, premesso che il quantitativo di azoto è trasformabile in Unità di Bovino Adulto (U.B.A.) e che questo permette una conversione dell'intero bestiame aziendale in un parametro uniforme e che il carico massimo di bestiame per ettaro è pari a 2 U.B.A... tutto ciò premesso la regione Sardegna, nel Programma di Sviluppo Rurale 2014/2020, approvato con Decisione di esecuzione della Commissione C(2015) 5893 del 19.08.2015, ha determinato la tabella degli indici di conversione degli animali in unità di bestiame adulto (utilizzata per il calcolo della consistenza zootecnica ai fini del pagamento di alcune misure).

Categorie di animali	Indice di conversione in UBA
Tori, vacche e altri bovini di oltre due anni	1,0
Bovini da sei mesi a due anni	0,6
Bovini di meno di sei mesi	0,4
Equidi di oltre sei mesi	1,0
Ovini di età superiore a 12 mesi	0,15
Caprini di età superiore a 12 mesi	0,15
Scrofe riproduttrici di oltre 50 kg	0,5
Altri suini di età superiore a 70 giorni	0,3
Galline ovaiole	0,014
Altro pollame	0,03

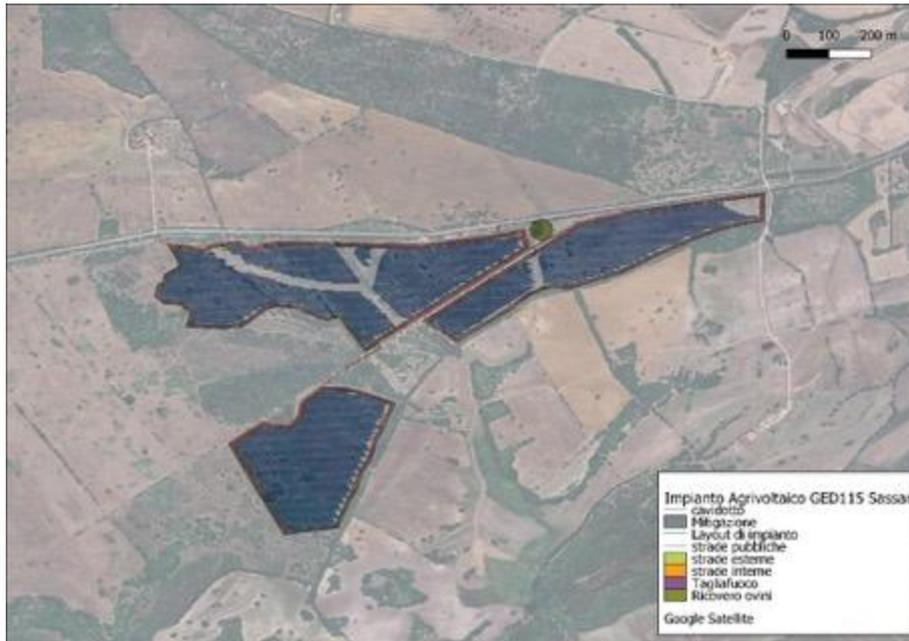
50 – tabella di conversione carico zootecnico per la Regione Sardegna

Considerando che 1 UBA di bovino di oltre 24 mesi corrisponde a 0,15 UBA per gli ovini, su una estensione di circa 40 ettari (superficie dell'area recintata), con un carico massimo di bestiame in regime di agricoltura biologica pari a 2 UBA/ettaro, il calcolo per stabilire il quantitativo di ovini da inserire nel piano di pascolamento viene di seguito riportato. Con l'areale di interesse pari a 40 ha, con densità massima di 2 UBA/ha, avremo bisogno di 80 UBA per l'estensione totale degli appezzamenti. Pertanto, applicando il fattore di conversione per gli ovini (0,15 UBA), si provvederà a far pascolare nei siti di impianto 533 pecore.

Per allevamenti fino a 500-600 capi si può avere un solo edificio differenziato nei diversi reparti funzionali per cui si è optato il dimensionamento e la futura realizzazione di nr.4 locali di mq 250 ciascuno per modo tale da creare delle zone di riposo per gli ovini. Il calcolo per arrivare a 1000 mq complessivi è stato determinato sulla base dell'indicazione che, per pecore adulte la zona di riposo, che sia paglia o che sia lettiera, corrisponde mediamente a 1,5-1,8 mq/capo.



51 – ipotesi zona di riposo per ovini



52 –zona di riposo per ovini in relazione al layout di impianto

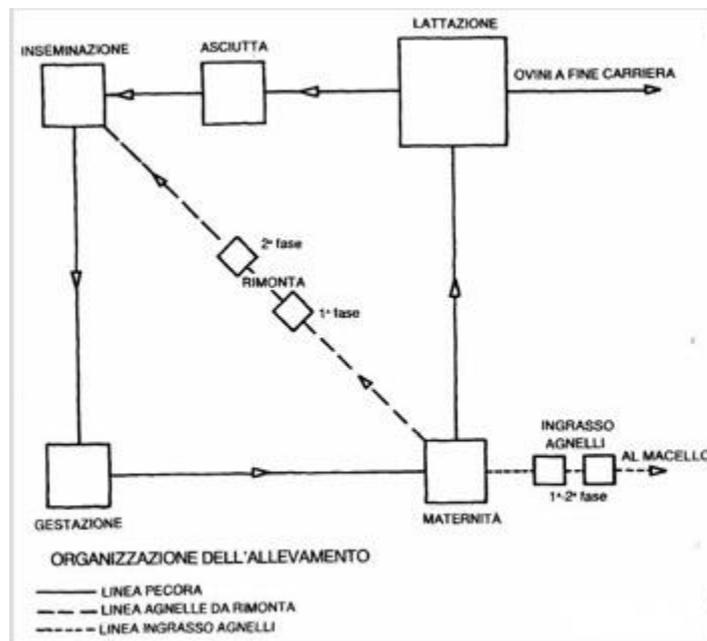
Nel mondo dell'allevamento, la pecora è un animale molto importante, che può fornire alimenti e materie prime di uso e consumo quotidiano. L'acquisto di un ovino o di un gregge comporta la valutazione di tutti i costi che vanno sostenuti non soltanto per portare l'animale nel proprio terreno ma anche per mantenerlo e curarlo a dovere. Il costo della pecora dipende da diversi fattori, i più importanti dei quali sono la razza, l'età e l'alimentazione. Le razze più costose hanno caratteristiche di qualità superiore, come carne migliore, produzione di latte con caratteristiche al consumo pregiate, lana più soffice e maggiore resistenza a malattie. L'età è un importante fattore da considerare. Anche se una pecora di una razza pregiata può essere più costosa di una pecora di una razza meno pregiata, la differenza di prezzo può essere significativamente più grande se la pecora è più vecchia. Una pecora più vecchia sarà più costosa, ma anche meno produttiva in termini di crescita, produzione e lana. Un altro fattore che incide sul prezzo di una pecora è il suo tipo di alimentazione. Le pecore che sono nutrite con una dieta a base di foraggio e cereali naturali avranno un prezzo leggermente superiore (come nel caso in esame) di quelle che sono alimentate con mangimi. La pecora sarda è una delle più apprezzate razze ovine italiane, nota per la sua carne di qualità e per il suo latte ricco di nutrienti. Il prezzo di una singola pecora sarda può variare dai 200 ai 700 euro, a seconda dei mesi dell'anno, dell'età, del sesso e del peso dell'animale. Inoltre, è possibile acquistare una pecora sarda a prezzi più economici se si acquistano gruppi di ovini.

Voci di spesa	Costi
Prezzo della pecora	Da 400 € a 2.000 €
Alimentazione	40-50 €/mese
Vaccinazioni	20-30 € ogni 2 anni
Prodotti per la cura	5-10 €/mese
Tasse	5-10 €/anno

53 – riepilogo costi di acquisto e gestione di un ovino

15.4 Tecniche di allevamento

Gli ovini che pascoleranno all'interno del parco agrivoltaico verranno organizzati secondo un sistema che prevedrà la realizzazione di recinti. Questo è il sistema più moderno e si basa sul pascolamento a rotazione. Il gregge viene fatto pascolare in parcelle di terreno inerbite recintate; lo stesso verrà spostato in un altro recinto non appena terminato il pascolo. Va tenuto conto che questo sistema permette di agevolare tutta una serie di controlli sul gregge quali la salute, la fertilità, numero di animali e di prole e di ridurre i costi di gestione dell'allevamento. La recinzione potrà realizzarsi con diversi materiali metallici (come reti o fili spinato) o in stecco o elettrico (o altri materiali di idoneo utilizzo).



54 – schema organizzativo dell'allevamento

Una volta realizzato il parco agrivoltaico, dopo aver provveduto alla creazione di tutte le opere a verde e degli inerbimenti allo scopo di creare delle zone a pascolo per gli ovini, si provvederà a distribuire il carico di bestiame, attraverso la realizzazione di recinti, secondo lo schema organizzativo sopra riportato. Si farà particolare attenzione all'individuazione delle femmine in gestazione, le quali andranno separate dagli altri ovini. Allo stesso modo gli agnelli appena nati,

che verranno inizialmente cresciuti con latte materno, e le relative mamme verranno separati dal gruppo.

16. ANALISI DELLE RICADUTE OCCUPAZIONALI

In relazione al progetto si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la realizzazione di un prato pascolo con cui gestire gli ovini determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l'uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola zootecnica di indirizzo simile, nonostante la presenza delle strutture fotovoltaiche. Nella fattispecie si riporta di seguito l'indicazione di massima circa l'impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all'impianto in esame. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola e zootecnica, si è fatto riferimento al D.A. n. 1102/DecA/32 del 9.05.2008 riguardante il fabbisogno di manodopera in agricoltura per la Regione Autonoma della Sardegna, relativamente al calcolo delle ULA (unità lavorativa annua). 1 ULA corrisponde a 1900 ore di lavoro/anno.

Allevamenti	Ore uomo	unità di misura
Bovini da latte	115	Capo
Bovini latte/carne	75	Capo
Linea vacca/vitello semibrado	50	Capo
Linea vacca/vitello brado	32	Capo
Suini	48	Capo
Ovini, caprini	19	Capo
Equini	52	Capo
Struzzi	100	Tris
Altri animali da corte	4	Capo
Api	24	Alveare
Lumache	1200	Ettaro

Coltivazioni erbacee ed orticole	h/uomo per ha	Coltivazioni erbacee ed orticole	h/uomo per ha
Frumento, orzo, avena	48	Altre piante officinali	880
Mais da granella	64	Fragola in tunnel	3360
Altre leguminose da granella	64	Anguria	468
Soia	40	Melone	576
Silomais	45	Fiori in pieno campo	4920
Sulla	47	Fiori in serra	9200
Erbai in asciutto	34		
Erbai in irriguo	40	Coltivazioni arboree ²	h/uomo per ha
Erba medica	52	Olivo da olio	367
Prato polifita asciutto	14	Olivo da mensa	620
Prato pascolo	9	Vigneti per uva da vino, tendone	602
Asparago	616	Vigneti per uva da vino, spalliera	560
Barbabietola da zucchero	88	Vigneti per uva da tavola, tendone	903
Carciofo	768	Vigneti per uva da tavola, spalliera	700
Fagiolo	91	Agrumeto	707
Fava	85	Melo, pero	528
Patata	250	Pesce, albicocco, susino	624
Pisello	56	Nettarine, percoche	642
Pomodoro da industria	320	Ciliegio	864
Pomodoro da mensa in campo	3840	Actinidia	624
Pomodoro da mensa in serra	8640	Frutteto misto	620
Orto familiare	880	Nocciolo	320
Riso	96	Mandorlo, castagno	160
Altre colture ortive in campo	719	Quercia da sughero	50
Altre colture ortive in serra	4800	Bosco ceduo	68
Zafferano	2600	Bosco d'alto fusto	48

55 – Fabbisogno in manodopera colture agricole e allevamenti

Consideriamo gli allevamenti di ovini dove il fabbisogno in manodopera viene stimato in 19 ore/uomo per capo (gestione che comprende anche la parte di coltivazione). Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno 10127 ore di lavoro per il gregge che, nella conversione, corrispondono a 5 ULU.

17. COMPENSAZIONE AMBIENTALE: IMBOSCHIMENTO

Nell'area compresa tra il campo 1 ed il campo 3 è stata prevista un'area di compensazione ambientale di dimensione pari a 2,63 ha, costituita dalla riqualificazione di un ecosistema boscato di valore naturalistico e paesaggistico elevato, che si affermerà e diventerà riconoscibile dopo i primi 5/7anni di cure colturali.

Tale area, identificata in pianta nella successiva Figura 61 ed in Tavola PRO_TAV_28, è stata selezionata considerando l'opportunità di aumentare la connettività ecosistemica attuale andando a collegare due aree boscate ad oggi esistenti (si veda Figura 62), incrementando la funzionalità ecologica complessiva dell'area. Tale area, infatti, non è considerata bosco dalla normativa vigente (Art. 2 LR 27/2016; PPR Sardegna) ed è posta tra due zone boscate attualmente esistenti.

Viene in questo senso progettata la messa a dimora di 2.630 piantine forestali arboree autoctone (1000 piante per ha) di varie specie con un sesto di impianto di 3 x 3,5 mt, in modo da ottenere in breve tempo la chiusura delle chiome e la loro stratificazione in funzione delle specifiche caratteristiche delle specie impiegate. Le piantine forestali dovranno essere certificate a norma di legge per qualità e provenienza. In quanto disponibili potranno essere richieste ai vivai forestali della Regione - Agenzia Forestas.

La scelta delle specie da utilizzare ai fini compensativi sarà valutata sulla base degli esiti della caratterizzazione floristica e vegetazionale ante operam previste in progetto (si veda piano di monitoraggio del progetto, elaborato SIA_REL_02).

GLI IMPIANTI BOSCHIVI

I nuovi impianti boschivi vengono comunemente chiamati rimboschimenti o imboschimenti, a seconda che si tratti di ripristino del soprassuolo boschivo o di un effettivo nuovo impianto su terreni prima dedicati ad altra coltura. Quando il rimboschimento di una superficie, precedentemente sottoposta al taglio, avviene per mezzo della disseminazione da piante preesistenti o da quelle circostanti, si ha la rinnovazione naturale. Questa è la forma migliore di perpetuare il bosco, ma non sempre è possibile: sia perché mancano le piante disseminatrici, sia per cause intrinseche alla stazione (terreno eroso, presenza eccessiva di animali che si cibano del seme) o anche da errata pratica nel trattamento del bosco. Quando non si hanno le condizioni idonee alla germinazione del seme e allo sviluppo della piantina, si procede con la messa a dimora di piantine o semi e si parla allora di rinnovazione artificiale o impianto artificiale di un bosco. La rinnovazione naturale, là dove non viene ostacolata da attività antropiche, in un tempo più o meno lungo dà origine ad una fustaia disetanea, un bosco, cioè, costituito da piante di varie dimensioni, cioè di tutte le classi cronologiche e diametriche. Ci sono inoltre varie tecniche che permettono di indirizzare e guidare la rinnovazione naturale. L'opera di rimboschimento, per l'impianto artificiale di nuovi boschi, appare spesso necessaria soprattutto quando la copertura vegetale è particolarmente degradata, i suoli erosi e le condizioni complessive della stazione non consentono di avere, in tempi relativamente brevi, la ricostituzione spontanea del manto forestale.

LA SCELTA DELLE SPECIE

La scelta della singola specie (nel caso si voglia impiantare un bosco monofitico) o di più specie (nel caso si voglia impiantare un bosco polifitico), è sempre di grande importanza. Il tipo di vegetazione esistente e l'inquadramento fitoclimatico consentono, anche quando non esistono dati climatici e pedologici, di individuare e scegliere quelle specie che anche con l'evoluzione naturale si sarebbero insediate autonomamente. In Sardegna la scelta delle specie da impiegare rimane circoscritta a quelle che rispondono ai requisiti economici, se questo riguarda la qualità e la quantità di legname da produrre, o a requisiti di protezione, turistici, igienici e ricreativi, quando le finalità del rimboschimento vertono su questi aspetti. L'impianto di un bosco monofitico crea meno problemi di scelta perché ogni singola pianta ha le stesse esigenze in fatto di luce, suolo e capacità di rinnovazione naturale. Al contrario, volendo consociare più specie nello stesso rimboschimento, è necessario impiegare essenze forestali che abbiano simile temperamento e modalità di accrescimento in maniera che quelle a più rapida crescita non prevalgano sulle altre. D'altra parte, è sempre opportuno impiantare più specie in modo che, in caso di fallimento di alcune, la continuità del rimboschimento sia comunque assicurata. Pertanto, in Sardegna le principali specie da impiegare sono rappresentate da quelle native quali Sughera, Leccio, Roverella, Pino marittimo, Pino d'Aleppo o comunque di antica acclimatazione come il Pino domestico, affiancate, dove le condizioni pedo-climatiche lo consentono, da specie di particolare pregio sia autoctone che esotiche come Castagno, Ciliegio, Pioppi, Noce, Cedro atlantico, Cedro deodara, Pino nero, Ontano napoletano e altre ancora. Un discorso a parte meritano gli impianti artificiali a scopo industriale per la produzione di pasta da carta o materiale per falegnameria andante per i quali vengono usati principalmente in monocoltura pino insigne o eucalipti consociati a volte ad altre specie.

In generale, secondo De Philippis (1985), è meglio consociare le singole specie per piccoli gruppi distinti e contigui, piuttosto che alternare le singole piantine (o semi) delle diverse specie allo scopo di assicurare la sopravvivenza di tutte e di non complicare troppo il successivo trattamento. Spesso, anche perché in Sardegna vengono destinati al rimboschimento i terreni più degradati, si pone il problema se nell'impianto artificiale di un bosco ci si debba affidare subito alle specie definitive o se si debbano adoperare prima le cosiddette specie preparatorie che hanno appunto: il compito di favorire l'impianto delle specie definitive. Sempre De Philippis (1985) consiglia di impiegare direttamente le specie definitive in quei terreni già coperti da vegetazione forestale in tempi recenti, o provvisti di rada vegetazione arborea, o arbustiva più o meno evoluta, mentre l'uso di specie preparatorie viene consigliato, come regola, nei suoli degradati, molto superficiali, impoveriti etc. Attualmente, in Sardegna, si usa associare le specie preparatorie a quelle definitive per intervenire quindi successivamente con diradamenti ed altri interventi atti a portare a maturità il bosco con le specie volute.

LE LAVORAZIONI DEL SUOLO

Il terreno destinato al rimboschimento viene preparato con diverse lavorazioni a seconda del sistema d'impianto che si voglia adottare e delle specie da impiantare. La lavorazione può essere totale (andante) o localizzata, entrambe possono venir eseguite a mano o con mezzi meccanici,

ma ormai questi ultimi hanno soppiantato il lavoro manuale sia per l'economicità dell'operazione, sia per la qualità e la rapidità dell'esecuzione; inoltre, la lavorazione meccanica, più profonda di quella manuale, facilita lo sviluppo radicale delle piantine, specie di quelle fittonanti, dando possibilità di maggior resistenza all'aridità estiva. La lavorazione andante si esegue in terreni posti in piano od in lieve pendenza per evitare l'erosione del suolo; questa lavorazione viene effettuata con mezzi meccanici di adeguata potenza, provvisti di aratro o di ripper preferibilmente tridente, capaci di lavorare il terreno ad una profondità intorno agli 80-100 cm così da permettere alle piantine di affondare le radici più profondamente possibile. Le lavorazioni localizzate possono essere di vario tipo: a buche; a trincea di scavo e rinterro; a gradoni; a strisce. Le buche, scavate con attrezzi manuali o meccanicamente, possono essere di dimensioni variabili a seconda del terreno e della specie da impiantare; generalmente le buche eseguite a mano hanno dimensioni regolari di cm 40x40x40, ma ormai la lavorazione manuale si effettua esclusivamente nel caso che la rocciosità sia eccessiva e non si possa impiegare il mezzo meccanico. Attualmente, in Sardegna; le buche vengono eseguite generalmente con un escavatore speciale (ragno) capace di superare forti pendenze e scavalcare ostacoli, nonché di rispettare eventuali ceppaie o piante che si trovassero lungo la linea di lavoro. In genere, comunque, non si lavora il terreno solo a buche ma con sistema misto: a piccole trincee di scavo e rinterro, eseguite sempre con l'escavatore di cui sopra, della larghezza variabile da 80 a 100 cm e di circa 60-80 cm di profondità, lungo le linee di livello, a volte discontinue per la presenza di ceppaie, piantine o tare rocciose. L'interasse tra le trincee, variabile, è mediamente di 6-7 metri; tra una trincea e l'altra vengono scavate delle buche delle dimensioni di circa 2-3 mq per una profondità di circa 60-80 cm. Un escavatore tipo ragno (potenza 45 CV), in terreni con abbondante scheletro e rocce superficiali, può eseguire in un'ora circa 70 ml di trincea (scavo e rinterro) e 15 buche. In un ettaro si possono eseguire circa 1300-1500 ml di trincea e 300-350 buche. La lavorazione a gradoni consiste nell'apertura, con mezzo meccanico di adeguata potenza (CV 100-200), provvisto di lama frontale, di terrazzamenti di varia larghezza (da 3 a 4 metri a seconda del mezzo meccanico impiegato), lungo le linee di livello con contropendenza a monte per trattenere meglio le acque meteoriche ed evitare il ruscellamento e l'erosione delle pendici. Successivamente si opera con una ripperatura di scasso del terreno terrazzato affinché le radici vi affondino subito. Attualmente in Sardegna sta cadendo in disuso questa tecnica di preparazione del terreno soprattutto per l'avvento del «ragno» che evita grosse modificazioni della morfologia e del profilo del terreno e, rivoltando la terra, mette a contatto delle radici l'orizzonte più organico. Generalmente lo sviluppo totale dei gradoni per ettaro è di circa 1000-1200 ml, ma questo può variare in relazione alle specie da impiegare e dalla densità iniziale da dare all'impianto. A seconda della larghezza del gradone si possono impiantare una o due file di piantine, spesso intercalando latifoglie e conifere. La lavorazione a strisce consiste nel lavorare andantemente bande di varia larghezza eseguite in genere in terreni posti in piano o in dolci pendenze oppure in terreni acclivi lungo le linee di livello. Questi vari sistemi possono essere anche combinati tra loro e la scelta dipenderà dalle caratteristiche pedoclimatiche e morfologiche della stazione e dalla scelta delle specie da impiegare. La vegetazione spontanea del terreno lavorato va in genere eliminata completamente, eseguendo anche la diciocatura per eliminare la concorrenza idrica radicale; va invece protetta quella circostante, soprattutto evoluta, che esplica

azione protettiva sulle piantine sia nei riguardi dell'eccessiva insolazione che nei riguardi delle gelate e dei venti freddi invernali.

IMPIANTO

L'impianto di nuovi boschi su terreni nudi o cespugliati può essere eseguito per semina o per piantagione, impiegando in quest'ultimo caso piantine nate da seme o prodotte per via agamica. Nelle stazioni migliori è da preferire la semina sia per le latifoglie che per le conifere, ma è opportuno proteggere adeguatamente le sementi da cinghiali e roditori. Negli altri casi si ricorre alla piantagione con postime allevato in vivaio, che presenta costi superiori alla semina diretta (per la coltura in vivaio, per il trasporto a piè d'opera, lo scavo e reinterro della buchetta per la messa a dimora) e anche notevoli fallanze provocate dallo stress dovuto al trapianto. Spesso in contemporanea si esegue la piantagione di latifoglie e la semina di conifere a seme piccolo, che sfugge più facilmente ai roditori. A questo proposito recentemente nelle foreste demaniali di Sassari ha dato buoni risultati l'impiego di un recinto elettrico a corrente continua posto lungo il perimetro delle zone destinate a rimboschimento. Il filo alto dal suolo circa 20 cm impedisce l'ingresso ai cinghiali con scariche di corrente peraltro non dannose. Nei nostri ambienti il collocamento a dimora delle piantine può coincidere con l'inizio della stagione piovosa (ottobre-novembre) e protrarsi fino a tutto aprile, salvo, in caso di particolare andamento climatico, anticipando o posticipando tale operazione.

DENSITÀ D'IMPIANTO

La densità d'impianto varia a seconda della stazione e delle specie da impiegare. Per norma inizialmente dovrebbe essere forte, seguita da uno o più diradamenti quando la copertura del terreno è assicurata; più specificamente in Sardegna le densità d'impianto variano da un minimo di 700-1.000 piantine/Ha per i rimboschimenti a densità definitiva alle 1.000-1.500 piantine per ettaro nella piantagione di terreni lavorati a gradoni o a trincee di scavo e rinterro nelle stazioni più aride sino a 2.500-3.000 nelle stazioni dove si vuole ricoprire più rapidamente il suolo. I dati sulla nascita di semenzali derivanti da semina diretta sono molto variabili e dipendono per buona parte dalle caratteristiche ambientali della stazione. Per l'impianto di boschi con specie a rapido accrescimento (Pino insigne, Eucalipti, etc.), eseguito sempre per piantagione con postime a radice nuda o con pane di terra, si impiegano circa 1.000-1.600 piante per ettaro.

LA PIANTAGIONE

La piantagione si esegue impiegando sia piantine allevate con pane di terra che a radice nuda; in casi particolari (pioppi, robinia, etc.) si usano anche talee o astoni. La scelta di questo materiale è legata alle caratteristiche delle specie forestali da impiegare (rusticità, minimo stress da trapianto, facilità di attecchimento), al sistema di lavorazione attuato e alla presenza o meno di vegetazione spontanea. In gran parte dell'Isola vengono impiegate piantine col pane di terra in quelle zone a forte siccità estiva per quasi tutte le specie impiegate siano esse latifoglie o conifere; mentre nelle zone a piovosità più elevata (superiore a 700 mm) si impiegano sia piantine a radice nuda che col pane di terra; in generale vengono impiantati a radice nuda castagni, noci, aceri, bagolari e frassini

e, a seconda del suolo, pini e cedri, mentre le querce vengono sempre allevate e piantate in contenitori. La scelta dell'utilizzo di piantine a radice nuda o con pane di terra dipende sia dalla fertilità della stazione che dal regime pluviometrico.

LE CURE COLTURALI ED I RISARCIMENTI

Per assicurare la riuscita del rimboschimento è sempre indispensabile eseguire delle lavorazioni che tendano ad eliminare la vegetazione erbacea dal terreno lavorato, ad agevolare l'infiltrazione di eventuali piogge estive, nonché ad interrompere la capillarità del terreno e quindi limitare l'evaporazione dell'acqua dal suolo. Dette operazioni - diserbo, sarchiatura e ripulitura – sono da effettuare generalmente alla fine della primavera o in estate e sono tanto più necessarie quanto più il clima è caldo-arido. Nonostante tutti gli accorgimenti un certo numero di piantine viene a mancare per le cause anzidette; con i risarcimenti si sostituiscono le fallanze (piantine morte) dei primi anni dopo la piantagione o si sopperisce alla mancata germinazione, totale o parziale, della semina.

I RIMBOSCHIMENTI IN SARDEGNA

I risultati variano considerevolmente in relazione alle condizioni più o meno favorevoli della stazione, del materiale d'impianto e delle tecniche colturali adottate. Le conifere in genere hanno una crescita più rapida nella fase giovanile, grazie anche alla loro frugalità, mentre le latifoglie, di accrescimento più lento in un primo momento, si affermano in un modo più stabile e duraturo, migliorando contemporaneamente le condizioni edafiche; le latifoglie assicurano allo stesso tempo in caso di incendio o taglio la sopravvivenza del bosco grazie alla capacità di rinnovarsi agamicamente. In passato i rimboschimenti eseguiti in Sardegna erano destinati per lo più a scopi di difesa idrogeologica o comunque di bonifica, soddisfacendo allo stesso tempo anche alle altre funzioni del bosco (produttiva, igienica, ricreativa, etc.). Le pinete litoranee in particolare hanno permesso lo sviluppo turistico di molte zone sebbene siano state impiantate con scopi diversi. Il problema principale ancora oggi è quello di limitare il più possibile la degradazione dei suoli su vaste aree della Sardegna che a causa dei ripetuti incendi presentano scarsa o nulla copertura forestale e inoltre sono poco produttive per il pascolo. Il recupero di questi territori può avvenire in un primo tempo con le specie arbustive spontanee (e per questo a volte è sufficiente che le zone siano opportunamente recintate) ed in seguito, dove non esiste la matrice forestale, con il rimboschimento eseguito con sistemi di lavorazione del terreno che lascino quanto più possibile compatta la vegetazione arbustiva esistente, con l'impiego di specie autoctone anche se di lento accrescimento. Fino agli anni '60 si impiantavano per lo più conifere (pini: domestico, marittimo e d'Aleppo; cipressi: comune ed esotici) e ad esse si devono le pinete litoranee di Alghero, Platamona, Sorso, Posada, S. Lucia di Siniscola, S. Margherita di Pula, Caprera e del Monte Limbara dove la pendice Nord è completamente rivestita da pino domestico, pino marittimo, pino nero, cedro atlantico; e, in misura minore, in quest'area sono presenti anche castagno e acero montano. I privati impiegavano soprattutto diverse specie di Eucalyptus, adottando tecniche d'impianto a carattere prettamente agronomico, e sfruttandole spesso come piante frangivento soprattutto nella pianura del Campidano. Le specie forestali spontanee erano state troppo frettolosamente abbandonate dopo i primi insuccessi verificatisi nei primi decenni del secolo e poi

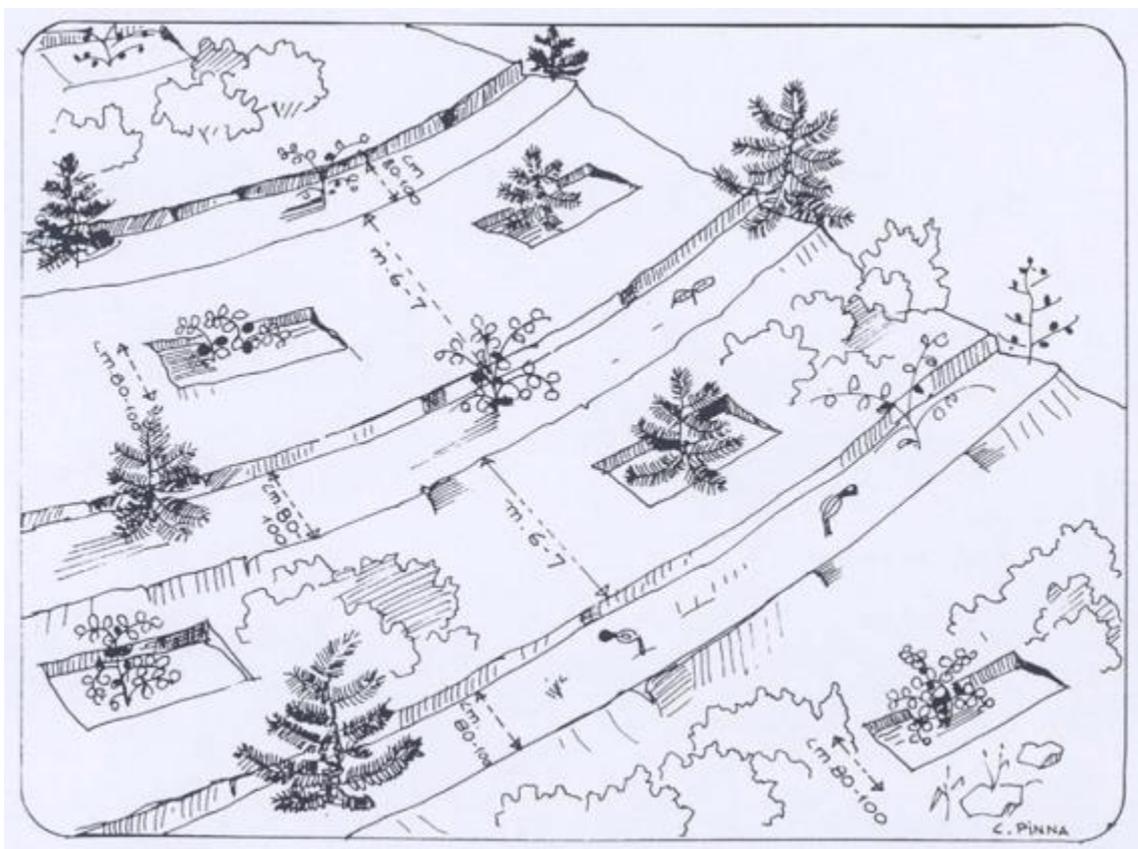
scarsamente impiegate fino all'avvento generalizzato della meccanizzazione, nei lavori di preparazione del suolo. L'impiego di latifoglie indigene, soprattutto di leccio e sughera, ha dato risultati più che positivi nelle stazioni non eccessivamente degradate, su terreno lavorato profondamente sia in maniera andante che localizzata. Attualmente sono tra le specie più impiegate, miste spesso a specie preparatorie quali pino marittimo, pino d'Aleppo e cedro atlantico. Queste ultime si sono rivelate spesso utili perché, di più rapido accrescimento iniziale, offrono un opportuno ombreggiamento alle specie sciafile come il leccio. Fin dai primi anni Settanta, tramite il considerevole contributo finanziario pubblico (75% di contributo a fondo perduto ed il restante 25% quale mutuo ventennale al tasso ridottissimo del 2,5%), privati ed Enti (comuni, comunità montane, etc.) hanno potuto impiantare estese superfici con specie considerate a rapido accrescimento. La specie di gran lunga più impiegata, in questo tipo di colture arboree con scopi esclusivamente produttivi, è il pino insigne (*Pinus radiata*). Questa specie ha dato risultati diversificati sia per le differenti condizioni ambientali nei luoghi d'impianto sia per i danni provocati da alcuni parassiti (funghi, insetti), ma è soprattutto l'incendio che ha ridotto in maniera considerevole questo tipo di boschi, spesso con perdita totale del prodotto. Nelle tabelle vengono sinteticamente illustrate sia le specie forestali autoctone od esotiche di più comune impiego nei rimboschimenti, che quelle specie minori le quali, difficilmente utilizzabili in modo massivo, possono essere impiegate a corredo delle altre, determinando così una condizione di maggiore naturalezza del nuovo impianto.

SPECIE	TIPO DI SUBSTRATO	TEMPERAMENTO	QUOTE S.L.M. (metri)	LAVORAZIONE TERRENO	IMPIANTO	CURE CULTURALI	CONSOCIAZIONE	Diffusione nei rimboschimenti
SUGHERA (<i>Quercus suber</i>)	tutti, esclusi generalmente quelli calcarei	termofila, eliofila, accrescimento lento	0 - 900	lavorazione profonda andante; a strisce a gradoni; a trincee	semina: 2 q.li/Ha; piantine con pane di terra 1200-1400/Ha nella piantagione	sempre necessarie sarchiature e ripuliture. Se il portamento è prostrato è necessaria la successione a 4-5 anni.	pini mediterranei e leccio	abbastanza impiegata
LECCIO (<i>Quercus ilex</i>)	tutti	termofilo, mesofilo, sciafili in età giovanile; accrescimento lento in gioventù	0 - 1300	lavorazione profonda andante o localizzata; da escludere le buche eseguite a mano	semina: 2 q.li/Ha; piantine di anni 1 con pane di terra 1.000-1.600/Ha nella piantagione	necessarie sarchiature e ripuliture da erbe e cespugli nei primi 2-3 anni	sughera, roverella, pini mediterranei e specie minori	abbastanza impiegato
ROVERELLA (<i>Q. pubescens</i> e <i>Q. congesta</i>)	tutti ma con preferenza per quelli silicei	mesofila; eliofila accrescimento lento nei primi anni	0 - 1500	lavorazione profonda andante o localizzata	semina: 3 q.li/Ha; piantagione: 1.200-1.600 piantine/Ha di 1-2 anni con pane di terra	necessarie sarchiature e ripuliture da erbe e cespugli nei primi anni	sughera, leccio, pini, cedri e specie minori	scarsamente impiegata
PINO DOMESTICO (<i>Pinus pinea</i>)	tutti ad esclusione dei troppo calcarei	eliofilo, termofilo; moderatamente xerofilo; di rapido accrescimento	0 - 900	lavorazione superficiale sulle sabbie litoranee; mediamente profonda negli altri terreni	semina a spaglio: 70-90 Kg/Ha (sabbie litoranee); per file o per strisce 15-40 Kg/Ha. Piantazione con postime di 1 anno a radice nuda o con pane di terra (1.000-2.000 piantine/Ha)	sarchiature, diserbi e sfollamenti nelle semine	altri pini mediterranei; leccio e sughera	molto impiegato lungo le zone litoranee
PINO D'ALEPPO (<i>Pinus halepensis</i>)	tutti	termofilo; xerofilo; eliofilo; poco esigente nei confronti del suolo; di rapido accrescimento	0 - 700	superficiale o mediamente profonda	semina o piantazione con postime a radice nuda o in pane di terra di 1 anno.	sfollamenti nelle semine	altri pini mediterranei; leccio e sughera	molto impiegato
PINO MARITTIMO (<i>Pinus pinaster</i>)	tutti	termofilo; xerofilo; eliofilo; molto fragile; colonizzatore e specie preparatoria; di rapido accrescimento	0 - 1.000	superficiale o poco profonda nei terreni sabbiosi; profonda negli altri	semina o piantazione con postime a radice nuda o in pane di terra. Meglio utilizzare semi di provenienza sarda (M. Pino; M. Limbara)	sfollamenti, sarchiature e diserbi	altri pini mediterranei; leccio e sughera	molto impiegato
CASTAGNO (<i>Castanea sativa</i>)	preferenza per quelli di natura silicea, freschi e profondi	mesofilo; semisciafili; di rapido accrescimento	600 - 1.200	possibilmente andante, ma anche localizzata, sempre profonda	semina o piantazione con postime a radice nuda di 2 anni; 200 piante/Ha per i castagneti da frutto; 1.000 - 1.600 se da legno	concimazione, risarcimenti, potatura di allevamento	leccio, roverella pino laricio, cedro atlantico	scarsamente impiegato

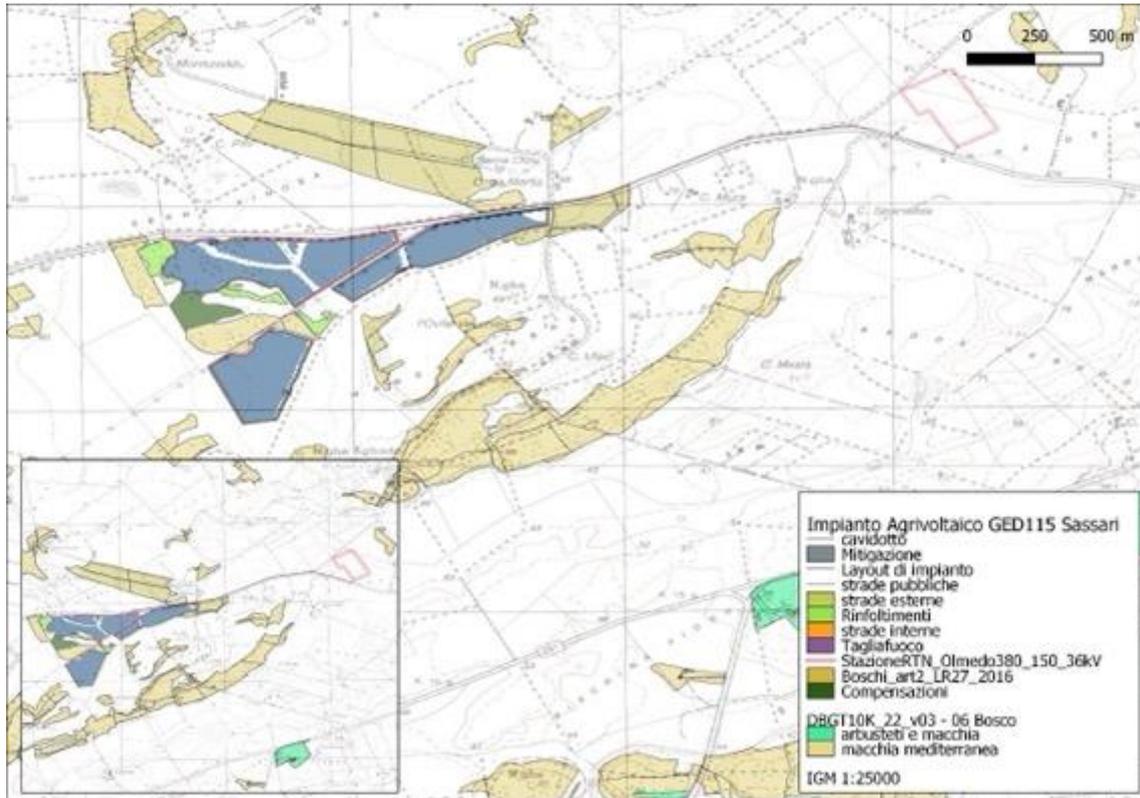
56 – Elenco delle principali specie autoctone adoperate per i rimboschimenti in Sardegna

NOCE <i>Juglans regia</i>	tutti	eliofilo, mesofilo	300 - 400	localizzata profonda	piantazione con postime a radice nuda	sarchiatura, potatura di allevamento	castagno, ciliegio, roverella	impiegato lungo corsi d'acqua	
CILIEGIO <i>Prunus avium</i>	tutti	eliofilo, mesofilo, frugale	0 - 1000	preferibilmente andante e profonda	piantazione a radice nuda o con pane di terra	risarcimenti, sarchiature, potature di allevamento	castagno, roverella, cedro	poco impiegato	
BAGOLARO <i>Celtis australis</i>	tutti	eliofilo, termofilo	0 - 900	localizzata profonda	semina o piantazione anche a radice nuda	come per le specie con le quali è consociato	leccio, roverella, pini, cedri	scarsamente impiegato	
ONTANO NERO <i>Alnus glutinosa</i>	tutti	eliofilo, igrofilo	0 - 1600	a buche lungo i corsi d'acqua	per semina o piantazione con talee o piantine		pioppi, frassino ossifilo, ornaiello	scarsamente impiegato	
CARPINO NERO <i>Ostrya carp.</i>	1 predilige quelli calcarei	eliofilo, mesofilo	700 - 1000	localizzata profonda	piantazione come pane di terra	sarchiature e diserbi nei primi anni	leccio, roverella, castagno	scarsamente impiegato	
ACERO MINORE <i>Acer monsp.</i>	2 tutti	eliofilo, mesofilo, frugale	0 - 1200	secondo la consociazione	piantazione o semina	come per le specie con le quali è consociato	secondo la stazione	scarsamente impiegato	
CEDRO LICIO <i>Juniperus phoen.</i>	3 tutti	eliofilo, xerofilo, di lentissimo accrescimento	0 - 900	superficiale nei litorali, localizzata altrove	piantazione o semina		a corredo delle altre specie	raramente utilizzato	
APPEGGI <i>J. oxycedrus</i>	4 tutti	come sopra	0 - 1600	come sopra	come sopra		come sopra		
TASSO <i>Taxus baccata</i>	tutti	mesofilo, eliofilo, di lento accrescimento	800 - 1500	localizzata, profonda	piantazione con postime in pane di terra	risarcimenti e sarchiature	agrifoglio, roverella	raramente impiegato	
AGRIFOGLIO <i>Ilex aquifolium</i>	tutti	mesofilo, eliofilo	700 - 1500	come sopra	come sopra	come sopra	roverella, tasso, leccio	come sopra	
PIOPPO NERO <i>Populus nigra</i>	tutti purché freschi	eliofilo, moderatamente termofilo, igrofilo	0 - 1000	andante o localizzata, profonda	piantazione con talee radicate	sarchiature e potature di allevamento	generalmente in monocoltura	impiegato in colture fuori for.	
PIOPPO BIANCO <i>Populus alba</i>	tutti purché freschi	eliofilo, igrofilo	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	
NOCCIOLO <i>Corylus avellana</i>	tutti	mesofilo, moderatamente eliofilo	600 - 1000	localizzata, profonda	per seme o per talee radicate	potature e ceduzione	generalmente in monocoltura	impiegato per prod. di frutti	
QUERCIA SPIN. <i>Quercus coccifera</i>	calcarei	eliofila, termoxerofila	0 - 500	superficiale sulle dune costiere	semina o piantazione con pane di terra		misto ad altre specie della macchia		
ORNIELLO <i>Fraxinus ornus</i>	tutti	eliofilo, moderatamente termofilo	400 - 1000	secondo la consociazione	semina o piantazione a radice nuda	come per le specie con le quali è consociato	a corredo di altre specie	abbastanza impiegato	
1 <i>Ostrya carpinifolia</i> 2 <i>Acer monspessulanum</i> 3 <i>Juniperus phoenicea</i>					4 <i>Juniperus oxycedrus</i>				

57 – Elenco delle specie autoctone minori adoperate per i rimboschimenti in Sardegna



58 – Schema di un nuovo impianto boschivo delle specie autoctone minori adoperate per i rimboschimenti in Sardegna



59 – Ipotesi di compensazione con realizzazione di un'area boschiva

		Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
ROMBOSCHIMENTO		Ripulitura totale di terreno infestato da cespugliame, mediante tagli eseguiti con mezzi manuali o, al massimo, con ausilio di decespugliatore meccanico a spalla, compreso l'allontanamento e/o bruciatura del materiale di risulta. In terreno mediamente infestato	ha	2,63	1.150,00	€/ha	3.024,50 €
		Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro onere. Superficie effettivamente lavorata. Terreno sciolto – medio impasto	ha	2,63	590,00	€/ha	1.551,70 €
		Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	2,63	1.170,00	€/ha	3.077,10 €
		Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	2,63	280,00	€/ha	736,40 €
		Squadatura e picchettatura: esecuzione della squadatura dell'appezzamento, con l'ausilio di strumenti ottici, compresi picchettatura e ogni altro onere	ha	2,63	850,00	€/ha	2.235,50 €
		Apertura di buche con trivella meccanica in terreno di qualsiasi natura e consistenza, compreso il successivo rinterro delle buche stesse: diametro 0,3-0,4 profondità 40 cm	cad	2630	1,90	€	4.997,00 €
		Fornitura e piantumazione di essenze forestali in alveolo in pane di terra, collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); prima irrigazione (15 l/pianta).	cad	2630	5,67	€	14.912,10 €
		Messa a dimora manuale di piantine in terreno lavorato preparato per accogliere piantine forestali, il rinterro e ogni altro onere	cad	2630	1,75	€	4.602,50 €
		Fornitura e posa in opera di nontessuto Naturvip J1000, costituito da fibre biodegradabili di juta compattate meccanicamente mediante agugliatura, senza impiego di collanti, appretti, cuciture o filamenti in materia plastica.	cad	2630	2,00	€	5.260,00 €
	Fornitura e posa in opera di shelter biodegradabile al 100%, protegge le piante da attacchi di animali selvatici, anti-erbicida, anti-colpo di calore e anti-lacerazione; biologico e derivato da materie prime naturali. Diametro 7 cm h. fino a 80 cm	cad	2630	1,50	€	3.945,00 €	
							44.341,80 €

60 – stima costi di impianto opere di compensazione boschive

18. AREE DI RINFOLTIMENTO

Tutte le specie arboree di altezza superiore ai 150 cm presenti all'interno dell'area recintata e più specificatamente entro le zone ove verranno inseriti i moduli fotovoltaici, verranno estirpate e ricollocate in sito, in zone definite "Aree di Rinfoltimento" ai fini di preservare gli elementi arborei stessi e minimizzare l'impatto delle opere in oggetto. Tali aree sono zone che, benché identificate a livello cartografico come aree boscate, risultano prive di una copertura arborea rilevante.

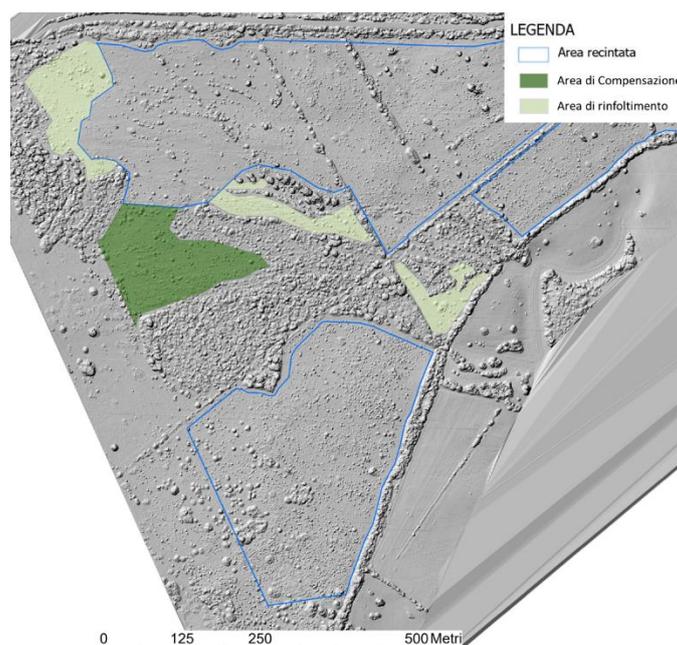
In via preliminare, tali aree sono identificate analizzando l'area di intervento tramite i dati acquisiti con il rilievo Lidar con drone eseguito in data 13/11/2023. Sono stati analizzati in particolare i seguenti elementi:

- le ortofoto;
- il dato DSM (Digital Surface Model);
- i dati altimetrici.

Nella Figura 61 seguente si riporta la perimetrazione di tali aree sul rilievo ombreggiato (hillshade) elaborato dal rilievo LIDAR eseguito in sito. Si apprezzi come da tale elemento siano facilmente identificabili gli elementi arborei e come le zone identificate, benché indicate come aree boscate da cartografia PPR/PUC, risultano prive di una copertura arborea rilevante. Le "Aree di Rinfoltimento" così identificate hanno una estensione pari a circa 3,06 ha. Si rimanda alla Tavola PRO_TAV_22a per prendere visione del rilievo ombreggiato (hillshade) di tutte le aree nella disponibilità del proponente.

Gli esemplari arborei presenti all'interno dell'area recintata in progetto non saranno rimossi definitivamente, ma verranno ricollocati nelle "Aree di Rinfoltimento", zone nella disponibilità del proponente con medesime caratteristiche pedologiche.

La ripiantumazione in sito avverrà secondo i criteri delle buone pratiche agronomiche, avendo cura di potare nel periodo idoneo le essenze interessate, le quali verranno estirpate nel periodo meno intenso dal punto di vista vegetativo e ricollocate nell'arco della stessa giornata.



61 - Identificazione delle "Aree di Rinfoltimento" e delle "Aree di Compensazione" (in grigio hillshade del DSM derivante dal rilievo LIDAR eseguito in sito)

19. ZONE DI MITIGAZIONE PERIMETRALE

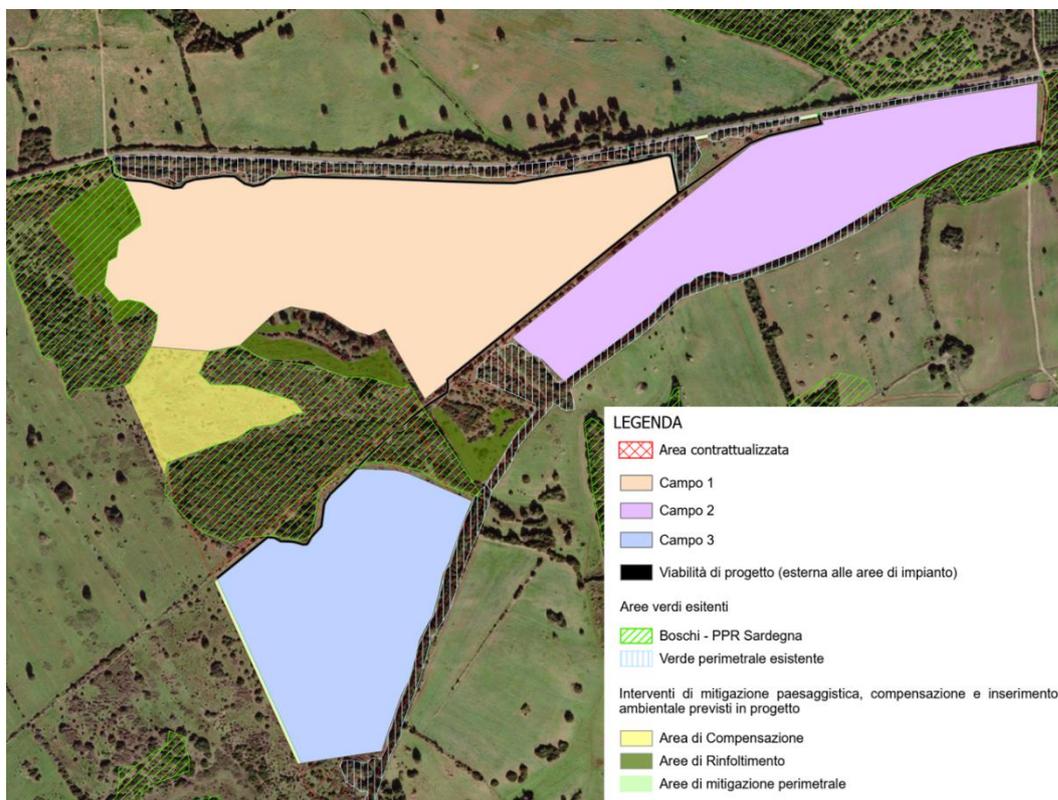
A seguito di rilievo e sopralluogo in sito è stata riscontrata la presenza, già allo stato attuale, di una fascia arborea continua che di fatto perimetra ed isola le aree di progetto dal territorio circostante. Si veda la seguente Figura 62 e la Tavola PRO_TAV_28.

Pertanto, la maggior parte del progetto risulta già perfettamente inserita nel contesto paesaggistico esistente che, naturalmente, verrà preservato. L'unica porzione delle aree di impianto che risulta priva allo stato attuale di una siepe perimetrale continua è la sola porzione occidentale del Campo 3.

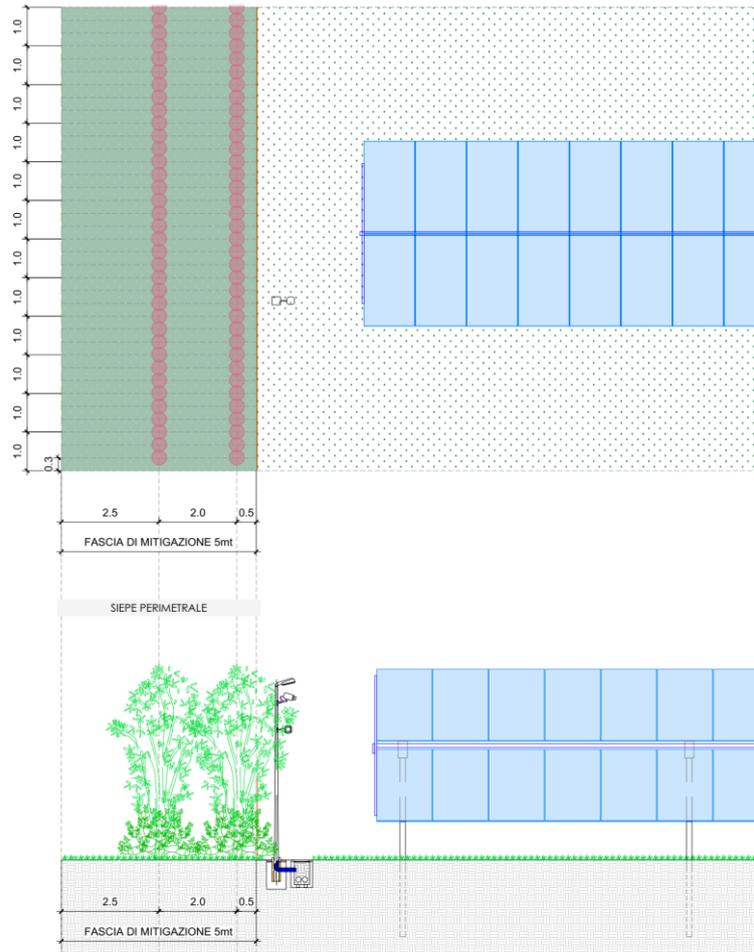
In tale zona è stato previsto di realizzare un intervento a verde di mitigazione perimetrale tramite la posa in opera di due file di arbusti autoctoni, di cui la prima a ridosso della recinzione (a circa 50 cm) e la seconda a circa 2 m di distanza. È prevista la piantumazione di 3 piante per ml. Considerando che i metri lineari totali sono pari a circa 317 ne deriva che è previsto l'impianto di circa 1905 arbusti. Le piante collocate in opera saranno di 2 anni, di altezza pari 0,60-0,80 m.

In Figura 63 si riporta un prospetto in pianta ed in sezione della fascia di mitigazione perimetrale, per dettagli si rimanda alla Tavola PRO_TAV_29 "tipico siepe perimetrale".

Si sottolinea, comunque, che è stata prevista un'ulteriore piantumazione di circa 45 metri di siepe perimetrale anche in corrispondenza degli unici due tratti del confine nord ove la vegetazione attuale non risulta sufficientemente sviluppata da schermare l'impianto (si veda PRO_TAV_29 e successiva Figura 62).

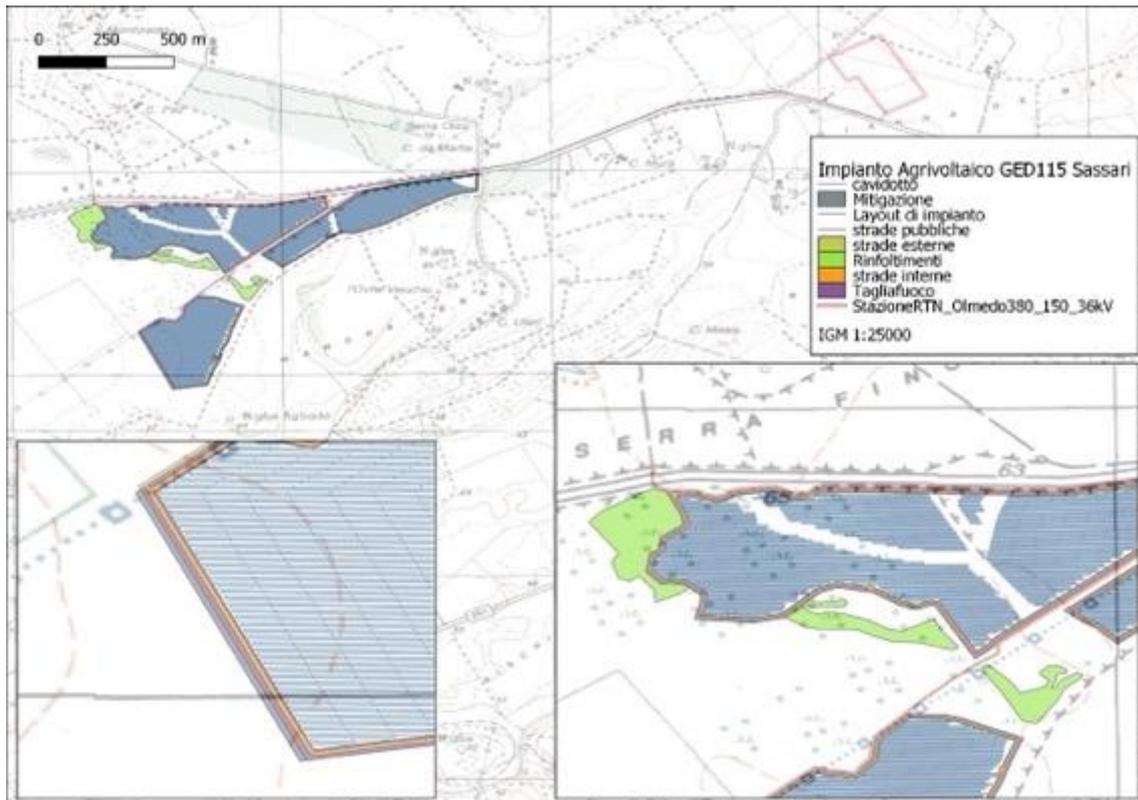


62 – Verde esistente ed in progetto (estratto di PRO_TAV_28)



63 – Prospetto in pianta ed in sezione della fascia di mitigazione perimetrale (estratto di PRO_TAV_29)

La vegetazione inerente alla mitigazione verrà predisposta, mediante ausilio di arbusti di natura squisitamente autoctona (quali *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Pyrus amygdaliformis*, ecc...) in una zona corrispondente alla parte sud-ovest del futuro impianto (così come riportato nelle planimetrie di progetto). Inoltre, tutta la vegetazione esistente, rientrando nelle zone ove verranno inseriti i moduli fotovoltaici, verrà estirpata e ricollocata in sito, in zone definite “aree di rinfoltimento”. La ripiantumazione in sito avverrà secondo i criteri delle buone pratiche agronomiche, avendo cura di potare nel periodo idoneo le essenze interessate, le quali verranno estirpate nel periodo meno intenso dal punto di vista vegetativo e ricollocate nell'arco della stessa giornata.



76 – Rinfoltimenti e fascia di vegetazione perimetrale

Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arbustive. Compilate le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze. Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate, in zolla; saranno collocate tre piante ogni m. Ogni pianta sarà corredata di un opportuno paletto per aiutare la stessa nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il

terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmataura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo. Le piante che verranno impiegate per la realizzazione della zona di mitigazione saranno tutte piante appartenenti alla macchia mediterranea, sempreverdi, altamente resistenti agli stress biotici ed abiotici, alle condizioni pedoclimatiche del sito, ecc.

	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
MITIGAZIONE PERIMETRALE	Ripulitura totale di terreno infestato da cespugliame, mediante tagli eseguiti con mezzi manuali o, al massimo, con ausilio di decespugliatore meccanico a spalla, compreso l'allontanamento e/o bruciatura del materiale di risulta. In terreno mediamente infestato	ha	0,15	1.150,00	€/ha	172,50 €
	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro onere. Superficie effettivamente lavorata. Terreno sciolto – medio impasto	ha	0,15	590,00	€/ha	88,50 €
	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	0,15	1.170,00	€/ha	175,50 €
	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	0,15	280,00	€/ha	42,00 €
	Fornitura e piantagione di essenze arboree o arbustive, in vasetto o alveolo, compresa l'apertura di buca 40 x 40 cm; collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); prima irrigazione (20 l/pianta); compreso oneri per picchettamento e allineamento. Piante autoradicate di 2 anni, h: 1,30-1,50 m	cad	2172	6,79	cad	14.747,88 €
						15.226,38 €

77 – Stima costi di impianto fascia di mitigazione

20. IL PROGETTO E LE LINEE MITE

In relazione alle norme relative agli impianti agrivoltaici, regolamentati dalle linee guida del MITE (oggi MASE), e richiamate nelle recenti norme CEI 82.93 e UNI PdR 148/2023, si fa presente che il presente impianto, per la configurazione dei moduli scelta, rientra nella definizione di “agrivoltaico avanzato” in quanto in considerazione dell’altezza dei moduli dal piano di campagna, la superficie che si proietta sotto risulta coltivabile e, pertanto, tutte le aree recintate risulteranno coltivate come se fosse un “pieno campo”.

Tale impianto, quindi, rispecchierà i requisiti sopra richiamati e, in particolare, il Requisito A, B, C, D e E.

REQUISITO A: l’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico”

Requisito A.1): Superficie minima coltivata deve essere almeno il 70 % della superficie totale di un sistema Agrivoltaico - Sagricola $\geq 0,70$ Stot

Requisito A.2): La percentuale complessiva coperta dai moduli fotovoltaici (LAOR) deve essere inferiore o uguale al 40% (LAOR $\leq 40\%$)

LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell’impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot).

Superficie totale di ingombro dell’impianto agrivoltaico (Spv): somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l’impianto (superficie attiva compresa la cornice).

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell’impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli.

Requisito B.1): Occorre garantire la continuità dell’attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell’intervento. Per verificare questo requisito sarà necessario dotarsi di un sistema di monitoraggio secondo le linee guida del CREA-GSE. Tuttavia, le linee guida iniziano ad individuare due aspetti di attenzione: il valore della produzione agricola in €/ha o €/unità di bestiame adulto e il mantenimento dell’indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

Requisito B.2): In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest’ultima. ($F_{agri} \geq 0,6 \cdot F_{standard}$).

REQUISITO C): L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;

REQUISITI D: i sistemi di monitoraggio

Il sistema agrivoltaico deve essere dotato di un sistema di monitoraggio che consente di verificarne le prestazioni:

Requisito D.1) il risparmio idrico;

Requisito D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

REQUISITO E: Al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

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

VERIFICA DEI PARAMETRI

A.1) Superficie minima per l'attività agricola

Stot = 39,77 ha

70 % Stot = 27,84 ha

- Area destinata alla produzione agricola (area di progetto al netto dell'area occupata dalla viabilità interna e dai locali tecnici):

Sagricola = 37,52 ha (pari al 94,34%)

Sagricola \geq 0,7 · Stotale

[Il parametro risulta verificato]

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

Spv = 14,08 ha - Stot = 39,77 ha

Spv / Stot = 35,4 %

LAOR < 40%

[Il parametro risulta verificato]

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

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale. In particolare, in merito alla verifica del presente requisito, che si riferisce alla continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, si specifica quanto segue. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva (considerata anche la trascuratezza nel mantenimento degli elementi vegetali naturali). Il tessuto originario ha storicamente fatto riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata sia alla coltivazione estensiva a indirizzo cerealicolo o all'incoltito. Una tale gestione colturale ha impoverito il terreno e, conseguentemente, anche la resa media per ettaro. I nuovi investimenti rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agroproduttiva, in particolare quella zootecnica, che oltre ad assicurare una redditività potenziale, di fatto, rappresentano un modo per migliorare le condizioni di campagna e garantire continuità nel

settore di riferimento con l'inserimento di capi ovini. In tal senso anche considerando i massimi ricavi di un'agricoltura vocata alla cerealicoltura classica, raggiungiamo e superiamo i redditi tradizionali e, pertanto, il requisito risulta verificato.

[Il parametro risulta verificato]

B.2) Producibilità elettrica minima

$FV_{agri} = 1,4105$ [MWh/ha/anno] - $FV_{standard} = 1,2838$ MWh/ha/anno]

$0,6 \cdot FV_{standard} = 0,7703$

$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$

[Il parametro risulta verificato]

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

L'altezza minima dal suolo raggiunta dai moduli fissi risulta superiore a 1,3 m. In questo caso si parla di impianti in cui l'altezza minima è studiata in maniera tale da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo e una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la gestione colturale (nel nostro caso con l'applicazione della zootecnia).

[Il parametro risulta verificato]

D.1) Il risparmio idrico

Il piano delle opere verde e della coltivazione agricola in tutte le aree di impianto compresa la piccola parte interessata alla mitigazione perimetrale, prevedrà l'impiego di colture in asciutto (prato polifita), senza l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale.

[Il parametro risulta verificato]

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Al fine di soddisfare il requisito per l'impianto è previsto un sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio. Nella fattispecie, in ogni fase del progetto, dall'ante-operam alla fase di esercizio, sarà previsto un piano di monitoraggio delle singole componenti ambientali (acqua, suolo e sottosuolo, aria, rumore, vegetazione, fauna e paesaggio). Tutto ciò consentirà di verificare l'applicazione del modello agronomico/zootecnico proposto in fase di progettazione definitiva. Il modello rimarrà pressoché lo stesso ma potrà essere implementato e/o migliorato con taluni accorgimenti sulla base delle verifiche legate al monitoraggio ambientale. Le opere di progetto saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo

di realizzare un sistema agricolo/zootecnico “integrato” e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l’impiego di nuove tecnologie, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all’efficienza e al rispetto dell’ambiente. L’impianto agrivoltaico verrà gestito esattamente come una “moderna” azienda agricola di indirizzo zootecnico e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto.

[Il parametro risulta verificato]

REQUISITO E)

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

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

E.1) in relazione al monitoraggio del recupero della fertilità del suolo, il protocollo che si intende seguire prevede analisi del terreno ogni 3-5 anni per identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi, quali : scheletro, tessitura, carbonio organico, pH del suolo, calcare totale e calcare attivo, conducibilità elettrica, 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.

E.2) in merito al monitoraggio del microclima lo si potrà gestire eventualmente con l’installazione di sensori di umidità e pioggia che permettono di registrare e ottenere numerosi dati relativi al stato di salute del prato polifita (ad esempio la bagnatura fogliare) e all’ambiente circostante (valori di umidità dell’aria, temperatura, velocità del vento, radiazione solare). I risultati dei monitoraggi verranno appuntati nel relativo quaderno di campagna e, successivamente, opportunamente rendicontati.

E.3) La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici sarà realizzata in condizioni tali da non pregiudicare l’erogazione dei servizi e/o le attività eventualmente impattate in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32, sarà prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione a possibili alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell’Unione Europea. Pertanto, nella fase di progettazione esecutiva sarà prodotta una relazione recante l’analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;

[Il parametro risulta verificato]

21. VALUTAZIONI FINALI

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta e/o incrementata la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture. Le superfici opzionate per il progetto si presentano, ad oggi, utilizzate esclusivamente per seminativi o incolti, ma con pochi accorgimenti ed una corretta gestione del suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive con l'inserimento di un'attività di tipo zootecnico per l'allevamento di ovini. L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico porterà ad una piena utilizzazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari sia perché tutte le lavorazioni proposte consentiranno di mantenere e/o incrementare le capacità produttive del substrato di coltivazione e offriranno un prodotto naturale per l'alimentazione dei capi in allevamento. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Palermo, 24.3.2024



Arcadis Italia S.r.l.

via Monte Rosa, 93
20149 Milano (MI)
Italia
+39 02 00624665

<https://www.arcadis.com/it/italy/>

