

UPV S.r.l.

AREZZO (AR), VIA CRISPI 54 – CAP 52100,
P.IVA 02468910514
REA AR - 218024
upvsrl@pec.it

R06

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA 34.769 KWp LOCALITÀ VILLAMUSCAS COMUNE DI UTA

Relazione agronomica e opere di mitigazione

PROGETTAZIONE

Ing. Luca Demontis (coordinamento)

Ing. Sandro Catta (coordinamento)

Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)

Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)

Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica)

Agronomo lunor Dott. Francesco MATTA (consulenza agronomica)

Archeol. Maria Luisa SANNA (consulenza archeologica)

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	BREVI CENNI TECNICI E NORMATIVI SULL'AGROVOLTAICO	4
3.	INQUADRAMENTO DELL'AREA	5
3.1.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA	5
3.2.	INQUADRAMENTO CATASTALE DELL'AREA.....	7
3.3.	INQUADRAMENTO	9
3.4.	CLIMATICO.....	9
3.4.1.	TEMPERATURE.....	9
3.4.2.	ANDAMENTO PLUVIOMETRICO.....	10
3.4.3.	IL BIOCLIMA E FITOCLIMA DELL'AREA.....	10
3.5.	INQUADRAMENTO PEDOLOGICO DELL'AREA	12
3.5.1.	LA CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO LE CLASSI DI CAPACITA' D'USO.....	12
3.5.2.	LA CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO LE CLASSI DELLA SUSCETTIVITA' D'USO	15
3.5.3.	IDONEITA' DEL SUOLO	16
3.5.4.	MONITORAGGIO PEDOLOGICO	20
4.	SITUAZIONE ATTUALE DEI TERRENI	22
5.	PIANO DI COLTIVAZIONE.....	27
5.1.	MIGLIORAMENTO DEL TERRENO	27
5.2.	COLTIVAZIONE DELLE FORAGGERE.....	28
6.	VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	30
7.	OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE	33
8.	TECNICA DI COLTIVAZIONE	40
8.1.	LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN COLTURA.....	40
8.2.	COPERTURA VEGETALE DEL TERRENO.....	41
8.3.	COLTIVAZIONE DELLE FORAGGERE.....	42
8.4.	TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA	46
9.	OMBREGGIAMENTO.....	50
10.	CONCLUSIONI	51
11.	INDICE TABELLE.....	52
12.	INDICE FIGURE	52

1. PREMESSA

Il sottoscritto Agronomo Lunor Dott. Francesco Matta, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Cagliari col n. 551 ha ricevuto l'incarico dalla Società UPV S.R.L. per redare la presente relazione tecnica con lo scopo di illustrare ed analizzare dal punto di vista agronomico il progetto denominato "Impianto agrovoltaico Uta" presentato dalla medesima società, per la realizzazione e gestione di un nuovo impianto agrovoltaico di potenza pari a circa 34,769 MWp, da realizzarsi nel Comune di Uta (CA), in località "Villamuscas" in un'area agricola che risulta idonea per l'installazione di impianti fotovoltaici secondo l'art.20 comma 8 lettera c-quater del D.lgs. 199/2021.

L'elaborato tecnico si articolerà in diverse parti.

Una prima parte, che possiamo definire introduttiva, sarà utile ad inquadrare dal punto di vista catastale e meteorologico l'area oggetto dell'intervento.

Successivamente si passerà ad inquadrare dal punto di vista pedologico il terreno. Questa parte sarà propedeutica alla successiva dove verrà proposto un piano di coltivazione coerente con le risultanze dell'inquadramento pedologico e verrà fatto un confronto tra la situazione attuale dell'area e quella che si propone di realizzare. Verranno inoltre illustrate le opere di mitigazione che si intendono realizzare ed il computo metrico delle opere relative alla parte agricola del progetto.



Figura 1: immagine dell'area oggetto dell'intervento.

2. BREVI CENNI TECNICI E NORMATIVI SULL'AGROVOLTAICO

Il termine agrivoltaico¹ indica un particolare sistema produttivo che coniuga in chiave moderna e tecnologica la produzione agricola e quella elettrica, senza che la prima venga sacrificata a vantaggio della seconda.

Cosa si intende, dal punto di vista normativo, per impianto agrivoltaico è contenuto nella *"Legge 29 luglio 2021 n. 108 che converte in legge, con modificazioni, il decreto-legge del 31 maggio 2021, n. 77 recante governance del Piano nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure"* ovvero con l'aggiunta all'articolo 65 del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, dopo il comma 1 -ter sono inseriti i seguenti:

"1 -quater . Il comma 1 non si applica agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione.

1 -quinqües . L'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1 -quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate".

Sulla scorta del recepimento della direttiva (UE) 2018/2001, cosiddetta RED II, attraverso il decreto legislativo D.lgs. 8/11/2021 n. 199 *"Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"*, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.285 del 30 novembre 2021, e in vigore dal 15 dicembre 2021, a giugno 2022 l'allora Ministero per la Transizione Ecologica (MiTE), le cui competenze sono poi confluite nel Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica (MASE), ha diramato un documento dal titolo *"Linee guida in materia di impianti agrivoltaici"*² con lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.



Figura 2: copertina "Linee Guida".

¹ o agrivoltaico, agrifotovoltaico

² Scaricabile al sito

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impanti_agrivoltaici.pdf

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA

3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'estensione dell'area interessata dalle opere d'impianto è pari a circa 45 ha, ricade interamente in Zona agricola E, sottozona E1.2, come risulta dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Uta (*adottato con D. C. C. n° 17 del 13/02/2007*), ovvero in aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata, ambito di trasformazione di grado "2a". L'art.17 delle NTA del PUC descrive le zone agricole come quelle parti del territorio destinate all' agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno.

Il sito è ubicato in un terreno in zona agricola a sud ovest del centro abitato.

I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine di 39°14'20.02"Ne Longitudine 8°54'53.32"E
- Altezza media di 73 m s.l.m.



Figura 3: Ortofoto dell'area.

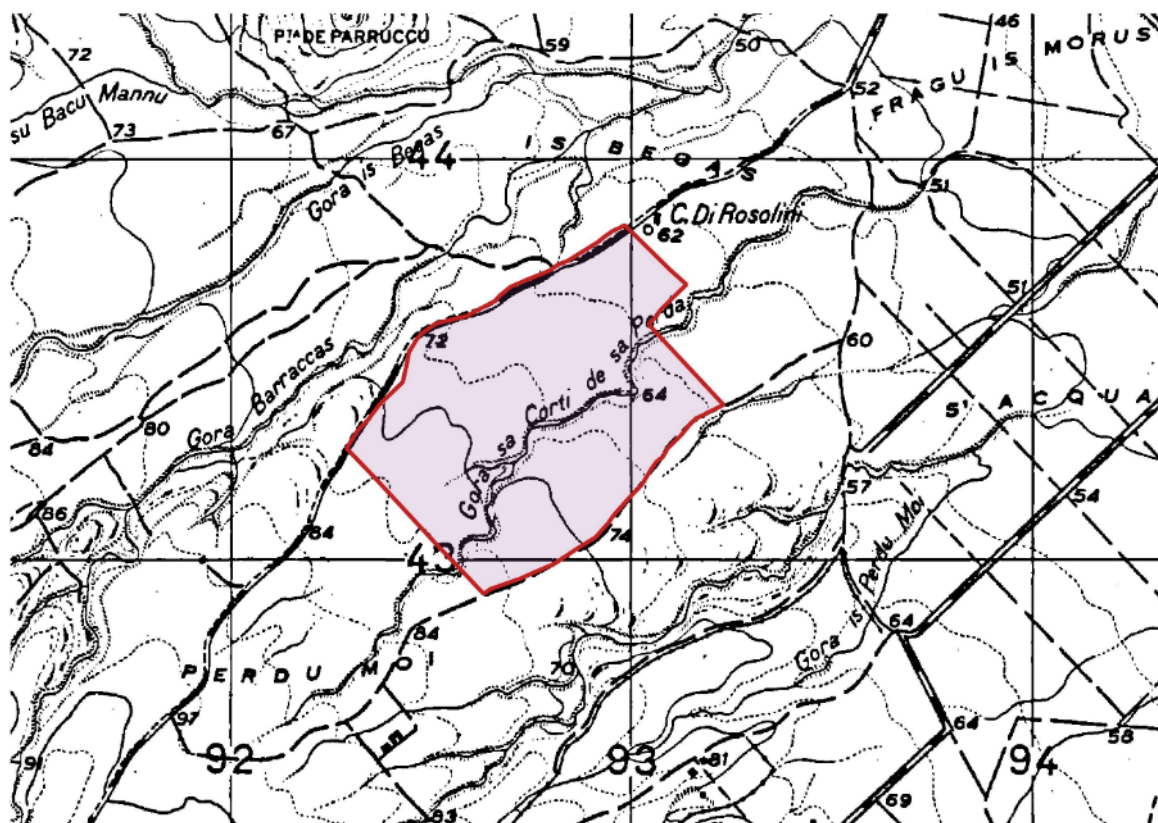


Figura 4: Inquadramento area su IGM.

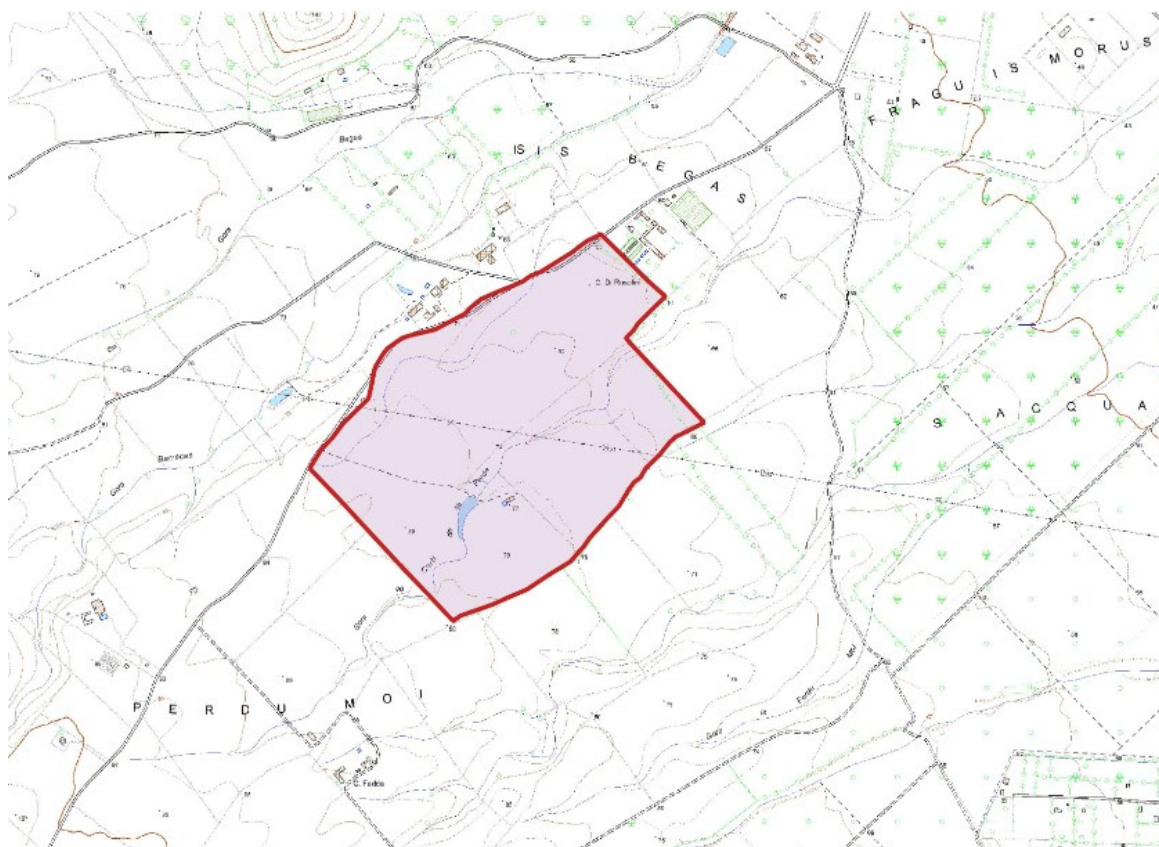


Figura 5: Inquadramento area su CTR.

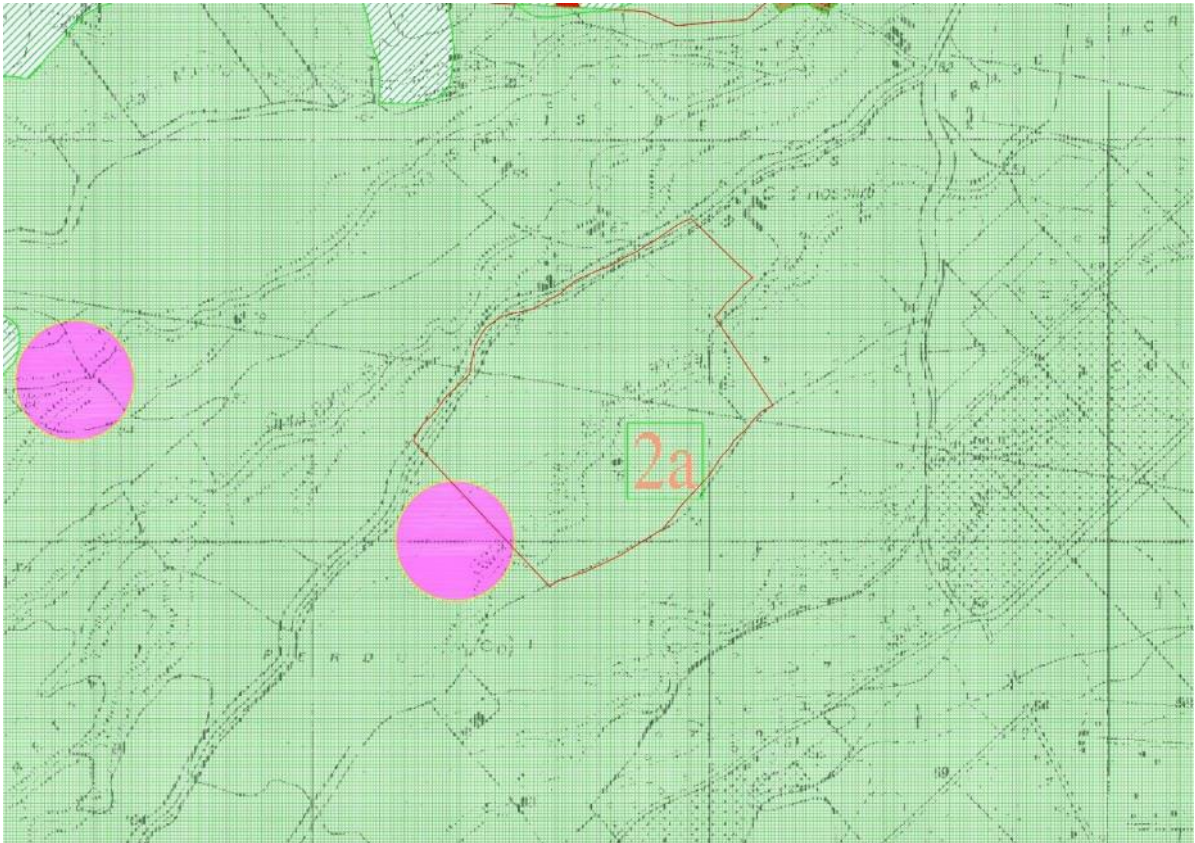


Figura 6: Estratto cartografia PUC Comune di Uta

3.2. INQUADRAMENTO CATASTALE DELL'AREA

Gli estremi catastali dell'area sono i seguenti:

Foglio	mappale	Comune	Qualità	CLASSE	ha	are	ca	Lotto
41	24	Uta	Pascolo	02	04	02	50	A
41	31	Uta	Pascolo/Seminativo	02/03	00	09	05	A
41	32	Uta	Pascolo/Pascolo Cespugliato	02	01	30	30	A
41	33	Uta	Seminativo	03	04	25	50	A
41	34	Uta	Seminativo	03	04	06	00	A
41	35	Uta	Seminativo	03	01	51	20	A
41	36	Uta	Seminativo	03	03	82	10	A
41	37	Uta	Seminativo	03	04	64	40	A
41	38	Uta	Pascolo	02	00	84	40	A
41	39	Uta	Seminativo	03	05	20	20	A
41	40	Uta	Seminativo	03	04	40	00	A
41	41	Uta	Seminativo	03	01	73	60	A
41	91	Uta	Pascolo	02	00	35	70	A
41	147	Uta	Seminativo	03	02	57	80	A
41	154	Uta	Seminativo	03	01	00	10	A
41	156	Uta	Seminativo	03	01	65	55	A
41	158	Uta	Seminativo	03	00	41	75	A
41	160	Uta	Pascolo/Seminativo	02/03	01	52	38	A
41	164	Uta	Pascolo/Seminativo	02/03	00	62	65	A
41	186	Uta	Pascolo/Seminativo	02/03	01	76	27	A

All'interno dell'area oggetto di intervento vi è anche un fabbricato, censito al catasto fabbricati con i seguenti estremi catastali:

41	187	Uta	FABBRICATO	CAT. D/10
----	-----	-----	------------	-----------

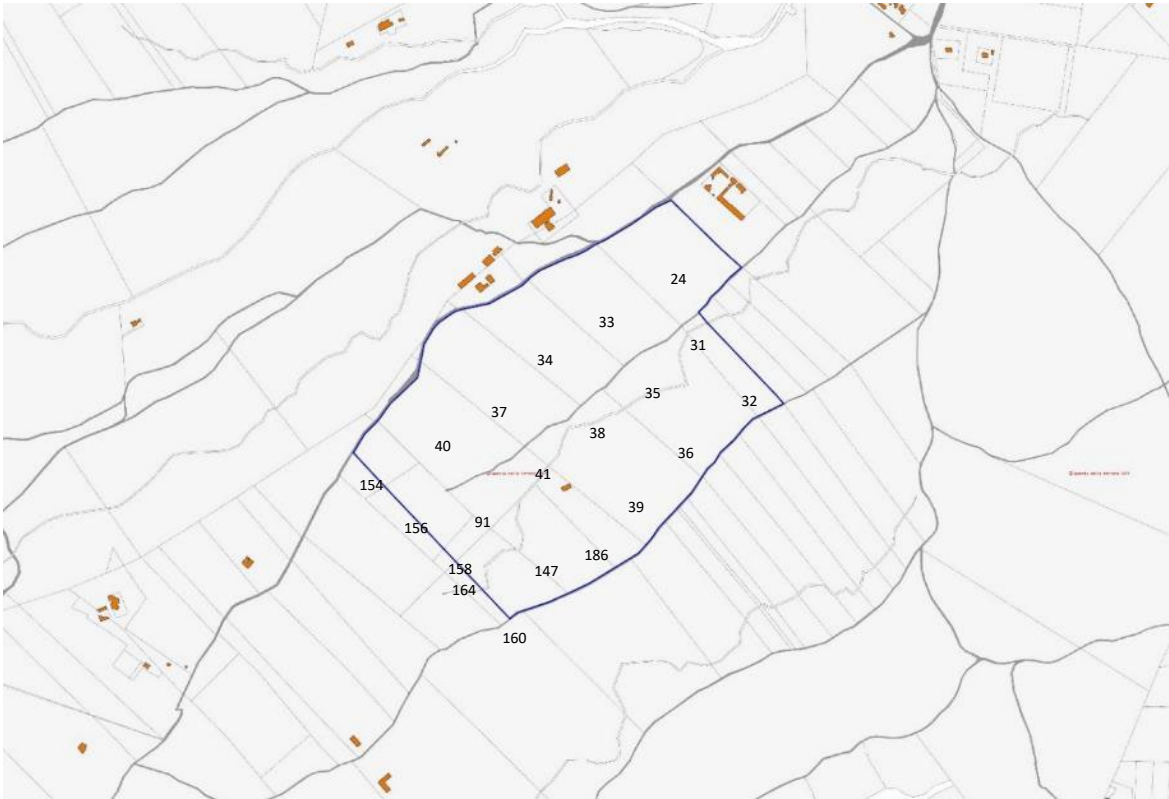


Figura 7: Estratto area di intervento su base catastale.



Figura 8: Planimetria di progetto su ortofoto.

3.3. INQUADRAMENTO CLIMATICO

Il clima della zona descritta nella presente relazione è tipicamente mediterraneo. Ciò significa che i periodi piovosi sono concentrati principalmente nel tardo autunno, parte iniziale dell'inverno ed in primavera. Gli inverni sono caratterizzati da temperature perlopiù miti e le estati sono asciutte e calde.

Dal punto di vista agronomico risulta importante tenere in considerazione anche il fenomeno dell'evapotraspirazione, ovvero la quantità d'acqua che perdono suolo (con l'evaporazione) e piante (con la traspirazione fogliare) come conseguenza dell'andamento termopluviometrico. I valori dell'evapotraspirazione sono così minimi nei mesi invernali e massimi nel periodo estivo. Questo comporta così uno sbilancio netto nel bilancio idrico, con un surplus di acqua nel periodo di maggiore piovosità e un deficit accentuato nel periodo caldo. Analizziamo ora i principali parametri climatici medi della zona.

I dati sotto riportati sono parte delle elaborazioni svolte dall'ARPAS – Dipartimento Meteorologico che attraverso una vasta rete di stazioni meteo sparse in tutto il territorio regionale misura costantemente l'andamento delle grandezze meteorologiche. La stazione meteo della rete ARPAS più vicina alla zona interessata dall'intervento con un periodo di analisi dati sufficientemente lungo è quella di *Decimomannu* (arco temporale di trent'anni). In epoca più recente sono entrate nella rete altre due stazioni meteo più vicine all'area di nostro interesse, quella di *Genna is Abis (Diga Cixerri)* e *Macchiareddu*, ma i dati disponibili non sono di periodi sufficientemente lunghi per fornire un'analisi delle grandezze meteo attendibile.

3.3.1. Temperature

I dati riportati nel grafico sottostante riportano l'andamento delle temperature nel trentennio che va dal 1981 al 2010 rilevati dalla stazione meteo di Decimomannu. Come si può facilmente notare, il periodo più caldo è quello che va da luglio ad agosto, con temperature che superano abbondantemente i 30 °C nelle ore più calde della giornata. Viceversa, il periodo più freddo è quello tra dicembre e gennaio. È importante far notare che il grafico riporta una media delle temperature, sia per le massime che per le minime (i così detti "valori normali climatici standard WMO") il che non esclude nel caso delle temperature minime il verificarsi di episodi di gelate notturne che possono risultare molto dannose per i vegetali in funzione della fase fenologica nella quale si trovano.

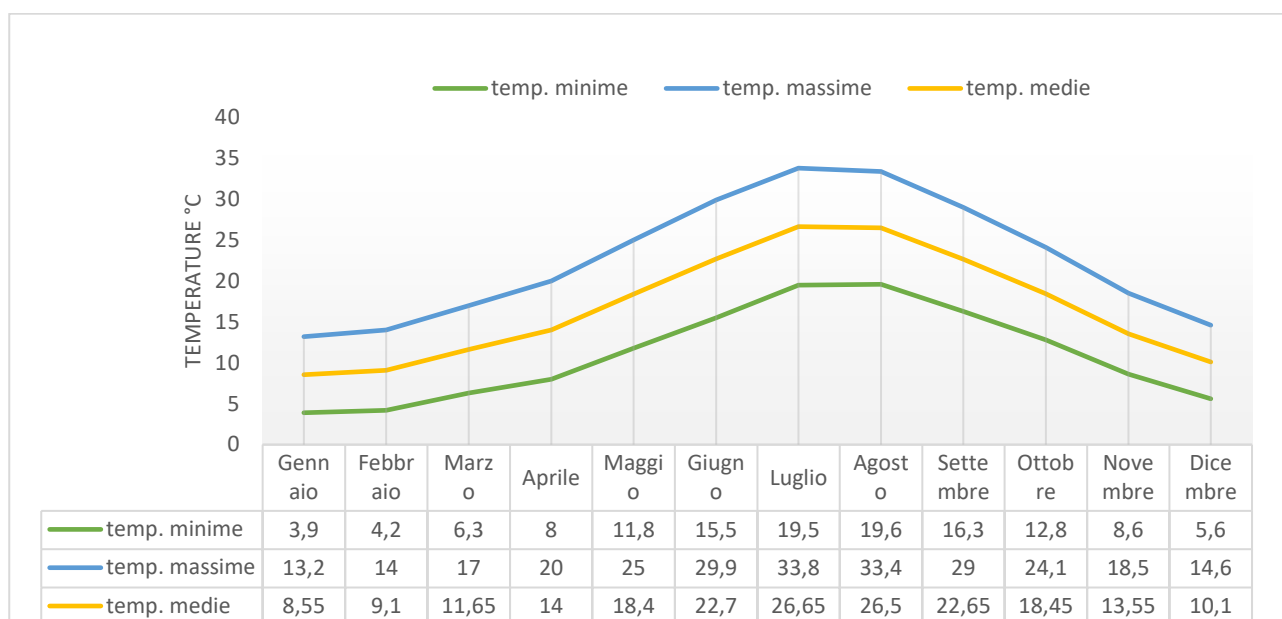


Figura 9: grafico temperature Stazione Meteo Decimomannu - Rete Arpas.

3.3.2. Andamento pluviometrico

L'andamento pluviometrico rilevato nel trentennio 1981-2010 è in buona sostanza l'inverso dell'andamento delle temperature. I periodi piovosi sono principalmente l'autunno, l'inverno e la prima parte della primavera. L'estate è normalmente il periodo più asciutto dell'anno. La media del totale delle precipitazioni nel trentennio di riferimento è di circa 470 mm in circa 60 giorni di pioggia per anno.

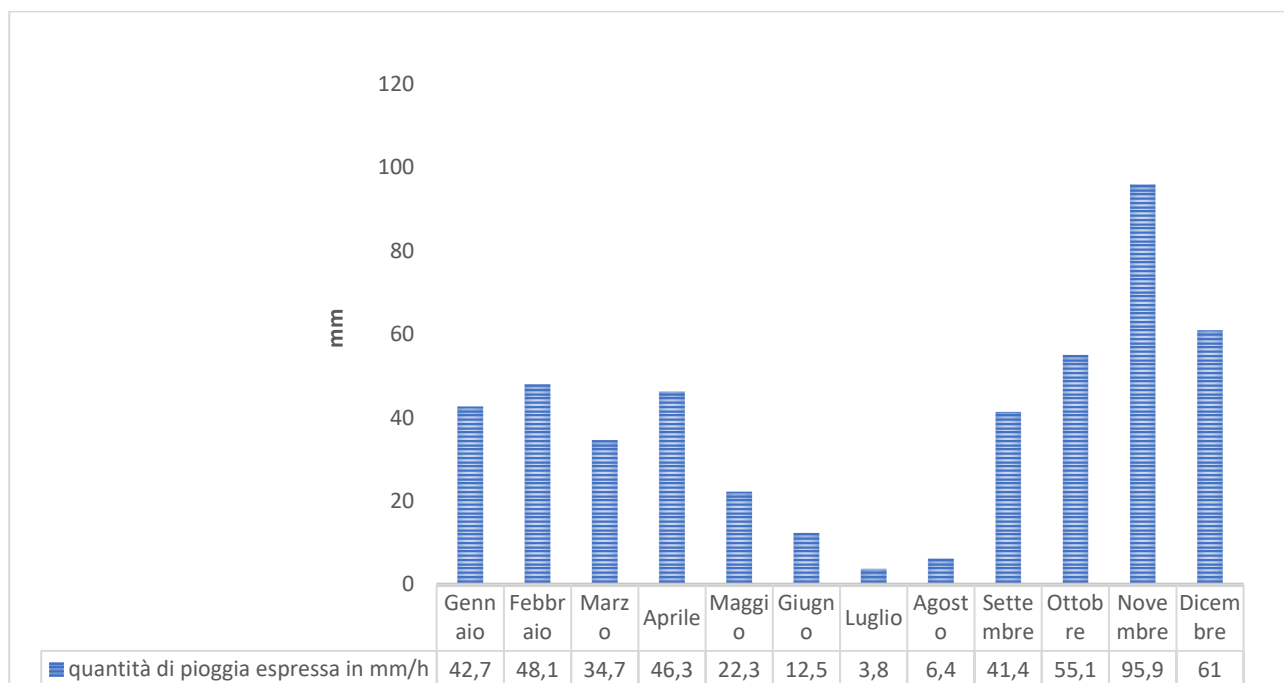


Figura 10: grafico precipitazioni Stazione Meteo Decimomannu - Rete Arpas.

	INVERNO	PRIMAV.	ESTATE	AUTUNNO	ANNO	GG. PIOV.
Precipitazioni medie	151.8	103.3	22.7	192.4	470.3	60.2

3.3.3. Il bioclima e fitoclima dell'area

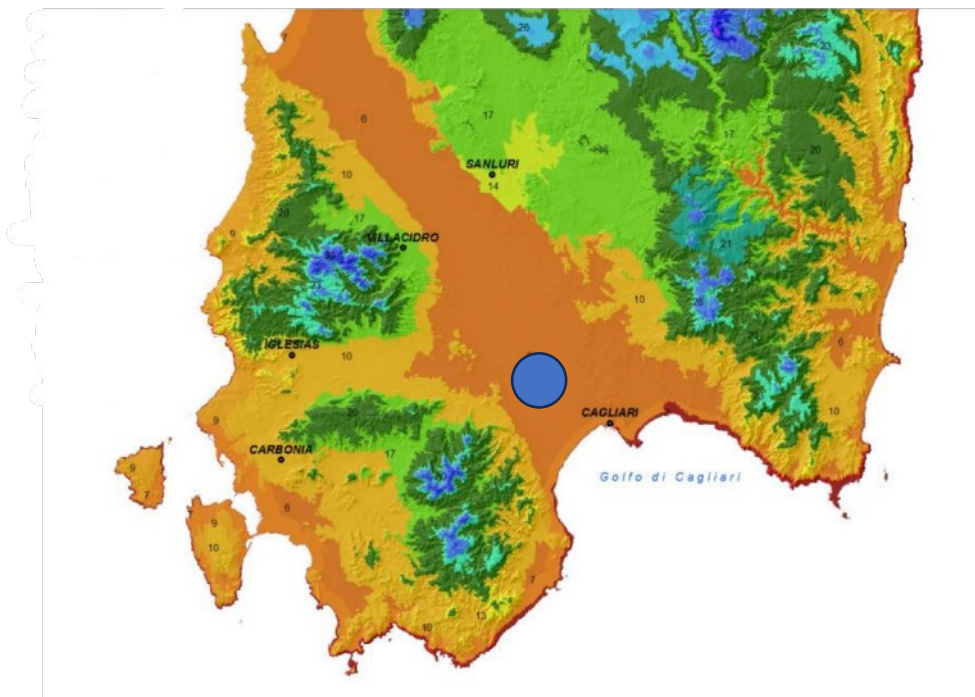
La Bioclimatologia è la scienza che studia le interazioni che intercorrono tra il clima e la distribuzione degli esseri viventi sulla Terra. Fin dalle sue origini, la bioclimatologia ha posto in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (*temperatura, precipitazioni*) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi. Inoltre, la bioclimatologia mette in evidenza le modificazioni che gli areali distributivi degli esseri viventi potrebbero subire con i cambiamenti del clima, e gli adattamenti degli esseri viventi a tali cambiamenti. Su queste basi l'Arpa – Sardegna nel 2014³ ha pubblicato la carta bioclimatica della Sardegna secondo la quale l'area oggetto di intervento viene indicata come ricadente in una zona isobioclimatica con clima mediterraneo pluvistagionale – oceanico.

In particolare, gli indici bioclimatici sono:

- Macrobioclima mediterraneo
- Termotipo (*piani fitoclimatici*) termomediterraneo superiore
- Ombrotipo secco inferiore

³ Pubblicazione "Carta bioclimatica della Sardegna" scaricabile al link https://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/miscellanea/carta_bioclimatica_sardegna.pdf

- Indice di continentalità euoceanico attenuato



ISOBIOClima	
6	TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO ATTENUATO

Figura 11: Stralcio carta bioclimatica della Sardegna.

Abbiamo visto che la recente (2014) carta bioclimatica della Sardegna, riporta delle aree fitoclimatiche.

Già nel 1916 Aldo Pavari (Botanico, Roma 1888 - Firenze 1960), suddivise l'Italia in cinque differenti aree fitoclimatiche ed a ciascuna delle quali assegna un nome derivante dal nome di una specie vegetale rappresentativa.

La classificazione usa come parametri climatici di riferimento le temperature medie dell'anno, del mese più caldo, del mese più freddo e le medie di minimi. Ogni zona si suddivide in più tipi e sottozone in base alla temperatura e, per alcune zone, alla piovosità.

In base a queste indicazioni, l'area oggetto dell'intervento proposto, ricade nella zona *fitoclimatica Lauretum* (da *alloro*) di secondo tipo, ovvero con siccità estiva, e come sottozona risulta essere calda (T media annuale 14/18°C; T media del mese più freddo > di 5°C; T media dei minimi > di - 4°C).

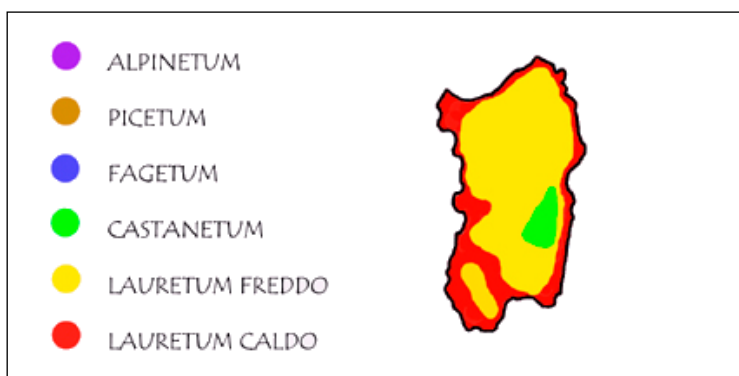


Figura 12: La Sardegna nella mappa secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari.

3.4. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO DELL'AREA

La pedologia (dal greco: πῆδον, pedon, "suolo"; e λόγος, logos, "studio") è la scienza che studia la composizione, la genesi e le modificazioni del suolo, dovute sia a fattori biotici che abiotici.

È una branca delle scienze della Terra, in genere, e dell'agronomia, di cui è ritenuto padre fondatore il geografo russo Vasilij Vasil'evič Dokučaev.

L'obiettivo della pedologia è pertanto:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

Per l'individuazione e caratterizzazione pedologica dell'area oggetto di intervento si è fatto riferimento alla "Carta dei suoli della Sardegna – 1:250000" [Aru et al. 1991]⁴.

Secondo la suddetta carta, l'area di intervento si trova all'interno di un'unica unità cartografica:

- **I1**, ovvero paesaggi con substrato composto da alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene. Questi sono paesaggi tipici delle grandi pianure come quella del Campidano e della valle del Cixerri. In quest'ultima, i glaciai di accumulo (superficie debolmente inclinata di raccordo tra i versanti montuosi e i fondivalle fluviali, formatasi con il deposito di detriti fluviali) sono la forma prevalente di deposito alluvionale.

La Carta dei suoli della Sardegna costituisce la sintesi delle conoscenze pedologiche dell'epoca e deriva inoltre, per buona parte, da rilievi di maggior dettaglio.

Tale Carta ha tenuto conto, in particolar modo, dei rapporti tra suolo e paesaggio quale base fondamentale per la conoscenza, utilizzazione e valutazione territoriale nell'ambito della programmazione regionale.

Nella stesura di questo elaborato tecnico, la suddetta Carta, ci è d'aiuto per comprendere meglio il tipo di suolo nel quale si intende operare e ci fornisce una valutazione, seppur passibile di correzioni e approfondimenti frutto di rilievi pedologici di maggior dettaglio, della capacità d'uso e delle attitudini dello stesso.

Prima di procedere a dettagliare l'area d'intervento pare utile fornire i principi che portano a definire la capacità d'uso dei suoli e la loro attitudine.

3.4.1. La classificazione dei suoli secondo le classi di capacità d'uso⁵

La valutazione della capacità d'uso ai fini agricoli (*Agricultural Land Capability Classification*) è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

Questa diffusione si basa sulla grande flessibilità d'uso che la metodologia offre, che porta i suoi risultati ad essere sempre riferiti ad un uso agricolo generale e non a specifiche colture e/o pratiche agricole. Ciò che si ottiene dalla valutazione con questa metodologia sono una gerarchia di territori dove quello con la valutazione di attitudine più alta è quello per il quale sono possibili il maggior numero possibile di colture e di pratiche colturali.

⁴ La "Carta dei suoli della Sardegna – 1:250000" è visionabile e scaricabile dal sito

<http://www.sardegnaportalesuolo.it/cartografia/carte-dei-suoli/carta-dei-suoli-della-sardegna-scala-1250000.html>

⁵ Fonte: CORSO DI TECNICHE DI VALUTAZIONE DEL TERRITORIO - APPUNTI PER GLI STUDENTI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI

https://iaassassari.files.wordpress.com/2012/07/valutazione-del-territorio-da-a_a_-2009.pdf

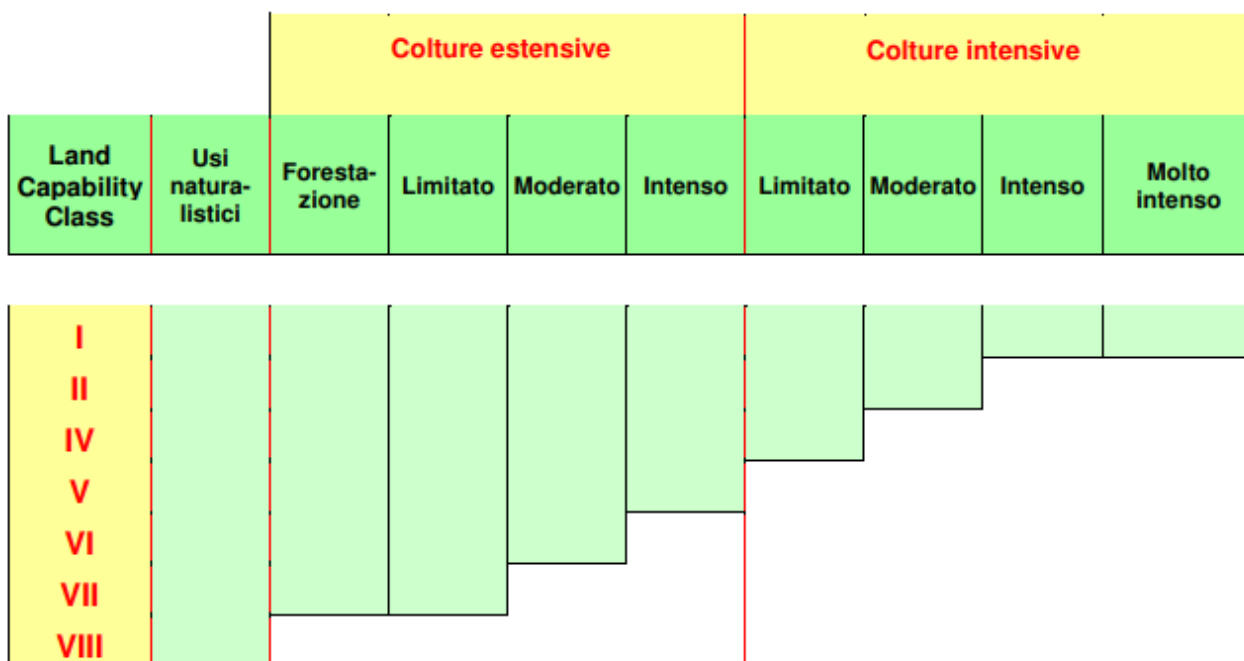
La predisposizione di queste gerarchie di gruppi omogenei di territorio è in funzione delle caratteristiche del territorio, quindi anche dei suoli, in grado di imporre delle limitazioni permanenti all'utilizzo agricolo. Attualmente è in uso la versione proposta da *Klingebiel e Montgomery* per l'USDA nel 1961. Questo modello è il risultato di una serie di tentativi iniziati negli anni 30, nell'ambito di un programma finalizzato alla lotta ai processi erosivi, che in quegli anni hanno devastato la gran parte delle pianure centrali degli USA. Il modello è articolato su diversi livelli di valutazione.

Il livello superiore è la classe di capacità d'uso. La classe permette di evidenziare il grado delle limitazioni d'uso o, meglio, di quantificare la gravità delle limitazioni nel territorio oggetto di studio o valutazione.

La classe permette quindi di indicare il livello ottimale di intensità d'uso agricolo per quel dato territorio. Nella versione originale sono state proposte otto classi di capacità, distinte con i numeri romani da I a VIII. L'articolazione in classi non è categorica.

Per ciascuna valutazione il numero delle classi ammesse è fissato in funzione del dettaglio di informazioni disponibili. Sono stati così predisposti modelli articolati in un numero minimo di classi, esempio 4 – 5 e modelli che ne prevedono 10 come quello utilizzato nei primi anni 60 in Romania. Qualunque sia il numero delle classi, la I è quella priva di limitazioni all'uso agricolo o dove le limitazioni sono di gravità tale da non ostacolare tale uso in quanto vengono eliminate con le normali pratiche agricole. Nella classe I non esiste pertanto alcuna limitazione nella scelta delle possibili colture, da quelle più intensive fino all'uso turistico ricreativo.

E l'operatore agricolo a scegliere quale livello di intensità d'uso e quale coltura adottare in funzione delle proprie capacità, delle esigenze del mercato, di eventuali usi locali. Nelle classi successive aumenta progressivamente la gravità delle limitazioni. Questa situazione comporta una riduzione nel numero delle colture possibili e nella intensità di uso. Oltre un certo livello di gravità non è più possibile l'uso agricolo intensivo, ma solo quello estensivo.



N.B.:

- da Classe I a Classe VIII: incremento delle limitazioni e dei rischi d'uso,
- da Classe I a Classe VIII: decremento della adattabilità delle colture e delle scelte colturali

Figura 13: Classi di Land Capability e livello di intensità d'uso (da Mc Rae et Burnham, 1981 mod.).

Più ci si spinge verso classi d'uso che prevedono colture estensive e più la scelta delle colture possibili va riducendosi. Nel sistema USDA il passaggio da capacità d'uso che prevedono un uso intensivo del suolo a

quello estensivo avviene tra la classe IV e la V. Nell'ultima classe, la VIII o equivalente, le limitazioni sono di natura e gravità tale da impedire qualsiasi utilizzazione agricola. La figura 4 evidenzia le relazioni tra classe di capacità e livello di intensità d'uso.

Il livello successivo è la sottoclasse di capacità d'uso, che indica la natura della o delle principali limitazioni d'uso. La sottoclasse permette quindi di qualificare la natura delle limitazioni d'uso. Le sottoclassi sono indicate mediante una lettera minuscola suffisso al simbolo della classe.

Il sistema originale dell'USDA prevede l'uso delle seguenti lettere:

e - rischi di erosione

w - presenza di acque in eccesso

s - limitazioni pedologiche all'interno dell'area esplorata dalle radici

c - limitazioni di carattere climatico

Si ricorda che per definizione la classe I non ha sottoclassi.

L'ultimo livello, indicato da un numero suffisso alla sottoclasse, è **l'unità di capacità d'uso**, che permette di raggruppare le porzioni di territorio sufficientemente omogenee nelle possibilità di uso e nei fabbisogni gestionali.

Il vantaggio del sistema è la sua flessibilità d'uso. Gli autori di questo sistema, infatti, sottolineano come modifiche opportune nel numero delle classi e delle sottoclassi e dei range dei parametri considerati ai fini della predisposizione dei diversi livelli, permettano di estendere i principi del sistema a tutte le situazioni ambientali, geografiche, agricole, ecc. possibili.

Nella tabella che segue sono riportate le 8 classi e (poco più avanti) la tabella di conversione con la quale le unità territoriali pedologiche sono state inserite nelle classi di capacità d'uso della Carta dei suoli della Sardegna.

Tabella 1: dettaglio delle classi di capacità d'uso dei suoli.

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 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

Caratteristiche	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Scheletro %	assente	da scarso a comune	da comune ad elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Tessitura	Tutte eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte eccetto sabbiosi grossolani	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini
Drenaggio	normale	normale	lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Profondità (cm) del suolo	> 80	80-60	60-40	<40	20-100	20-60	10-40	<10
Profondità dell'orizzonte petrocalcico	>100	80-40	40-20	<20	—	—	—	—
Profondità della roccia madre								
a) rocce tenere	> 80	80-50	50-30	<30	<20	<20	<20	<10
b) rocce dure	>100	100-60	60-30	<30	<30	<20	<20	<10
Salinità	assente	assente	assente	moderata	assente	assente	moderata	alta
Pietrosità	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Rocciosità	assente	assente	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato ad elevato	elevato	assente	da moderato ad elevato	elevato	elevato
Pendenze	0-5%	5-15%	5-15%	15-30	30-40%	30-40%	40-60%	60%

Figura 14: tabella di conversione utilizzata nella realizzazione della Carta d'uso dei suoli della Sardegna.

3.4.2. La classificazione dei suoli secondo le classi della suscettività d'uso

Come abbiamo finora visto l'*Agricultural Land Capability* è finalizzato alla valutazione della attitudine di un territorio ad un uso agricolo generico. La FAO ha invece proposto nel 1976 un modello finalizzato alla valutazione della suscettività di un territorio, cioè della sua attitudine ad una coltura, ad un gruppo di colture o usi, anche non agricoli, specifici.

Questo modello permette quindi di scegliere, tra le diverse colture (o usi), quella che è più soddisfacente anche dal punto di vista economico.

Nel valutare la suscettività di un territorio, si devono effettuare tante operazioni di valutazione quante sono le colture, gruppi di colture o usi a cui ragionevolmente il territorio in oggetto può essere destinato.

La valutazione della suscettività vale pertanto solo per la coltura per cui questa è stata realizzata. La stessa porzione di territorio può essere giudicata poco o nulla suscettibile per una o più colture e altamente suscettibile per altre differenti colture.

L'esempio che solitamente viene citato è quello di superfici dove la permeabilità nulla o quasi nulla è causa di prolungati ristagni idrici. In assenza di opere di drenaggio, queste superfici sono inadatte alle normali colture agrarie ma al contempo risultano molto adatte alla risicoltura.

Un secondo aspetto da evidenziare è che, mentre il giudizio sulla capacità d'uso è un giudizio relativamente stabile nel tempo, quello relativo alla suscettività è invece variabile in quanto influenzato sensibilmente dalle condizioni di mercato e dalla disponibilità di adeguate tecniche e conoscenze.

Il *Framework FAO for land evaluation* è un modello categorico, in quanto permette di distinguere, relativamente a ciascuna coltura, porzioni di territorio omogenee nelle loro limitazioni e nei fabbisogni colturali.

Il sistema prevede quattro livelli di valutazione, con un livello di dettaglio progressivamente crescente, per cui i primi tre livelli possono essere utilizzati a livello di area vasta: regioni, province, comunità montane, comuni, ecc. Il quarto livello, per il quale è richiesto un elevato numero di informazioni, è invece utilizzabile

a livello locale: azienda, gruppo di aziende, piccoli comprensori, ecc. Il livello più elevato è l'ordine. Si distinguono due ordini:

- **suscettibile o adatto**, indicato con la lettera maiuscola **S**, che racchiude quelle porzioni di territorio dove la destinazione continua alla coltura in oggetto, nella condizione attuale o in seguito a interventi di miglioramento, permette di ottenere dei benefici economici senza comprometterne la potenzialità. Questi benefici devono essere comunque tali da giustificare gli input di natura economica necessari per il raggiungimento dei benefici stessi.
- **non suscettibile o non adatto**, indicato con la lettera maiuscola **N**, che racchiude quelle porzioni di territorio le cui caratteristiche e qualità sembrano o possono interdire, nella condizione attuale o in seguito a interventi di miglioramento, la destinazione continua alla coltura in oggetto. Eventuali benefici ottenibili non giustificano assolutamente gli input di natura economica necessari per il raggiungimento dei benefici stessi.

Il livello successivo è rappresentato dalla classe.

La classe permette di definire, a livello di ciascuno ordine il grado di suscettività per la coltura in oggetto. La classe consente quindi di quantificare la gravità delle limitazioni esistenti in quel territorio per quella data coltura. La gravità delle limitazioni cresce quindi progressivamente dalla classe più elevata all'ordine adatto. Al contempo decresce la suscettività alla coltura, valori massimi per la classe più elevata dell'ordine adatto S, minima per quella dell'ordine N.

La classe è indicata mediante un numero suffisso al simbolo dell'ordine, esempio S3.

Il modello originale prevede 3 classi, **S1**, **S2** ed **S3** per l'ordine adatto e 2 classi **N1** e **N2** per l'ordine non adatto. È da sottolineare che gli autori del modello, non pongono limitazioni nel numero delle classi possibili per ciascun ordine, essi raccomandano che, nelle applicazioni locali, non venga aumentato oltre misura il numero delle classi riconosciute, in quanto questo non sarebbe di alcuna utilità ai fini della valutazione stessa.

Il livello successivo è rappresentato dalla sottoclasse di suscettività. Questo permette di qualificare la natura delle limitazioni alla coltura in oggetto.

La sottoclasse viene indicata mediante una lettera minuscola suffissa al simbolo della classe, esempio **S3f**, **S2q**, ecc.

Gli autori ovviamente non possono indicare la natura delle limitazioni. Queste variano infatti per le singole colture e per ciascuna coltura possono variare nelle diverse realtà territoriali.

Nel caso che siano presenti, nella stessa porzione di territorio, più limitazioni raccomandano di utilizzare non più di due lettere minuscole, esempio S3fw, N1et, relative alle limitazioni di maggiore gravità.

Per convenzione la classe S1 è priva di limitazioni per cui non presenta sottoclassi.

L'ultimo livello è l'unità di suscettività d'uso, indicata con un numero arabo suffisso al simbolo della sottoclasse. L'unità di suscettività permette di evidenziare delle differenze minime, all'interno della sottoclasse, relativamente ad alcuni aspetti colturali. In pratica essa consente di monetizzare gli input necessari per ottenere dalla coltura in oggetto quei determinati benefici, favorendo le attività di pianificazione aziendale

3.4.3. Idoneità del suolo

Come abbiamo visto dalla Carta dei suoli dei Sardegna nel lotto interessato dal futuro impianto sono presenti suoli a I1 con profilo profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, ovvero con orizzonti argillici molto evidenziati.

Sono suoli che troviamo da 0 (zero) fino a 300 m s.l.m., con andamento da pianeggiante a sub-pianeggiante. Sono solitamente suoli profondi, con tessitura da franco sabbiosa (FS) a franco sabbiosa argillosa (FSA) in superficie, da franco sabbiosa argillosa (FSA) ad argillosa (A) in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati e suoli.

Queste superfici sono da riferire, ai Typic, Aquic ed UlticPalexeralfs, e secondariamente ai Xerofluvents, Ochraqualfs.

L'unità I1 caratterizza un'ampia parte delle aree di pianura della Sardegna.

Nonostante l'abbondanza di scheletro questi suoli possono presentare dei difetti più o meno marcati di drenaggio (a causa della illuviazione di materiali argilliformi, della cementazione e talvolta dell'eccesso di sodio nel complesso di scambio cationico), che ne costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo.

La messa a coltura ed anche l'irrigazione (ove possibile) comportano necessariamente degli studi approfonditi.

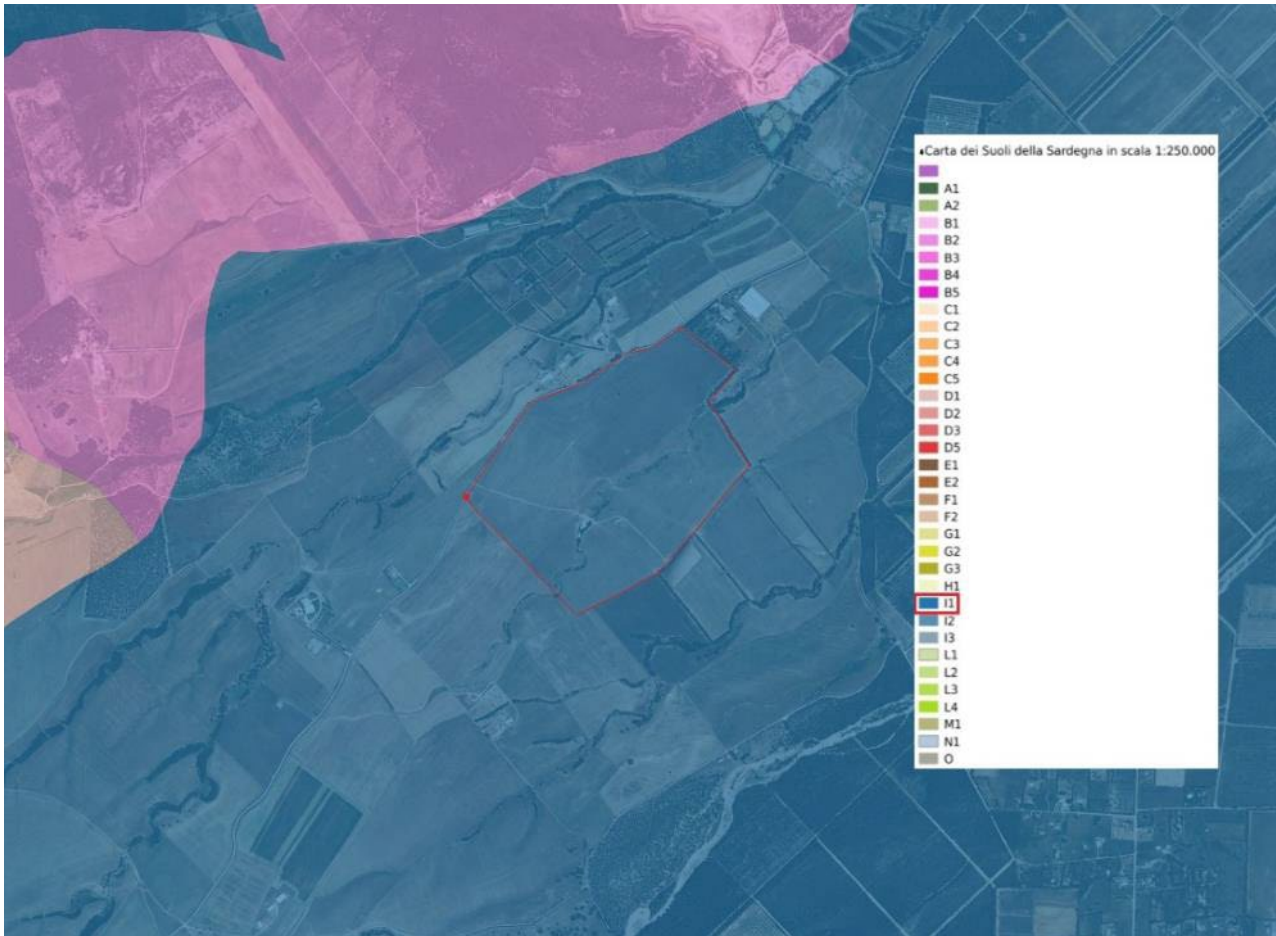


Figura 15: estratto <http://www.sardegnaportalesuolo.it/webgis/> Carta dei Suoli della Sardegna 1:250000.

Anche l'eccesso di scheletro può essere una limitazione all'uso tra le più importanti di queste associazioni di suoli, che può essere rilevante e significativo nella quantità e nella qualità con apporti di materiali particolarmente insidiosi per le lavorazioni, la sicurezza degli operatori e il consumo degli strumenti agricoli. Quindi suoli poveri di cementi organici, destrutturati, ricchi di scheletro, moderatamente idromorfi e con una erosione determinata dalle attività antropiche e parantropiche. Per questo motivo sono stati collocati tra la III e la IV Classe della Land Capability Classification.

Dal punto di vista dell'attitudine sono terreni adatti a colture erbacee e nelle aree più drenate a colture arboree anche con l'ausilio dell'irrigazione. L'attitudine alle varie colture può essere migliorata con interventi di spietramento (riduzione della presenza di scheletro) oppure la realizzazione di impianti di irrigazione.



Figura 16: foto della parte bassa dell'area scattata con l'ausilio di un drone.

A mero titolo di esempio si riportano i dati e le analisi tratte dal “*Data Base dei suoli della Sardegna – DBSS*”, frutto di un rilevamento effettuato a circa 2,5 km di distanza dal lotto oggetto dell’intervento proposto dalla Società UPV s.r.l.

Il “*Data Base dei Suoli della Sardegna – DBSS*” è stato realizzato dall’Agenzia Regionale Laore e dall’Università di Cagliari che hanno curato anche rilevamenti e campionamenti.

Anche i suoli del rilevamento citato come esempio si trovano nell’unità I della Carta dei Suoli della Sardegna 1:250000, e data la vicinanza con il sito d’impianto e le similitudini morfologiche dell’area sembra utile poter dare una lettura ai risultati delle analisi, che possono fornire quanto meno un ulteriore spunto di partenza oltre quello fornito dalla su citata carta.

Scheda UNICA003 P-26

Codice rilevamento:	UNICA003 (Progetto MEDALUS - Rilevamento del bacino del Gutturu Mannu)
Data descrizione:	08/08/1991
Coordinate UTM WGS84:	X = 494341; Y = 4341039
Comune e provincia:	Uta (CA)
Quota:	66 m s.l.m.
Pendenza:	2%
Erosione:	erosione idrica diffusa moderata
Pietrosità superficiale totale:	30%
Roccosità superficiale totale:	0%
Uso del suolo:	Agricolo non irrigato
Morfologia:	Glacis d'accumulo
Substrato geologico:	Depositi alluvionali pleistocenici
Substrato pedogenetico:	Depositi alluvionali pleistocenici
Drenaggio esterno o runoff:	basso
Falda (limite sup. dal p.c.):	assente
AWC_mm/m:	114.07
Classificazione tassonomica USDA:	clayey-skeletal, mixed, semiactive, thermic Typic Palexeralf
Classificazione tassonomica WRB:	Haplic Luvisol (Abruptic)
Classe di Land Capability:	V



Orizzonti

Ap	0-21 cm	secco; tessitura argillosa, colore matrice da secco 10YR 5.5/4; struttura poliedrica subangolare molto fine / sottile, fortemente sviluppata; leggermente duro da secco; 20% di scheletro costituito da 10% di ciottoli (76-250 mm) e 10% di ghiaia grossolana (20-75 mm); pori molto fini (<0,5 mm) abbondanti (2-5 %) e pori medi (2-5 mm) abbondanti (2-5 %); moderatamente ben drenato; limite chiaro lineare.
Btg	21-62 cm	secco; tessitura argillosa, colore matrice da secco marrone giallastro (10YR 5/6); 10% di screziature di colore 1.5YR 5/6, a contrasto debole; struttura poliedrica angolare fine / sottile, fortemente sviluppata; molto duro da secco; Poche (<2 %) concrezioni ferro-manganesifere; 30% di scheletro costituito da 15% di ciottoli (76-250 mm) e 15% di ghiaia grossolana (20-75 mm); pori molto fini (<0,5 mm) pochi (0.1-0.5 %); mal drenato; limite chiaro lineare.
2Btg	62-120 cm	umido; tessitura argillosa; colore matrice da umido rosso tenue (2.5YR 5/2); 30% di screziature di colore marrone giallastro scuro (10YR 3/6), a contrasto distinto e 7% di screziature di colore bianco (10YR 7/8), a contrasto distinto massivo, resistente da umido; cementato ferro-manganese (sesquiossidi); Comuni (2-20 %) concrezioni ferro-manganesifere di 3mm; pellicole poche (2-5 %) di ferro e argilla; pellicole poche (2-5 %) ferro e argilla; 80% di scheletro costituito da 40% di tutte le dimensioni e 40% di tutte le dimensioni; abbondanti (40-80 %) facce di pressione; molto mal drenato.

Analisi

Codice orizzonte		Ap	Btg	2Btg
Profondità	cm	0-21	21-62	62-120
Sabbia totale	g / kg	356	128	342
Limo totale	g / kg	174	102	118
Argilla	g / kg	470	770	540
Classe tessiturale	\	A	A	A
pH in H ₂ O	\	4,84	6,52	5,99
pH in KCl	\	3,95	4,98	5,14
CaCO ₃ totale	g / kg	0	0	0
Carbonio organico	g / kg	8,4	2,2	0,7
Sostanza organica	g / kg	14,5	4	1,3
Azoto totale	g / kg	1,24	0,53	0
C/N	\	6,8	4,2	-
Ca di scambio	mg / kg	978	1382,8	847,7
Mg di scambio	mg / kg	345,1	776,4	603,9
Na di scambio	mg / kg	94,3	246	429,9
K di scambio	mg / kg	402,7	285,4	344,1
Capacità di scambio cationico	meq / 100g	17,24	20,28	15,18
Tasso di saturazione in basi	%	53,18	74,43	78,69
ESP	%	2,38	-	-
ECe	dS / m	0	0	0
Densità apparente	kg / dm ³	1,28	1,15	1,26
AWC	%	15	20,29	15,54

Tabella agronomica

Codice orizzonte		Ap	Btg	2Btg
Profondità	cm	0-21	21-62	62-120
Tessitura	-	A	A	A
		fine	fine	fine
Reazione (pH in H ₂ O)	-	4.84	6.52	5.99
		fortemente acida	neutra	moderatam. acida
Calcare (CaCO ₃) totale	g/kg	0	0	0
		non calcareo	non calcareo	non calcareo
Calcare (CaCO ₃) attivo	g/kg	-	-	-
Carbonio organico (C)	g/kg	8.4	2.2	0.7
		scarso	molto scarso	molto scarso
Sostanza organica (SO)	g/kg	14.5	4	1.3
		medio	molto povero	molto povero
Azoto totale (N)	g/kg	1.24	0.53	0
		mediamente dotati	poveri	poveri
Rapporto C/N	-	6.774	4.151	-
		eccesso di azoto	eccesso di azoto	
Ca di scambio	mg/kg	978	1382.8	847.7
		molto basso	basso	molto basso
Mg di scambio	mg/kg	345.1	776.4	603.9
		elevato	elevato	elevato
K di scambio	mg/kg	402.7	285.4	344.1
		elevato	elevato	elevato
Capacità di scambio cationico (CSC)	meq/100g	17.24	20.28	15.18
		moderatam. alta	moderatam. alta	moderatam. alta
Tasso di saturazione in basi (TSB)	%	53.18	74.43	78.69
		medio	alto	molto alto
Sodicità (% sodio di scambio ESP)	%	2.38	-	-
		normale		
Salinità (conducibilità elettrica dell'estratto ECe)	ds/m	-	-	-
Fosforo (P) assimilabile	mg/kg	-	-	-
Boro (B) solubile	mg/kg	-	-	-
Rapporto Ca/Mg	meq/meq	2.834	1.781	1.404
		basso	basso	basso
Rapporto Mg/K	meq/meq	0.857	2.72	1.755
		basso	ottimale	leggermente basso

Rilevamento a cura di UNICA - Rilevato da Puddu Rita, Lai Maria Rita

Figura 17: Analisi del terreno tratte da DBSS.

3.4.4. Monitoraggio pedologico

Al fine di approfondire le conoscenze sulla componente suolo dell'area prima dell'installazione dei pannelli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere, di concerto con l'A.R.P.A.S., un piano di monitoraggio che consenta di verificare ex ante, in itinere ed ex post l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio.

Questo soprattutto in un'ottica di salvaguardia della preziosa risorsa che è il suolo.

Quindi, come evidenziato in precedenza, in fase ante operam sarà condotta una campagna integrativa finalizzata a valutare nel complesso la componente suolo con prelievo di campioni su punti rappresentativi. Su questi campioni saranno determinati i parametri seguenti:

- granulometria;
- pH;
- salinità;
- calcare totale e attivo;
- capacità di scambio cationico (CSC);
- sostanza organica;
- azoto totale;
- fosforo assimilabile;
- potassio scambiabile;
- magnesio e calcio scambiabili.

Le determinazioni ottenute saranno utilizzate come base per valutare l'evoluzione pedologica delle aree interessate dall'impianto, a questo fine il monitoraggio prevede di eseguire analisi periodiche sugli stessi punti campionati in modo da valutare l'influenza del parco fotovoltaico sulla componente. La periodicità del monitoraggio sarà definita in fase di esercizio dell'impianto, anche in base alla potenziale evoluzione delle caratteristiche pedologiche e climatiche dell'area in esame, e sarà mirato a valutare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità o eventuali variazioni positive o negative.

4. SITUAZIONE ATTUALE DEI TERRENI

Come detto nella parte introduttiva del presente elaborato l’area di intervento ricade interamente in “zona E” del piano urbanistico comunale del Comune di Uta.

I terreni su cui si propone la realizzazione dell’impianto agrivoltaico sono attualmente utilizzati per la coltivazione di cereali da granella (orzo) e di leguminose da foraggio (trifoglio) e in parte al pascolo brado. I prodotti ottenuti dalla coltivazione dei suddetti terreni vengono destinati al soddisfacimento alimentare dei capi di bestiame attualmente in carico all’azienda.

COLTURA	SUPERFICIE
Orzo	38.7478
Trifoglio	5.5061
Pascolo	0.7004

L'intera area di circa 45 ettari ed è recintata mediante rete metallica.

Sotto si riporta un estratto della “Carta d’uso dei Suoli”, tratta dal webgis del sito <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>, dove vengono evidenziati dal colore giallo i suoli utilizzati in via principale alle colture di seminativo semplice e colture orticole a pieno campo. Nel nostro caso risulta valida e dimostrata nella realtà la prima delle due opzioni di utilizzo, ovvero quello di seminativo semplice.

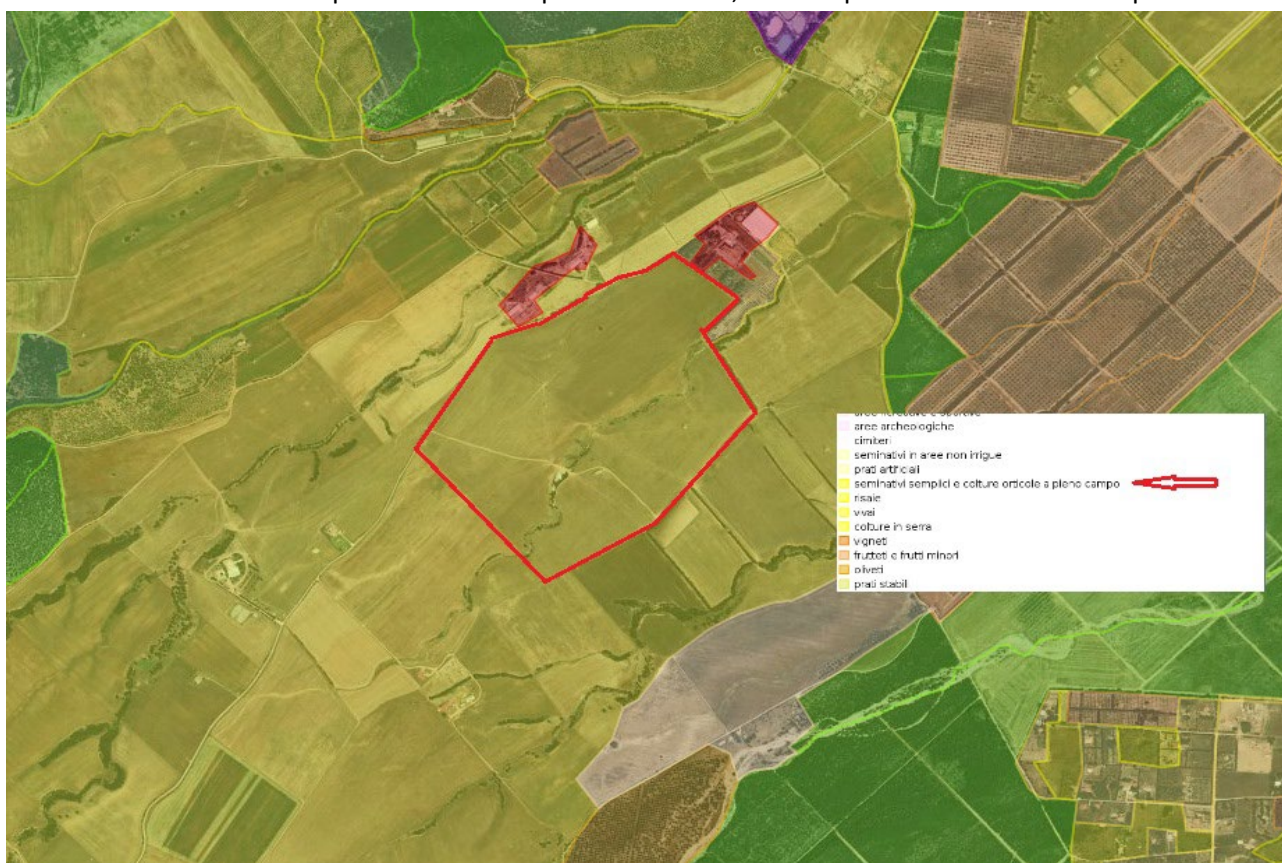


Figura 18: estratto carta d'uso dei suoli tratta da <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>.

I terreni oggetto del progetto agrivoltaico sono una parte dei terreni condotti dall’azienda agro - zootecnica di cui è titolare il Sign. Piras Raffaele Angelo che continuerà a condurre la parte agricola del progetto dopo la sua realizzazione. Le conoscenze e le esperienze di tanti anni di coltivazione su questi terreni sono un patrimonio prezioso utile a garantire la continuità.

La giacitura del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati. La quota massima del sito è di circa 80 m slm e la minima circa 65 m slm, mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 12 km.

Nel paesaggio agrario dell'area di studio si nota l'intervento della mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi quasi ovunque provvisti di recinzioni, dalla realizzazione di stalle, fienili ed anche serre, oltre ad impianti fissi di irrigazione ed anche zone con coltivazioni arboree specializzate (frutteti e talvolta ulivi). Le zone destinate a coltivazioni arboree specializzate si notano facilmente dalle foto aeree per le forme dei campi con confini regolari e precisi.

I campi, eccezion fatta per quelli caratterizzati dalla presenza di coltivazioni arboree specializzate, di rado presentano forma regolare e i loro confini sono spesso segnati, oltre che da recinzioni, dalla presenza di frangivento a Eucalyptus.

Come detto, il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco o niente del paesaggio pianiziale originario.

All'interno dell'area di intervento è presente una zona di rispetto di tipo archeologico ed un attraversamento da parte di una linea di alta tensione.

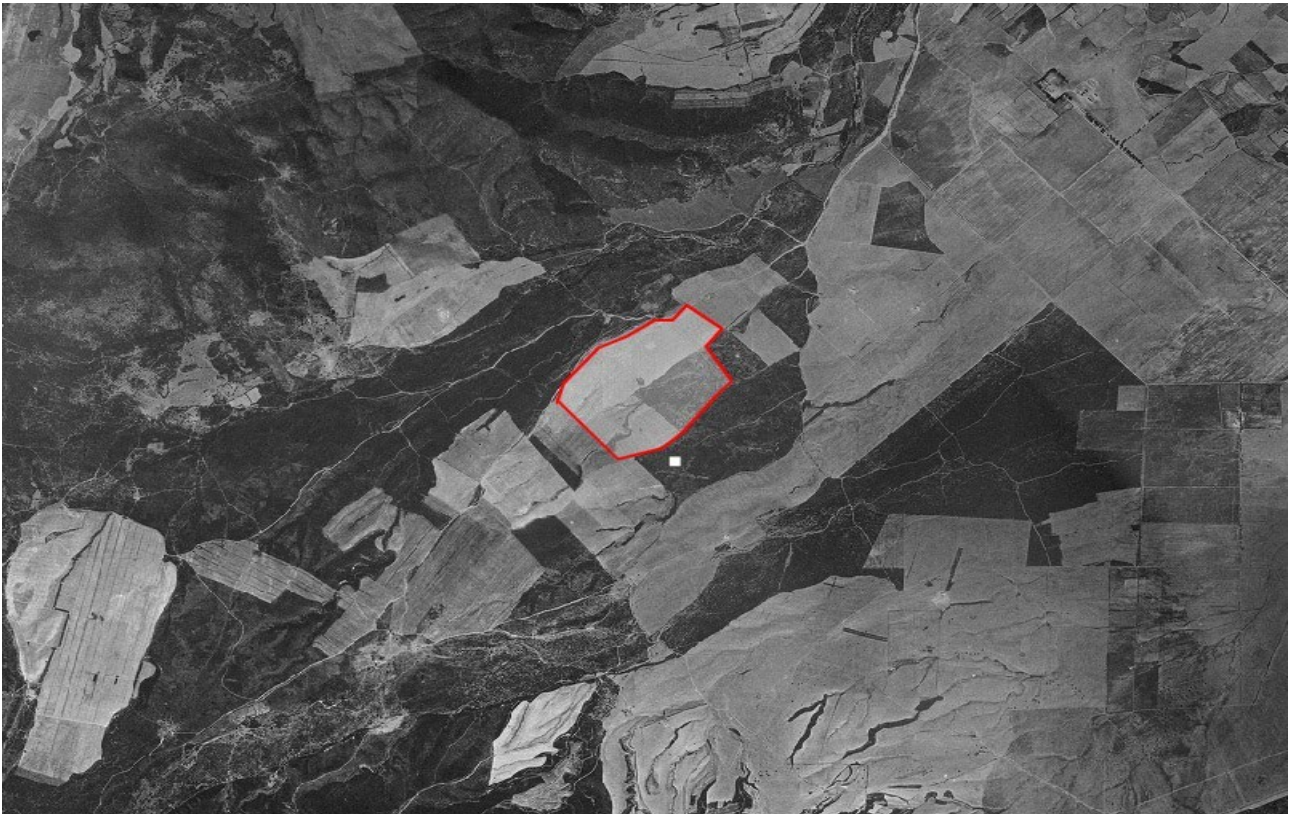


Figura 19: foto aerea area vasta anni 1954/55.

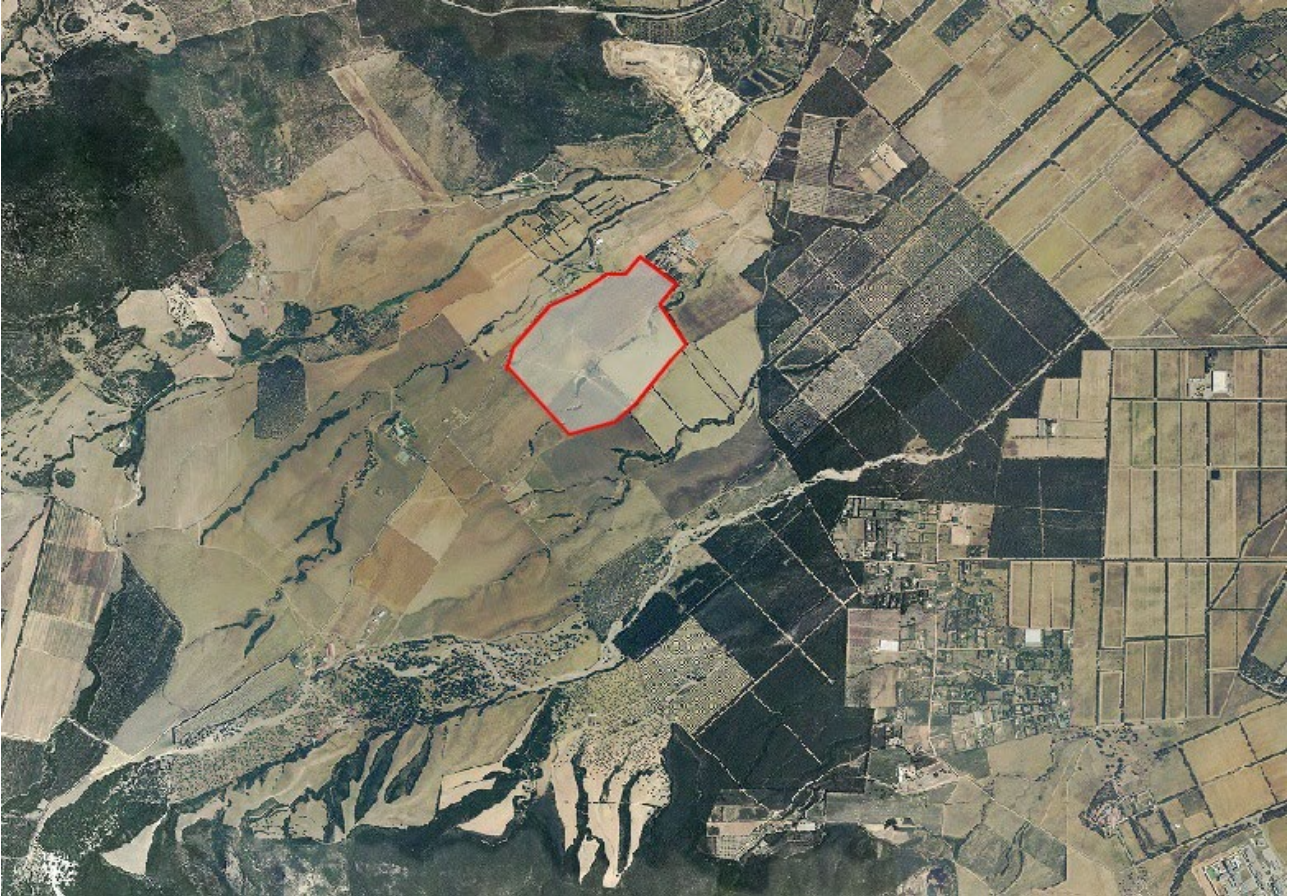


Figura 20: ortofoto area vasta 2019.

Sopra, a dimostrazione di quanto sopra descritto, si riportano una foto aerea del 1954/55 e un'ortofoto del 2019 (fonte Sardegna FotoAeree <https://www.sardegnafotoaeree.it/>).

Si nota quindi chiaramente l'intervento antropico con la conversione ad aree coltivate di quelle che prima erano aree vegetate da macchia mediterranea, la modificazione dei confini di intere aree convertite a produzioni arboree specializzate (frutteti), la realizzazione dell'area industriale di interesse regionale di Macchiareddu ed infine rimanendo in ambito agricolo fienili, stalle e serre.



Figura 21: foto della parte alta dell'area scattata con l'ausilio di un drone.



Figura 22: foto recente dell'area, in una porzione del lotto lasciata incolta.

Di seguito il dettaglio, estratto dal fascicolo aziendale del Sign. Piras Raffaele Angelo, dell'attuale ordinamento culturale dell'area oggetto di intervento con il calcolo delle Unità Foraggiere Carne (UFC).

COLTURA	SUPERFICIE	PROD. IN QL.	PROD. TOT. QL.	UFC QL.	UFC TOT.
Orzo	38.7478	25	968,70	104	100745
Trifoglio	5.5061	65	357,90	46	16463,4

Pascolo	0.7004	40	28,016	16	448
					117656,4

5. PIANO DI COLTIVAZIONE

Le superfici oggetto dell'intervento di realizzazione dell'impianto agrivoltaico, come detto, fanno parte di un complesso più ampio di terreni condotti dal Sign. Piras Raffaele Angelo ed i prodotti ottenuti dalla coltivazione vengono utilizzati per soddisfare il fabbisogno alimentare del bestiame in carico alla stessa azienda.

Il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo ad un miglioramento deciso della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

La Società UPV S.r.l., in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici intende perseguirli attraverso una serie di interventi di miglioramento col fine di renderli maggiormente idonei ad ospitare le colture di tipo foraggero.

Si propone quindi, in parte in continuità con l'attività di coltivazione svolta dagli attuali (ed anche futuri) conduttori del terreno, di impegnare le superfici nella coltivazione di colture foraggere annuali o al massimo biennali con alternanza leguminose (o miscugli con elevata presenza di leguminose) e graminacee (loietto, avena ..).

Le superfici coltivate ad essenza foraggere sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (bovini e caprini in questo caso).

Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente utilizzabile per le coltivazioni risulterà pari a circa il 95% dell'intera superficie, detratta però delle altre tare dovute alla fascia di mitigazione perimetrale, viabilità e cabine.

Anche le aree sotto i pannelli potranno essere destinate alla coltivazione.

L'obiettivo di miglioramento diretto della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà utilizzando anche tecniche di agricoltura conservativa.

Nella scelta delle essenze foraggere da seminare abbiamo in precedenza detto che si opterà soprattutto per leguminose o miscugli contenenti in larga parte leguminose. Questo perché le leguminose hanno la proprietà di migliorare la fertilità del suolo essendo in grado di fissare al suolo l'azoto atmosferico per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatori.

Tra le essenze leguminose che verranno utilizzate vi è anche una specie che troviamo spontanea in Sardegna, ovvero il trifolium subterraneum capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce a ridurre sensibilmente l'erosione superficiale allo stato molto diffusa nella superficie oggetto di intervento.

Quindi tra le operazioni che si rendono necessarie una volta all'anno vi è quella dello sfalcio della biomassa sviluppatasi ed arrivata alla fine del ciclo vegetativo, presumibilmente nel mese di maggio di ogni anno.

5.1. MIGLIORAMENTO DEL TERRENO

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, attraverso la coltivazione delle superfici a foraggere, prima della semina dovranno essere attuate una tantum le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni:

Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;

Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche ove necessario;

Realizzazione di livellamento superficiale;

Concimazione di fondo con concimi organo minerali + microelementi a lenta cessione del tipo protetto;

Aratura superficiale;

Erpicazione, semina e rullatura.

In alternativa alle operazioni lavorazione classica del suolo, sebbene si sia scelto di optare per lavorazioni superficiali e minime, una volta spietrato e livellato il terreno si potrà optare anche la tecnica della semina su sodo ovvero quella tecnica che permette di seminare senza alcun tipo di lavorazione preliminare del suolo. La semina su sodo è la regina delle tecniche di agricoltura conservativa. Seminare senza lavorare il terreno permette di risparmiare terreno fertile perché lo si espone meno ai rischi erosivi operati da vento ed acqua, di risparmiare buona parte dell'umidità del terreno, di risparmiare risorse attraverso la riduzione dei passaggi con i mezzi (gasolio, pneumatici, metallo ..etc.) e soprattutto di incrementare il contenuto di sostanza organica del terreno attraverso la fissazione del carbonio atmosferico al suolo.

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

Ancora preliminarmente alle semine ed al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive è auspicabile effettuare una analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare e adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Fosforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari.

5.2. COLTIVAZIONE DELLE FORAGGERE

Le operazioni di coltivazione delle colture foraggere sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari atti all'ottenimento del fieno.

Circa l'ottenimento di fieni di qualità possiamo dire che ad esercitare influenza in questo senso sono molteplici fattori, ad iniziare dalla preparazione del letto di semina, proseguendo con l'utilizzo di sementi selezionate, concimazioni, sfalcio ed operazioni di raccolta effettuate con attrezzature e macchine idonee ed infine il tempo atmosferico incide positivamente o negativamente fin dalle prime fasi (semina ed accrescimento) e che durante la raccolta deve essere possibilmente stabile, soleggiato e ventoso per favorire l'asciugatura naturale della biomassa affienata.

Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno saranno così le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
Ottobre	Preparazione letto di semina	Lavorazioni con attrezzature da minima lavorazione (aratri da m.l.,dischiere etc)
Novembre	Semina	Semina con utilizzo di seminatrici di precisione, ed in caso di terreno non lavorato seminatrici su sodo
Dicembre	Semina	Proseguimento delle operazioni di semina qualora non terminate
Gennaio	Concimazione	Distribuzione di copertura di concimi organici-minerali
Febbraio	Concimazione	Proseguimento delle operazioni di concimazione qualora non terminate
Fine aprile	Sfalcio e raccolta	Qualora le condizioni climatiche lo permettano si

		può anticipare il periodo di raccolta
Maggio	Sfalcio e raccolta	Periodo ideale per lo sfalcio e la raccolta del fieno
Giugno e resto del periodo estivo	Pascolamento	Concimazione naturale
Intervallo tra una semina e l'altra	Pulizia nell'immediata vicinanza pali tracker se necessaria	Trinciatura

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di arieggiamento ove necessari (es. zone di possibile ristagno idrico, o di eccessivo calpestio).

Dal nuovo piano di coltivazione ci si attende il seguente risultato in termini di Unità Foraggere:

COLTURA	SUPERFICIE	PROD. IN QL.	PROD. TOT. QL.	UFC QL.	UFC TOT.
Loietto	19	70	1330	47.70	63441
Trifoglio	19	65	1235	46	56810
Pascolo	0.7004	40	28,016	16	448
					120699

Nel calcolo delle UF totali non sono stati incluse quelle ottenibili con le attività di pascolo, che possono essere svolte sia nel periodo dove la coltivazione è nella fase di post raccolta che anche, qualora le condizioni climatico-ambientali lo permettano, durante le fasi di accrescimento delle colture foraggere. Il pascolamento dei foraggi, quando svolto in maniera controllata, giova sia alla pianta migliorandone l'accestimento e sia all'animale che può nutrirsi anche con apporto di erba giovane e fresca.

Un ulteriore intervento previsto con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, è la realizzazione di una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree e arbustive autoctone facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento.

Le specie arbustive proposte sono lentischio (*Pistacialentiscus*), mirto (*Mirtuscommunis*) e corbezzolo (*Arbutus unedo*). Tutte arbustive proposte non richiedono particolari cure colturali e neppure grandi quantità di risorsa idrica, sono facilmente reperibili nei vivai dell'Agenzia Regionale Forestas e saranno in grado in pochi anni dall'impianto di fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica che contribuisce anche alla loro rinnovazione naturale per via gamica tramite la trasposizione zoocora.

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dell'impianto fotovoltaico e, avrà la funzione come prima accennato oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica eventualmente presente nel territorio.

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20 cm, e dotata di un numero adeguato di ponti ecologici per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

6. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La Parte 2 delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" prodotte dal gruppo di lavoro composto da, CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A., ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. e coordinato dall'allora Ministero Della Transizione Ecologica - Dipartimento Per L'energia, fornisce le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto deve possedere per essere definito agrivoltaico. Tali caratteristiche minime si basano su cinque macro-requisiti:

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Secondo le Linee Guida sopracitate, il rispetto dei requisiti A e B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2. Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche. Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono preconditione per l'accesso ai contributi del PNRR.

Fatte queste premesse, si afferma che la presente proposta progettuale comprende sia il proseguo dell'attività agricola che la produzione di energie alternative. È previsto quindi un uso combinato del suolo, permettendo la coltivazione ed il passaggio eventuale degli animali allevati anche al di sotto dei moduli. Precisando inoltre che il presente intervento non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato, è sufficiente che siano verificati i requisiti A, B e D2 perché sia lecito nominare il presente impianto "agrivoltaico".

Verifica del requisito A

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata. Si dovrebbe garantire una superficie minima dedicata alla coltivazione pari almeno al 70% della superficie totale.

Nel caso in oggetto la superficie totale è pari a 45.42 ha. Il 70% della superficie totale è pertanto pari a 31,79 ha. In progetto è prevista una superficie coltivata pari a circa 40 ha e pertanto decisamente superiore alla superficie minima richiesta.

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

A.2) LAOR massimo: è richiesto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola inferiore al 40%.

In progetto la superficie captante è pari a 15,49 ha e pertanto inferiore al 40% della superficie totale pari a 45,42 ha.

$$LAOR \leq 40\%$$

Il requisito A nelle sue due componenti A.1 e A.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito B

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti seguenti parametri:

B.1) Continuità dell'attività agricola.

Dato lo stato di fatto dell'area, caratterizzata da una elevata pietrosità e da un basso tenore di sostanza organica del suolo e dato che l'intervento prevede la contestuale messa a coltura delle aree, si evidenzia che questo intervento porterà con sé una riqualificazione sostenibile del suolo poiché saranno effettuati miglioramenti fondiari quali recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, etc., oltre che un piano colturale che si ritiene essere più confacente e migliorativo.

Infatti, utilizzando il calcolo delle unità foraggere (UF), il piano delle coltivazioni proposto dalla Società proponente è risultato essere migliorativo rispetto all'attuale.

B.2) Producibilità elettrica minima. È richiesto che la producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico non sia inferiore al 60% della produttività di un pari impianto fotovoltaico.

In base alle stime riportate nell'elaborato R.10 - Relazione elettrica, la produzione di energia elettrica stimata è pari a circa 64554 MWh/anno. Considerando la media annuale di produzione fotovoltaica in Italia nel Sud tale valore si considera ampiamente soddisfatto.

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

Il requisito B nelle sue due componenti B.1 e B.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito C

È stato verificato che l'impianto in progetto rispettasse il seguente parametro:

C.1) L'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, 24 grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell'impianto che poggiano a terra e che inibiscono l'attività in zone circoscritte del suolo.

Nell'impianto proposto l'altezza minima dei moduli da terra individuata, come da linee guida alla massima inclinazione dei pannelli (da + 55° a - 55°), è di 1.30 m quindi pensata per permettere la coltivazione e l'eventuale passaggio degli animali allevati anche al di sotto degli stessi.

Il requisito C risulta pertanto essere verificato.

Verifica del requisito D.2

È stato verificato che l'impianto in progetto rispettasse il seguente parametro:

D.2) I valori dei parametri fondamentali relativi al sistema agrivoltaico, quali 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, dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

La verifica di tali parametri fondamentali si ottiene attraverso un'attività di monitoraggio. Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione.

La previsione di tale attività di monitoraggio permette di considerare il requisito D.2 verificato.

La verifica dei requisiti A, B, e D.2 permette di nominare il presente impianto come "agrivoltaico".

Si ribadisce ancora una volta che il presente impianto non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali PNRR e/o altro tipo di incentivo e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato. Tuttavia è bene sottolineare che l'altezza dei moduli da terra permetterà la continuità delle attività agricole e zootecniche, come riportato nel dettaglio sul rispetto del requisito C.

7. OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE

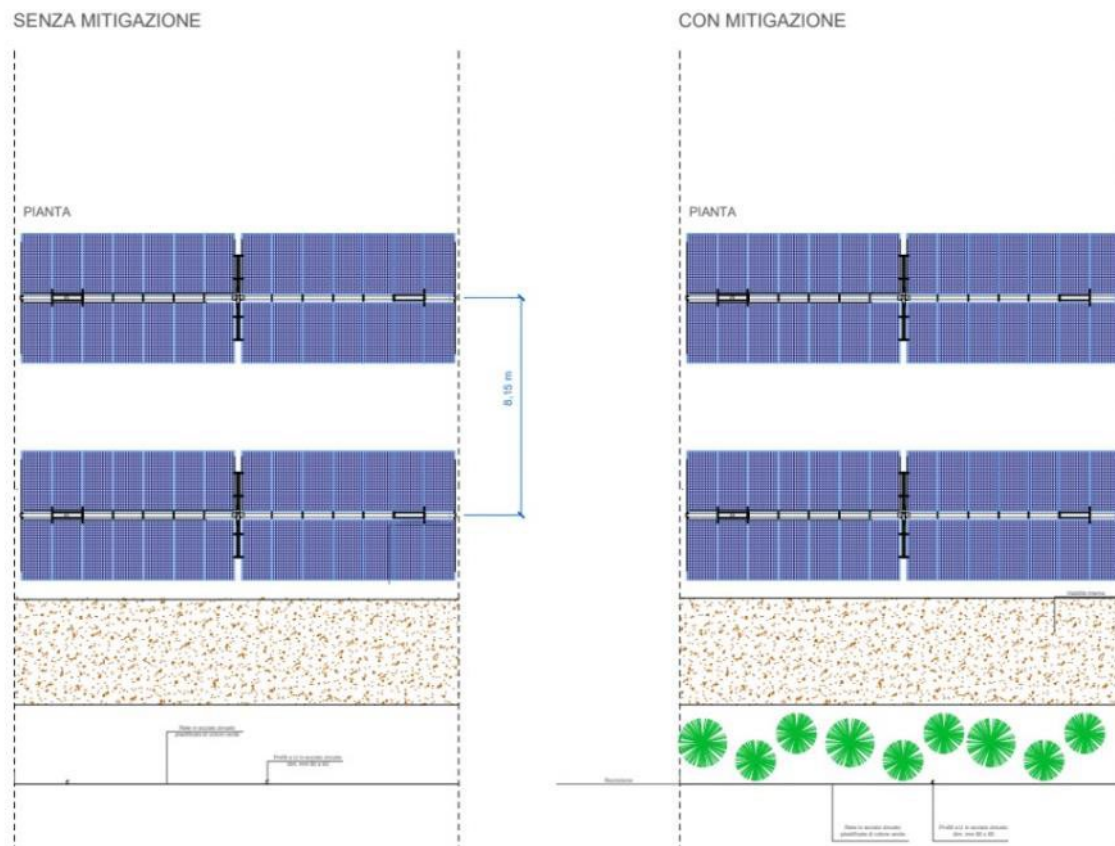
Lungo la fascia perimetrale dell'area oggetto di intervento sono previsti una serie di interventi atti a mitigare il possibile effetto impattante dell'impianto ed inserirlo nel contesto vegetativo e produttivo circostante.

Gli interventi sono così riassumibili:

- realizzazione di una fascia arbustiva costituita dalla ripiantumazione di specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti o di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso;
- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi. La manutenzione del manto erboso verrà fatta in sinergia con l'attività di raccolta del foraggio ed eventualmente quella di pascolo.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Viene di seguito rappresentato il confronto del layout tipo relativo alla fascia perimetrale con e senza opere di mitigazione, in pianta e prospetto.



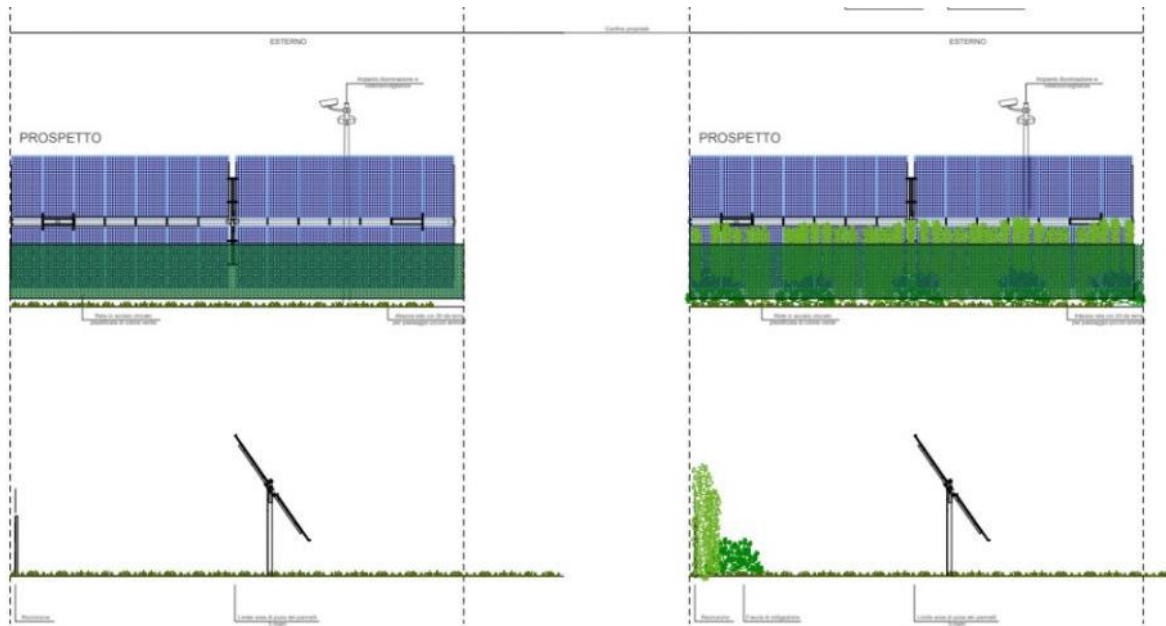


Figura 23: Layout fasce zone perimetrali impianto senza e con fasce di mitigazione.

Per la messa a dimora delle essenze arboree e arbustive che andranno a costituire la fascia verde lungo i bordi delle aree interessate dall'intervento, sarà necessario eseguire alcune lavorazioni preliminari per la preparazione del terreno, al fine di favorirne al meglio crescita e sviluppo.

Si procederà innanzitutto con una scarificazione leggera/erpatura al fine di rompere la crosta superficiale e eliminare le infestanti in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i filari della sistemazione a verde. Dopo questa lavorazione si scaveranno delle buche di adeguate dimensioni per contenere l'apparato radicale delle piante da mettere a dimora.

Al fine di ottenere migliori probabilità di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti il trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale. Se è vero che i trapianti primaverili presentano minori rischi di gelate sono altresì rischiosi per la minore probabilità del verificarsi di eventi precipitativi che riescano a favorire l'attecchimento delle piantine. Inoltre, la fase di risveglio vegetativo che le specie utilizzate attraversano nel periodo primaverile, la rende più vulnerabili alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Le piante da utilizzare saranno allevate in fitocella dell'età di 1/2 anni oppure in mastelli/vasetti. La scelta di piante di giovane età e di dimensione ridotta consente una risposta più rapida nell'attecchimento ed anche nel ristabilire un rapporto equilibrato tra chioma e radici ed una ripresa della crescita più rapida e vigorosa riducendo quindi la crisi da trapianto consentendo una maggiore possibilità di attecchimento.

Le piantine saranno messe a dimora in buche delle dimensioni di cm 40x40x40 per il lentisco, il mirto, e il corbezzolo.

Nella messa a dimora delle piante saranno eseguite le seguenti azioni:

preparazione delle buche per il trapianto precedentemente all'arrivo delle piante;

non danneggiare e/o rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;

scartare il materiale non idoneo;

predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;

formare attorno alla pianta una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo la messa a dimora in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla;

effettuare, se necessario, una ulteriore irrigazione post trapianto per eliminare le sacche di aria tra le radici, finalizzata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.

Disporre intorno alla piantina una pacciamatura organica, costituita da trinciato di legna e residui vegetali, che avrà il compito di proteggere il suolo dallo sviluppo di infestanti

Le piantine saranno dotate di un tutore, in legno o metallo, che servirà a mantenere il fusto in posizione verticale nei primi periodi della crescita e al contempo a fornire una protezione contro l'azione del vento.

Nel periodo immediatamente successivo alla messa a dimora e/o nei primi anni di vita dell'impianto verranno effettuate delle irrigazioni di soccorso, mediante l'impiego di autobotti che garantiranno, qualora le condizioni climatiche lo rendano necessario, l'apporto idrico indispensabile per ridurre le fasi di stress dovute al trapianto e avere conseguentemente una migliore risposta all'attecchimento.

I periodi successivi alla messa a dimora (soprattutto durante la primavera-estate e nel caso di stagioni particolarmente siccitose anche fino al mese di novembre, quindi autunno inoltrato) sono infatti particolarmente delicati ed è indispensabile garantire il giusto grado di umidità del terreno, evitando gli stress idrici per ridurre al minimo il rischio di moria delle piantine.

Gli interventi di irrigazione di soccorso verranno programmati in funzione di quello che sarà il decorso stagionale e verranno valutati sulla base dell'effettiva esigenza da parte delle colture.

La manutenzione delle sistemazioni a verde non si limiterà alla sola irrigazione periodica nel corso dell'anno e durante i periodi siccitosi, ma comprenderà anche la pulizia delle zone più limitrofe alle piantine da eventuali infestanti che si dovessero manifestare, qualora la distribuzione della pacciamatura organica citata in precedenza non dovesse essere sufficiente.

Inoltre, nei periodi di massimo sviluppo vegetativo e di necessità da parte delle piante, si provvederà, una tantum alla fertilizzazione del terreno interessato dalla sistemazione a verde, prediligendo l'impiego di concimi di tipo organico. A titolo puramente esemplificativo, uno dei prodotti che verrà utilizzato a tale scopo potrà essere il compost. Trattasi di un prodotto proveniente dal trattamento biologico del rifiuto organico che ha la prerogativa principale di essere un fertilizzante organico rinnovabile e caratterizzato da un buon contenuto medio di carbonio organico (25-27% s.s.). Il suo utilizzo può quindi dare un sensibile contributo per ripristinare il contenuto di sostanza organica nei suoli depauperati o semplicemente attenuare i fenomeni di perdita di carbonio organico.

Il reintegro della sostanza organica è solo uno dei benefici ambientali legati all'utilizzo del compost. L'impiego di questo fertilizzante organico contribuisce infatti anche ad apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti, quali azoto, fosforo e potassio (NPK).

Il compost è un prodotto, tra l'altro, che trova una forte applicazione nell'agricoltura biologica ai sensi del Regolamento CE 889/2008, a patto che non contengano fanghi (cfr. all.13 d.lgs.75/2010).

Riassumendo, nei 5 anni successivi all'impianto verranno effettuate le seguenti cure colturali necessarie per favorire lo sviluppo delle piante:

- lavori di pulizia dell'area di limitrofa alle piante da attuarsi a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici;
- potatura di formazione per favorire lo sviluppo in altezza delle piante, eliminando i doppi fusti e i rami laterali troppo sviluppati;
- rimpiazzo delle fallanze che potranno verificarsi nei primi anni successivi all'impianto;
- monitoraggio costante dello stato di salute delle piante ed eventuali trattamenti fitosanitari e nutritivi;
- eventuale reintegro della pacciamatura vegetale posta in prossimità della pianta.

La manutenzione delle piante consisterà inoltre in cicli di potatura per eliminare le appendici necrotizzate e per ringiovanire, di conseguenza, la chioma. Tutte le operazioni, in particolare quelle più delicate come gli interventi di potatura, dovranno necessariamente essere svolte da personale qualificato e specializzato.

L'insorgere di eventuali patologie andrà contrastato tempestivamente al fine di evitare danneggiamenti sia alla pianta interessata, sia alle essenze circostanti a causa di possibile diffusione dell'agente patogeno. Durante l'esecuzione degli interventi, qualora si rendessero necessari eventuali trattamenti fitosanitari, al fine di evitare quanto più possibile interferenze negative con l'ambiente e al fine di salvaguardare quanto più possibile la salute degli animali e delle persone, si prevedrà l'impiego di prodotti a basso o nullo impatto, e se possibile anche di prodotti compatibili con l'agricoltura biologica ai sensi del Reg. CE 834/2007 e s.m.i.

Le specie arbustive ed arboree da impiegarsi saranno preferibilmente autoctone o già presenti in zona; la scelta verrà effettuata nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti.

La scelta delle specie vegetali per la realizzazione di nuovi impianti è stata orientata dalle esigenze e dalle preesistenze dettate dall'ambiente di destinazione nonché dai benefici conseguenti in termini di resistenza ad agenti inquinanti, a fitopatie ed alla capacità di insediamento. Sulla scorta dei dati fitoclimatici della zona e dell'analisi paesaggistica dell'intorno, si è provveduto ad eseguire uno screening delle specie vegetali impiegabili nella sistemazione a verde sopra descritta.

Si prevede di realizzare una fascia di mitigazione costituita da specie arbustive; in maniera disomogenea e casuale si prevede l'impiego di piante di lentisco (*Pistacia lentiscus*), di mirto (*Myrtus communis*) e di corbezzolo (*Arbutus unedo*).

Di seguito vengono riportate le caratteristiche delle specie da impiegarsi con delle schede descrittive.

Mirto (*Myrtus communis*)

Il mirto è un arbusto sempreverde, o piccolo alberello, alto da 1 a 4 metri.

Ha normalmente un portamento cespuglioso ed è molto ramificato. La corteccia è di colore marrone-scuro o rossastra e si stacca a scaglie sottili. Il mirto è una pianta aromatica e dalle bacche e dalle foglie, soprattutto in Sardegna, si produce il liquore di mirto.



Figura 24: Mirto (*Myrtus communis*) in vegetazione.

Le foglie sono coriacee, opposte, semplici, a lamina ovale-lanceolata e margine intero. Queste sono verdi, lucide e glabre ed hanno numerose ghiandole aromatiche. La loro lunghezza è di 2-5,5 cm e la larghezza è di 1-3,5 cm con picciolo molto breve.

I fiori sono ermafroditi, coesistono quindi gli organi sessuali maschili e femminili; con lunghi stami e numerosi filamenti; profumati, sono solitari o appaiati e di colore bianco con sfumature rosate. La fioritura avviene nel periodo compreso tra maggio e luglio.

Il frutto del mirto è una bacca tondeggiate, allungata, grande 8-16 mm; il colore delle bacche è tipicamente nero-violaceo o più raramente bianco e contiene numerosi semi giallognoli. I frutti maturano nel periodo tra ottobre e dicembre e sono commestibili.

Il mirto è un arbusto diffuso nel mediterraneo, che vive in consociazione con altri elementi caratteristici della macchia, quali il lentisco ed i cisti, nella fascia litoranea e collinare. È una pianta che necessita di un clima mite ed è sensibile ai venti forti per cui lo si trova spesso localizzato nelle vallecole. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno. Tollera bene la siccità. In estate esprime il massimo della sua bellezza quando la sua chioma verdastra si riempie di deliziosi fiorellini bianchi.

Lentisco (*Pistacia lentiscus*)

Il Lentisco è un arbusto, o alberello, sempreverde alto tipicamente da 1 a 3 metri, e più raramente si spinge ad altezze anche di 8-9 metri.

La corteccia è di colore grigio-cenere nei rami giovani e bruno-rossastro nei rami adulti. La chioma è densa, molto ramificata, di forma globosa e di colore verde-opaco. Tutta la pianta ha un accentuato odore di resina. Il lentisco raggiunge età e dimensioni considerevoli se trova in natura il giusto ambiente.



Figura 25:Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) in vegetazione.

Le foglie sono coriacee, alterne, composte da un numero pari di foglioline (paripennate), in genere 3-8 paia, lunghe 27-30 mm e larghe 8-10 mm, a lamina ovale-lanceolata e margine intero; di colore verde-opaco e glabre sia nella pagina superiore sia in quella inferiore.

Il lentisco è una specie dioica, quindi con fiori maschili e femminili su piante diverse; riuniti in pannocchie, i fiori maschili sono rossastri e quelli femminili sono invece verdi. Fiorisce nel periodo compreso tra marzo e aprile.

Il frutto è una drupa ovoidea di 5-7 mm di diametro, di colore rosso-vivo e nere a maturità, contenente 1 seme. I frutti maturano in inverno.

Il lentisco preferisce ambienti luminosi e soleggiati, climi secchi, aridi ed asciutti con temperature elevate. Vegeta soprattutto lungo le coste ed in qualsiasi tipo di terreno. L'areale di diffusione comprende tutte le zone costiere del Mediterraneo, il Portogallo e le Isole Canarie. In Italia è diffuso nelle regioni del centro-sud.

Il lentisco si diffonde per seme, ma anche per polloni radicali. È una specie resistente al fuoco e grazie alle sue elevate capacità pedogenetiche è molto utile nella ricostituzione del manto vegetale. Gli usi di questa pianta oggi sono molto limitati; un tempo si utilizzava il legno per produrre ottimo carbone o direttamente per piccoli lavori di falegnameria, grazie alle sue proprietà e al suo bel colore rosso-venato. In passato dalla ebollizione e dalla spremitura dei frutti si estraeva un olio che veniva utilizzato sia per l'illuminazione che per l'alimentazione, mentre il tannino presente nelle foglie lo si impiegava nella concia delle pelli. La resina, ("mastiche di Chio"), che fuoriesce da incisioni della corteccia, è stata impiegata, nelle regioni del Mediterraneo, come sostanza da masticare, capace di purificare l'alito e rassodare le gengive. Attualmente la pianta viene utilizzata in erboristeria e nell'industria dei profumi.

Corbezzolo (*Arbutus unedo*)

Il corbezzolo è un arbusto o alberello sempreverde, alto da 1 a 8 metri circa.

Il tronco è corto, eretto e sinuoso con corteccia bruno-rossastra a scaglie sottili che si staccano. La chioma è densa di colore verde vivo, molto ramificata, con i rami giovani di colore rossastro. In condizioni di terreno favorevole raggiunge dimensioni notevoli.



Figura 26: Corbezzolo (*Arbutus unedo*) in vegetazione.

Presenta la caratteristica particolare di avere, in autunno, contemporaneamente i fiori ed i frutti; questi sono commestibili ma lassativi, da qui il nome scientifico unedo (dal latino unum edo cioè mangiarne uno solo!). Dai fiori del corbezzolo si ricava un ottimo miele amaro molto pregiato ed utilizzato per la cura delle malattie dei bronchi.

Le foglie sono coriacee, alterne, semplici, a lamina ovale-lanceolata e margine dentellato; la pagina superiore verde scura e lucida, quella inferiore più chiara, il picciolo è breve. Lunghe 10-12 cm e larghe 2-3 cm.

I fiori sono ermafroditi, coesistono gli organi sessuali maschili e femminili; sono disposti a grappoli penduli, di colore bianco-roseo a forma di orcio. La fioritura avviene da settembre a dicembre.

Il frutto è una bacca tondeggianti e rugosa di circa 2-3,5 cm di diametro con un lungo peduncolo; la polpa è tenera e gialla e contiene numerosi semi. Prima verde poi arancio-rosso a maturità. I frutti maturano a settembre ottobre e sono commestibili.

Il corbezzolo vegeta in regioni con clima caldo arido, è indifferente ai tipi di terreno. È diffuso nella regione mediterranea ma si estende nelle coste Atlantiche fino all'Irlanda. In Italia è presente in quasi tutto il territorio.

8. TECNICA DI COLTIVAZIONE

La presenza dei tracker deve essere considerata limitante la lavorabilità del terreno esattamente come può esserlo la presenza, ad esempio, delle file degli irrigatori in un impianto fisso di irrigazione o quelle dei pali dei filari in un vigneto.

Considerando l'altezza della struttura a pannelli in posizione orizzontale di 3,40 m (1,30 m alla massima inclinazione dei pannelli), adattando gli strumenti di lavoro sarà possibile operarvi anche al di sotto.

Dal punto di vista del riscontro sulla superficie agricola, il sistema dei tracker costituirà un ingombro semicontinuo sulla proiezione del suolo, ad eccezione dell'interfilare. Considerando una larghezza di circa 0,5 m complessivi di tara per ogni fila di trackers per non rischiare di danneggiare le strutture, la larghezza libera da ingombro tra una fila e l'altra sarà di 8 m.

Lo spazio di 0,5 m che circonda la struttura dei trackers in tutta la loro lunghezza non è coltivato, come detto in precedenza, ma sarà senz'altro inerbato e quindi utilizzabile come pascolo naturale.

Nei paragrafi seguenti sono descritti i criteri di identificazione e di gestione delle specie utilizzate per l'attività produttiva agricola, che saranno inserite nel piano colturale. Tale piano colturale si ritiene essere valido e sarà adottato per i primi anni di esercizio. Sarà successivamente e necessariamente sottoposto a revisione (con riferimento in special modo alle colture erbacee) dopo i primi anni di gestione, in funzione:

- delle esigenze operative dell'azienda;
- dei risultati economici, dell'andamento della domanda e delle dinamiche di prezzo dei prodotti;
- dei risultati operativi e delle esigenze di gestione delle colture, comprese le eventuali rotazioni colturali prescritte dalle norme di buona tecnica.

8.1. LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN CULTURA

L'analisi delle caratteristiche dei suoli e le visite in campo hanno evidenziato la presenza in quasi tutta la superficie dell'area aziendale di una diffusa pietrosità con clasti di dimensioni diverse.

Tale presenza, che è stata tollerata nell'ambito della gestione della superficie agricola effettuata negli anni passati, è invece incompatibile con le scelte colturali che si intendono realizzare nell'area ed anche con la presenza dei pannelli. Ridurre sensibilmente la pietrosità del sito significa anche proteggere operatori, macchine e pannelli da danni accidentali causati dal lavoro delle stesse macchine operatrici impegnate nei lavori agricoli.

Per questo, prima di procedere sia all'installazione dell'impianto fotovoltaico che alla messa a dimora delle colture è necessario effettuare una spietatura della superficie, allontanando tale componente litica in modo da migliorare la superficie da destinare all'agricoltura.

Questo sarà possibile farlo impiegando una frantumasassi da agricoltura, da accoppiare alla trattrice.

A titolo di esempio il modello Seppi Midipierre Frantumasassi utilizzabile con trattori agricoli di potenza compresa tra 80 e 130 Cv, riportato nelle foto, è in grado di sbriciolare sassi sino a 20 cm di diametro (quelli di dimensione superiore possono facilmente essere raccolti e accantonati) e lavora ad una profondità fino a 12 cm. Si tratta di una macchina operatrice accoppiabile alla presa di forza posteriore del trattore.

Tra le funzioni per le quali è stata progettata e costruita questa macchina vi sono il recupero di terreni agricoli, rinnovamento di campi coltivati e la preparazione del suolo per un successivo reimpianto.

E' una macchina molto adatta al lavoro in filari, quindi si presta bene (eventualmente) a lavorare sul terreno una volta installato l'impianto fotovoltaico.



Figura 27: Frantumassasi Seppi Midipierre.

In alternativa l'eccesso di scheletro può essere ridotto con l'utilizzo di una lama spietratrice, che provvede al prelievo del pietrame sempre abbinata ad una trattoria agricola.

Il pietrame estratto (eccetto naturalmente quello che sarà disgregato se si utilizza la frantumassasi) potrà essere utilizzato per la creazione del sottofondo della viabilità che si renderà necessario realizzare a servizio degli impianti. Un'altra destinazione del pietrame potrebbe essere la raccolta in andane lungo le linee di posizionamento dei tracker, cosa che però potrebbe creare eventuali problemi di movimentazione tra le file. Per tale ragione si preferiscono le soluzioni del riutilizzo del pietrame estraibile e dell'eventuale disgregazione in campo con la macchina operatrice frantumassasi sopraindicata.

Sarà inoltre necessario effettuare una concimazione di fondo con concimi, prediligendo ove possibile quelli organici, sulle fasce oggetto di coltivazione.

Nel caso si renda necessaria l'estirpazione di piante di bordure e frangiventi all'interno dell'azienda (sono quasi esclusivamente eucaliptus), il relativo materiale di risulta potrà essere frantumato e distribuito sul terreno per favorire la ricostituzione della sostanza organica del suolo, frammisto ad un concime organico contenente azoto (per evitare l'abbassamento eccessivo del rapporto C/N).

In fase esecutiva, preliminarmente alla realizzazione delle opere, sarà anche valutata la necessità di effettuare eventuali drenaggi, di completare la viabilità interna al fondo e di chiudere le parti di recinzione che attualmente sono cadute o aperte per effetto di una scarsa manutenzione, oltre ad eventuali altre operazioni che si dovessero rendere necessarie per la completa riattivazione della funzionalità produttiva aziendale.

8.2. COPERTURA VEGETALE DEL TERRENO

L'inerbimento, cioè copertura continua del terreno con un cotico erboso, è praticata in arboricoltura e in viticoltura con il fine di migliorare le condizioni del suolo. Si tratta di una tecnica di gestione del suolo ecocompatibile, che favorisce il miglioramento di tutta una serie di caratteristiche del suolo (favorisce l'incremento della sostanza organica, riduce la costipazione del terreno, trattiene alcune sostanze nutritive, migliora il drenaggio ecc).

Oltretutto le più recenti acquisizioni in materia di microbiologia del suolo evidenziano che le eccessive lavorazioni del terreno favoriscono la depauperazione e la sterilizzazione del suolo, la riduzione delle componenti microbiologiche "utili" dello stesso, e suggeriscono di mantenere il terreno coperto per 365 giorni all'anno, anche per le colture stagionali, utilizzando le cosiddette "colture di copertura" (cover crop).

Quello che si cercherà di fare portando avanti il piano di coltivazione proposto sarà sicuramente tenere il più possibile il terreno coperto da vegetazione e, a fine ciclo colturale, da residui delle coltivazioni. Questo per ottenere gli effetti benefici sopra richiamati.

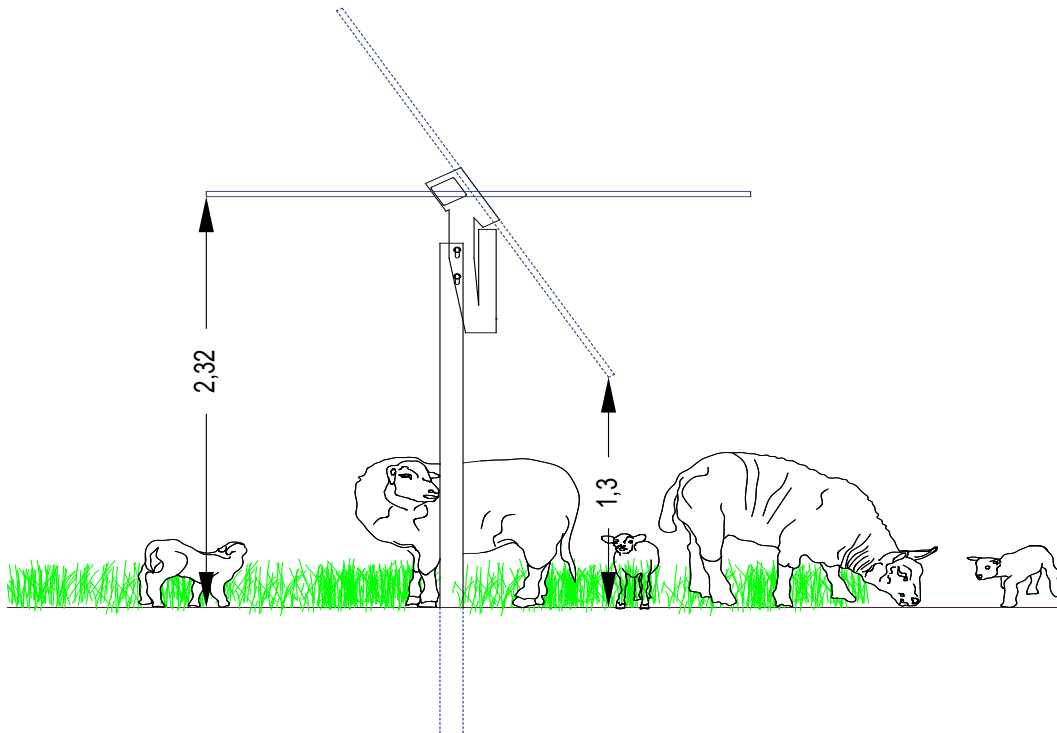


Figura 28: disegno cad con animali al pascolo nelle zone di impianto.

Il mantenimento della copertura vegetale continua anche attraverso la non eliminazione dei residui a fine coltura, e se possibile anche l'uso di cover crops, sarà applicato sulla superficie coltivabile ed anche sotto le file di posizionamento dei tracker, con una serie di utili effetti complessivi:

- mantenimento della fertilità e della componente organica e microbiologica del suolo;
- riduzione dell'azione erosiva delle piogge sul suolo;
- miglioramento della portanza e riduzione del costipamento del terreno;
- miglioramento del drenaggio superficiale e della capacità di accumulo idrico del suolo;
- riduzione dell'effetto albedo (riflessione della luce solare) con conseguente minore riscaldamento dei pannelli fotovoltaici (che producono energia in modo più efficiente a temperature meno elevate);
- produzione di una quota di materiale vegetale (erba e fieni) nella stagione autunno-primaverile, insilabile o utilizzabile come tale per gli animali;
- riduzione delle infestanti e delle necessità di lotta alle malerbe;
- scarse necessità di manutenzione.

L'aumento di evapotraspirazione di tale sistema è da considerare trascurabile, al netto dell'aumento di capacità di accumulo idrico e dell'eventuale comportamento di riposo estivo in condizioni di scarse disponibilità idriche. A tale proposito sarà compito del conduttore scegliere specie erbacee idonee per adattamento ambientale e ciclo biologico.

8.3. COLTIVAZIONE DELLE FORAGGERE

Fra le interfile dei trackers, lasciata la fascia di 0,5 m circa complessiva per ogni fila, come detto, nei paragrafi precedenti, invece sarà possibile una vera e propria coltivazione di specie erbacee da foraggio in purezza o

polifite, che richiedono pochi interventi per la gestione se non le lavorazioni presemina e le operazioni di raccolta.

In particolare, si opterà per leguminose a ciclo annuale o al massimo biennale come la sulla (che potrebbe avere bisogno del rizobio per adattarsi al meglio al terreno), la lupinella o autoriseminanti come il *Trifolium subterraneum*, loietto italico, avena strigosa e festuca arundinacea per quanto riguarda le graminacee. La sulla tra l'altro, oltre a produrre un ottimo foraggio, è anche una pianta mellifera di grande pregio.

Normalmente una volta all'anno sarà possibile il passaggio per lo sfalcio di raccolta dei foraggi, mentre a fine ciclo (annuale o poliennale) sarà possibile la risemina (con una nuova lavorazione del terreno, avendo cura siano lavorazioni leggere, o con la tecnica della semina su sodo che può essere utilizzata anche per l'eventuale trasemina su coltivazioni biennali).

Considerato che le leguminose favoriscono un arricchimento naturale dell'azoto organico del suolo tramite la simbiosi mutualistica con il batterio endofita *Rhizobium leguminosarum*, sarà anche applicabile il sovescio, cioè il rivoltamento del terreno con la leguminosa in fase di massimo sviluppo vegetativo, che però tende ad ossigenare eccessivamente il suolo e a ridurre la presenza dei microrganismi del suolo (il cosiddetto microbiota). In alternativa sarà possibile l'utilizzo della tecnica della crimpatura, che favorisce il disseccamento in campo delle piante, lasciando sul suolo tutte le sostanze nutritive utili.

Considerando che a fine ciclo o prima delle nuove semine, possono esservi dei residui colturali o dei giovani ricacci dovuti alle prime piogge di fine estate inizio autunno, si possono utilizzare diverse tecniche per permettere al terreno di giovare di questo prezioso apporto di materiale organico.

Una è la crimpatura, effettuata utilizzando dei particolari rulli chiamati crimper, che favorisce il disseccamento in campo delle piante, lasciando sul suolo tutte le sostanze nutritive utili. L'altra è la trinciatura, effettuata utilizzando delle trinciatrici, che attraverso un rotore dotato di mazze, martelli o coltelli provvede allo sminuzzamento dei residui o dei ricacci lasciandoli al suolo.



Figura 29: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente crimper e trinciatrice.

In entrambi i casi è necessario l'ausilio di una trattore agricola per l'effettuazione del lavoro, ed entrambe queste tecniche se effettuate all'inizio della stagione secca possono essere molto utili anche per mitigare in maniera importante il rischio derivante da possibili incendi.

La semina delle colture foraggere sarà effettuata utilizzando delle seminatrici di precisione, meglio ancora se anche pneumatiche, in grado di distribuire sia la semente che il fertilizzante.



Figura 30: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente con seminatrice adatta a terreno lavorato e seminatrice su sodo.

Nei mesi autunno-primaverili il cotico erboso potrà svilupparsi grazie alle auspicabili precipitazioni piovose stagionali. La presenza del manto erboso permetterà di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dei processi erosivi e allo stesso tempo consentirà la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulizia dei moduli).

Per le foraggere poste nell'interfila tra i trackers si farà ricorso allo sfalcio mediante una falciacondizionatrice, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento (disidratando parzialmente il foraggio) e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (strisce di foraggio disposte ordinatamente sul terreno).

In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio varie, e con diversa tipologia di attacco alla trattore. Esistono infatti falciacondizionatrici portate (ovvero attaccate ai 3 punti fissi del trattore, che possono essere frontali o anteriori), trainate (ovvero attaccate alla barra di traino del trattore), anteriori o laterali (ovvero attaccate ai tre punti anteriormente alla trattore agricola o attaccate ai tre punti posteriori nel caso di falciacondizionatrice laterale).



Figura 31: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente con falciacondizionatrice frontale e posteriore.

Si possono anche abbinare ad un'unica trattore una falciacondizionatrice anteriore ed una o addirittura due laterali posteriori. Per il funzionamento della falciacondizionatrice di qualsiasi tipo essa sia è necessario che il trattore sia fornito di presa di forza.

Per accelerare e favorire ulteriormente il processo di asciugatura del foraggio, già accorciato dall'utilizzo della falciacondizionatrice, sarà necessario girare il prodotto in andane attraverso l'utilizzo di giroandanatori.



Figura 32: esempio di trattore agricola a lavoro con giroandanatore.

Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imbballatura del fieno, che verrà effettuata circa 7 giorni dopo lo sfalcio. A titolo esemplificativo si porta l'esempio dell'utilizzo di una rotoimbattrice (presse cilindriche), macchina che ha una maggiore d'utilità rispetto alla imbattrice prismatica (presse a parallelepipedo).

La rotopressa imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1.50-1.80 m di altezza (se a camera variabile) e 1.00 m di profondità. La differenza tra camera variabile e camera fissa consiste nel fatto che quella a camera fissa imballa il prodotto sempre con le stesse misure di altezza e profondità, mentre quella a camera variabile consente di produrre balle altezze diverse in funzione delle esigenze aziendali o di mercato.



Dimensioni pressa			
Lunghezza, incl. espulsore balle	(mm)	3.590	3.860
Altezza	(mm)	2.000	2.350
Larghezza carreggiata min. / max.	(cm)	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205
Peso*	(kg)	2.070	2.390

Dimensioni della pressa			
Lunghezza	(m)	4,475	4,815
Larghezza / Altezza con pneumatici 380/55-17	(m)	2,415 / 2,79	2,415 / 3,05
Larghezza / Altezza con pneumatici 480/45-17	(m)	2,61 / 2,83	2,61 / 3,09
Larghezza / Altezza con pneumatici 500/55-20	(m)	2,85 / 2,76	2,85 / 2,985
Peso [max.]	(kg)	3.330	3.715

La rotopressa permette inoltre di produrre, qualora ci fosse la necessità, il foraggio utilizzando una particolare tecnica, ovvero quelle del fasciato. Dopo fatta la pressatura, stavolta del prodotto fresco quasi appena sfalcato, si provvede a rivestirlo di un film plastico con l'ausilio di una macchina chiamata fasciatore. Questa particolare tecnica permette di produrre foraggi anche in condizioni critiche, come ad esempio quelle in cui dovesse presentarsi la minaccia di un'imminente precipitazione piovosa nelle fasi successive lo sfalcio.

Essendo possibile, infatti, pressare e fasciare il prodotto fresco si eviterà che la pioggia rovini il raccolto causandone la perdita o danneggiandone le caratteristiche organolettiche.



Figura 33: esempio di fasciatore trainato ed abbinato in serie alla rotopressa.

La movimentazione delle rotoballe (in genere pari a 250 kg) sarà effettuata utilizzando un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche. Visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

Il prezzo di vendita del fieno di prima scelta si aggira attualmente su cifre comprese tra 0,15 e 0,20 €/kg, che, con una produzione per ettaro pari a 6 - 8 t (su superficie libera), equivarrebbe ad una PLV (Produzione Lorda Vendibile) pari a 900-1600 €/ha. Qualora si optasse per il fieno imballato fresco e poi fasciato le rese per ettaro sarebbero superiori.

8.4. TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA

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

Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Si deve considerare inoltre che le più recenti acquisizioni tecniche sulla gestione della fertilità del terreno stanno rivoluzionando l'approccio alla gestione del suolo, evidenziando l'opportunità di ridurre significativamente le lavorazioni del terreno, di favorire la copertura del suolo e l'accumulo della sostanza organica. Ciò lo si può ottenere attraverso le tecniche di agricoltura conservativa (minimum-tillage, no tillage o sod seeding ecc.), sia attraverso altre tecniche di agricoltura rigenerativa che privilegiano l'uso di colture di copertura e - anche per le colture arboree - il mantenimento di una copertura erbacea nell'interfila.

Si propone quindi la gestione del suolo con sopraccitate tecniche al fine di ridurre le lavorazioni (unendo così ad un vantaggio tecnico ed economico anche un significativo elemento di semplificazione organizzativa) limitandole allo stretto indispensabile o ove possibile eliminandole del tutto con la semina su sodo.

A ridosso delle strutture di sostegno risulta necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti, si propone l'uso delle covercrops (tecnica utile a limitare le infestanti) ove l'andamento stagionale pluviometrico lo permetta integrata con il taglio lungo l'interceppo; in alternativa sarà possibile adottare tecniche di trinciatura e/o fresatura dell'interceppo, come già avviene ordinariamente negli arboreti, tenuto conto però che tale pratica può risultare meno efficace per la fertilità e soprattutto più costosa e complessa dal punto di vista organizzativo.

Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie.

Nel caso dell'impianto della vegetazione di mitigazione sulla fascia perimetrale, si effettuerà un'operazione di scasso a media profondità (0.60-0.70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con ammendante compostato misto in quantità di almeno 50 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice.

Questo potrà garantire un apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto specie scelte.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali trinciatura, rullatura o semina, queste verranno effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta; pertanto, potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 20-30 cm.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari a m 8.15, e vista l'altezza da terra dei moduli in posizione orizzontale possiamo considerare questo spazio quasi come interamente libero (tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata), sarà inferiore in altre ore della giornata con i pannelli inclinati ma con l'utilizzo di attrezzature che possono lavorare anche lateralmente al trattore (vedi ad es. falciacondizionatrice portata laterale) si potrà operare comunque agevolmente. L'ampiezza dell'interfila consente pertanto un facile passaggio delle macchine trattrici.

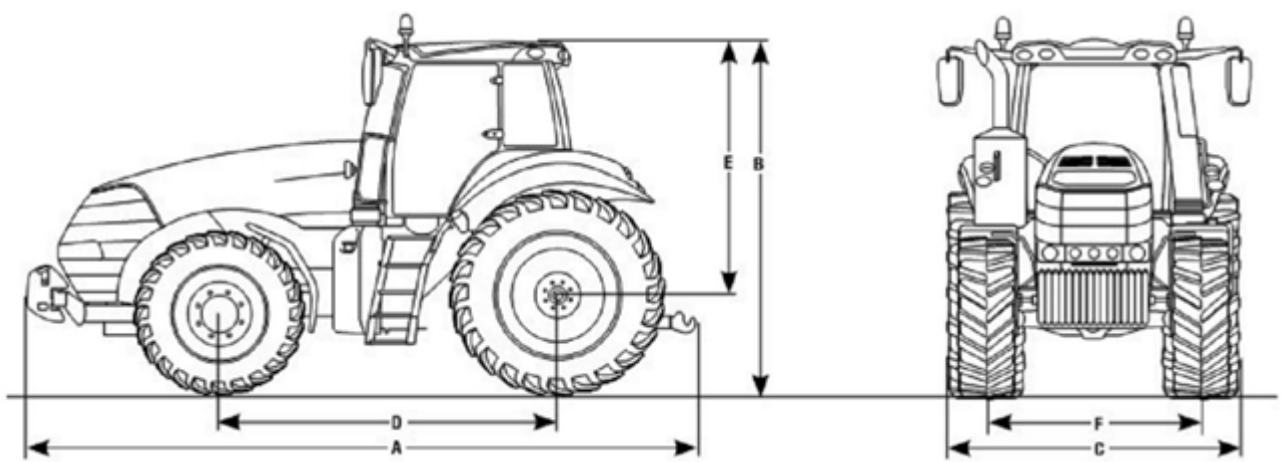


Figura 34: trattoria agricola Case NH modello Maxxum.

A titolo di esempio si citano due diverse trattorie agricole di dimensioni importanti. Il Case NH Maxxum nella sua versione più potente (190 cv) ha le seguenti misure:

Altezza totale con cabina (cm)	310
Lunghezza totale (cm)	484
Larghezza totale (cm)	282

Mentre queste sono le misure di una trattrice agricola Massey Ferguson:

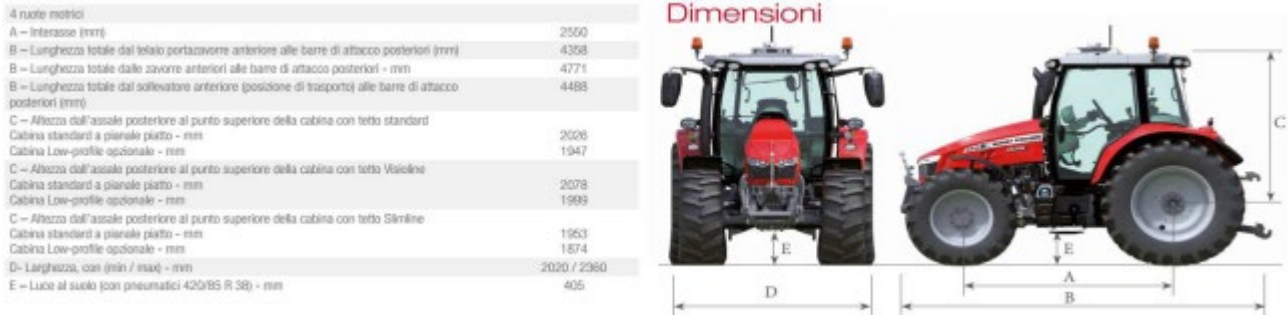
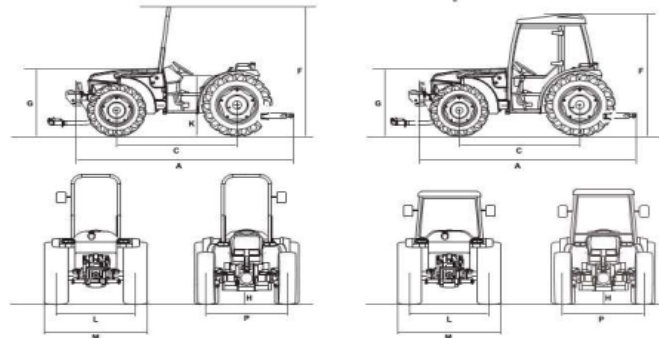


Figura 35: dati trattrice agricola Massey Ferguson.

Questi sono esempi di trattrici di grandi dimensioni adatti alle lavorazioni più importanti del terreno, come quelle da farsi prima della semina o nelle procedure di sfalcio e raccolta del foraggio.

Per lavori meno pesanti, come magari quelli di pulizia delle parti poste tra un palo e l'altro delle strutture dei tracker sono sicuramente più adatti trattrici da "frutteto", più bassi ed agili ed in grado di lavorare anche molto vicini a degli "ostacoli". A titolo di esempio si riporta il Goldoni Quasar.



		Quasar 90	
		versione bassa / version basse	
Dimensioni e Pesi* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur	3026
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	1398-1774
		Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau	2217
		Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24	2140
	F	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	1800
		Quasar 90 BA + Cabina SG1/I Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1/I Super Low profile + Pneus 340/65R20	855-1150
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège	1165
	G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre	275
	H	Luce libera da terra/Garde au sol	1871
	C	Passo/Empattement	1122-1498
	P	Carreggiata ant min max/voie avant min. max.	1048-1424
	L	Carreggiata post min max/voie arrière min. max.	2900
		Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins	2230
		Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	2230

*I dati sono calcolati con ruote posteriori 320/70R24 e anteriori 280/70R20
* Pneus arrière 320/70R24 et avant 280/70R20

Figura 36: dati trattrice agricola Goldoni modello Quasar.

Le trattrici e macchine operatrici necessarie per l'attività aziendale previste sono le seguenti:

Trattrice da frutteto	€ 40 000.00
Trattrice gommata 100 kW con elevatore e PTO frontale	€ 100 000.00
Fresatrice interceppo	€ 6 000.00
Aratro leggero	€ 8 000.00
Erpice snodato	€ 5 000.00
Seminatrice di precisione e su sodo	€ 35 000.00
Trinciasarmenti	€ 4 000.00
Rullo costipatore	€ 5 000.00
Irroratore per trattamenti biologici	€ 8 000.00
Spandiconcime a doppio disco	€ 5 000.00
Falcia-condizionatrice	€ 25 000.00
Carro botte trainato	€ 10 000.00
Rimorchio agricolo	€ 4 000.00
Compressore PTO con accessori per potatura e raccolta	€ 7 000.00
Roller-crimper trainato	€ 7 000.00
Attrezzi minori	€ 10 000.00
TOTALE	€ 266 000.00

Tabella 2: costo macchine ed attrezzature necessarie per lo svolgimento dell'attività agricola descritta.

Alcune di queste macchine, in particolare le trattrici, gli aratri, i carri, i rulli, potranno essere acquistati anche di seconda mano per risparmiare sui costi di acquisto.

9. OMBREGGIAMENTO

L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale dotati di pannelli bifacciali, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale, ma questo prescinde dalla presenza dei pannelli.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un fenomeno inevitabile, si ritiene avrà comunque effetti contenuti, sia perché la scelta colturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perché il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.

10. CONCLUSIONI

Il progetto agrivoltaico sopra descritto e presentato dal punto di vista agronomico, punta sul non stravolgimento delle tipologie di coltivazioni proposte rispetto a quanto fatto fino ad oggi da chi ha condotto il fondo e continuerà a farlo dal punto di vista agricolo anche dopo la realizzazione dell'impianto. La variazione dell'ordinamento colturale, pur rimanendo improntata sui seminativi, è stata fatta in ottica migliorativa anche in virtù di quanto previsto dalle indicazioni della nuova PAC.

La riduzione delle lavorazioni, unitamente agli altri interventi migliorativi della situazione attuale del terreno, alle rotazioni con leguminose (talvolta anche con leguminose mellifere) porterà sicuramente giovamento alla componente organica del terreno in un areale in cui i suoli sono tendenzialmente poveri di sostanza organica. La stessa fascia di mitigazione, costituita da essenze tipiche della macchia mediterranea, avrà un sicuro impatto positivo sull'intera area circostante. La presenza nella suddetta fascia del corbezzolo la rende attrattiva nei confronti delle api e questo potrebbe aprire un'interessante possibilità di diversificazione per la gestione agricola del fondo.



11. INDICE TABELLE

Tabella 1: dettaglio delle classi di capacità d'uso dei suoli	14
Tabella 2: costo macchine ed attrezzature necessarie per lo svolgimento dell'attività agricola descritta	49

12. INDICE FIGURE

Figura 1: immagine dell'area oggetto dell'intervento	3
Figura 2: copertina "Linee Guida"	4
Figura 3: Ortofoto dell'area	5
Figura 4: Inquadramento area su IGM.....	6
Figura 5: Inquadramento area su CTR	6
Figura 6: Estratto cartografia PUC Comune di Uta.....	7
Figura 7: Estratto area di intervento su base catastale.....	8
Figura 8: Planimetria di progetto su ortofoto.....	8
Figura 9: grafico temperature Stazione Meteo Decimomannu - Rete Arpas.....	9
Figura 10: grafico precipitazioni Stazione Meteo Decimomannu - Rete Arpas	10
Figura 11: Stralcio carta bioclimatica della Sardegna	11
Figura 12: La Sardegna nella mappa secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari	11
Figura 13: Classi di Land Capability e livello di intensità d'uso (da Mc Rae et Burnham, 1981 mod.)	13
Figura 14: tabella di conversione utilizzata nella realizzazione della Carta d'uso dei suoli della Sardegna	15
Figura 15: estratto http://www.sardegnaportalesuolo.it/webgis/ Carta dei Suoli della Sardegna 1:250000.	17
Figura 16: foto della parte bassa dell'area scattata con l'ausilio di un drone	18
Figura 17: Analisi del terreno tratte da DBSS.....	20
Figura 18: estratto carta d'uso dei suoli tratta da http://www.sardegnaportalesuolo.it/	22
Figura 19: foto aerea area vasta anni 1954/55.....	23
Figura 20: ortofoto area vasta 2019	24
Figura 21: foto della parte alta dell'area scattata con l'ausilio di un drone.....	25
Figura 22: foto recente dell'area, in una porzione del lotto lasciata incolta	25
Figura 23: Layout fasce zone perimetrali impianto senza e con fasce di mitigazione	34
Figura 24: Mirto (<i>Myrtus communis</i>) in vegetazione	36
Figura 25: Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i> L.) in vegetazione.....	37
Figura 26: Corbezzolo (<i>Arbustus unedo</i>) in vegetazione	38
Figura 27: Frantumasassi Seppi Midipierre	41
Figura 28: disegno cad con animali al pascolo nelle zone di impianto	42
Figura 29: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente crimper e trinciatrice	43
Figura 30: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente con seminatrice adatta a terreno lavorato e seminatrice su sodo.....	44
Figura 31: esempio di trattore agricola a lavoro rispettivamente con falciacondizionatrice frontale e posteriore	44
Figura 32: esempio di trattore agricola a lavoro con giroandatore.....	45
Figura 33: esempio di fasciatore trainato ed abbinato in serie alla rotopressa	46
Figura 34: trattore agricola Case NH modello Maxxum	47
Figura 35: dati trattore agricola Massey Ferguson.....	48
Figura 36: dati trattore agricola Goldoni modello Quasar	48