

COMUNE DI MORES

(PROVINCIA DI SASSARI)

**Progetto di realizzazione di un impianto agri-
voltaico da 14.602,00 kWp denominato Agri-
voltaico “ Mores 1”**

STUDIO PRELIMINARE - RELAZIONE AGRONOMICA

Data: DICEMBRE 2023

Il Committente
Ulysses Energy

Il tecnico
Ignazio Marco Atzeni
Dottore agronomo



PREMESSA

La presente relazione agronomica è stata redatta dal sottoscritto Dottore Agronomo Ignazio Marco Atzeni, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Oristano Sez. A con il n. 98, con studio a Sanluri, Via Pergolesi n. 8 e a Tempio Pausania, Via Grazia Deledda n. 4/C nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto agri-voltaico da 14.602,00 kWp denominato AGRIVOLTAICO "Mores 1".

Il proponente e titolare della proposta progettuale è la Ulysses Energy, società operante nel settore della progettazione di impianti per la produzione di energie rinnovabili.

Prima di redigere la presente relazione sono stati effettuati diversi sopralluoghi in situ per verificare l'uso attuale del suolo e valutare l'utilizzazione agronomica futura ed il contesto nel quale le opere si inseriranno.

L'obiettivo del presente elaborato è pertanto quello di fornire un quadro sull'uso attuale della superficie interessata dal progetto e delle eventuali soluzioni agronomiche da svilupparsi in fase progettuale.

CONTESTO NORMATIVO

Il concetto di agrivoltaico è stato concepito teoricamente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow al Fraunhofer Institute (organizzazione tedesca che raccoglie sessanta istituti di scienza applicata, Ndr) nel 1981. Questi hanno ipotizzato che i collettori di energia solare e l'agricoltura potevano coesistere sullo stesso terreno con vantaggi per entrambi i sistemi.

Il primo impianto pilota è stato installato a Montpellier, in Francia, nella primavera del 2010. In anni recenti il Fraunhofer Institute ha poi realizzato diversi progetti pilota, tra cui uno nel 2016 presso il lago di Costanza.

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate con particolare attenzione delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti agrivoltaici per la produzione di energia rinnovabile. L'Unione Europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU. Il 10 novembre 2017, in Italia, è stata approvata la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale, fino al 2030. Questa contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni CO₂;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e

integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2021), nel quadro del pacchetto “Energia pulita per tutti gli europei”, finalizzata a fare dell’Unione Europea il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare a coadiuvare l’UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell’accordo di Parigi sui cambiamenti climatici.

La nuova direttiva stabilisce un ulteriore obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che deve essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023.

Gli stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nei piani nazionali decennali per l’energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione Europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l’obiettivo complessivo dell’UE.

I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli Stati membri dell’UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

A livello nazionale, la categoria degli impianti agrivoltaici ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e la peculiarità rispetto ad altrettipologie di impianti. Infatti, l’articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la recentissima L. 108/2021, anche definita governance del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agrivoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia green, ammesso a beneficiare delle premialità statali.

Nel dettaglio, gli impianti agrivoltaici sono impianti che “*adottano soluzioni integrative innovative con montaggio di 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*”. Inoltre, sempre ai sensi della succitata legge, gli impianti devono essere dotati 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”.

Tale definizione imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agrivoltaico con moduli elevati da terra, in modo da consentire la coltivazione delle intere superfici interessate dall’impianto.

Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale all’altezza di elevazione dei pannelli da terra, idonea a consentire la pratica agricola ma tale norma deve essere letta insieme alla normativa storica, e tuttora attuale nella sostanza, che ha definito questo settore in Italia. Tradizionalmente, infatti, gli impianti fotovoltaici si distinguevano, nei fatti, e a livello normativo, in “impianti a terra”, ovvero con moduli al suolo, ed impianti integrati”, montati sui tetti o sulle serre agricole.

Finora la diffusione degli impianti agrovoltaiici è stata ostacolata da un'apposita esclusione normativa al sistema degli incentivi. Fortunatamente l'ultima legge di semplificazione per l'applicazione del PNRR di cui sopra ha inserito anche l'agrovoltaiico, in possesso di determinati requisiti, tra le tecnologie dedite alla produzione di energia rinnovabile incentivabili.

Gli incentivi statali (di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28) vengono ora estesi anche agli impianti fotovoltaici in ambito agricolo (o agrovoltaiici), a patto che sia verificata la contemporanea presenza delle seguenti 3 condizioni:

- uso di soluzioni innovative;
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l'attività agricola e pastorale);
- abbiano sistemi di monitoraggio che consentano di verificarne l'impatto ambientale.

Il 27 giugno 2022 il MITE ha pubblicato le "Linee Guida in materia di impianti agrovoltaiici" al cui interno sono stati specificati alcuni importanti requisiti degli impianti agrovoltaiici (le "Linee Guida"). Il documento è stato predisposto nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MITE e composto da:

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

Secondo la definizione fornita dal MITE, l'impianto agrovoltaiico consiste in "impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione".

Accanto al concetto di impianto agrovoltaiico il MITE ha introdotto anche due ulteriori concetti:

- **Impianto agrovoltaiico avanzato:** impianto agrovoltaiico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

1. **adotta soluzioni integrative innovative** con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di **agricoltura digitale** e di **precisione**;

2. prevede la contestuale **realizzazione di sistemi di monitoraggio** che consentano di **verificare l'impatto** dell'installazione fotovoltaica sulle colture, **il risparmio idrico**, **la produttività agricola** per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, **il recupero della fertilità del suolo**, **il microclima**, **la resilienza ai cambiamenti climatici**;

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

Ai sensi del paragrafo 2.2. delle Linee Guida, i requisiti tecnici da rispettare per poter realizzare un impianto agrivoltaico variano a seconda della tipologia di impianto. In particolare, il MITE ha previsto 5 requisiti:

- requisito A: adozione di configurazioni spaziali e strumenti tecnologici che valorizzino il potenziale produttivo sia agricolo che energetico;
- requisito B: produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromissione della continuità dell'attività agricola e pastorale;
- requisito C: adozione di soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni sia in termini energetici che agricoli;
- requisito D: dotazione 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: dotazione 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.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di intervento è ubicata nel territorio del Comune di Mores, in Località Su Campu.

L'ambito territoriale è quello del Meilogu-Logudoro.

L'area che verrà interessata dalla posa in opera dell'impianto agrivoltaico ricade, secondo lo strumento urbanistico vigente del Comune di Mores, il PUC, in zona "E - Agricola".

Cartograficamente l'area di progetto è inquadrata come segue:

- Foglio I.G.M. N. 480 Sez. I denominato "Mores";
- Foglio C.T.R. N. 480070 denominato "Ittireddu".

Le coordinate del sito oggetto di intervento sono le seguenti: Lat. 40° 32' 11.00" N ; Long. 8° 51' 01.00" E.

Si propone di seguito un inquadramento dell'area su foto aerea



Figura 1: Inquadramento area su foto aerea

Il sito oggetto di interesse dista, in linea d'aria, dal centro abitato di Mores, circa 1,7 km. Il corpo aziendale è raggiungibile, dal centro abitato, percorrendo la Strada Statale SS 128 bis in direzione est per circa 1 km; si prende quindi la S.P. 47 procedendo sempre in direzione est e la si percorre per circa 1,5 km giungendo così al sito oggetto di intervento.

Come menzionato, l'area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Mores in zona agricola. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati e da capannoni e fabbricati per uso agricolo. La giacitura dell'area in cui è inserito il corpo fondiario in esame è prevalentemente pianeggiante, con modeste acclività solo in alcuni tratti, ed è quindi compatibile con l'intervento di mezzi meccanici per lavorazione del terreno e per una buona gestione agronomica delle colture che si intendesse impiantare. L'esposizione del corpo fondiario è a ovest – nordovest. In generale, le caratteristiche morfologiche del fondo e quelle pedologiche e strutturali del suolo si presentano quindi idonee ad ospitare diversi tipi di coltura con ottimi risultati. Attualmente i terreni oggetto di intervento sono caratterizzati dalla presenza di erbai misti di graminacee e leguminose dedicati alla produzione foraggera sia tramite il pascolamento che tramite fienagione e destinate all'alimentazione zootecnica. In passato venivano coltivati grano e altri cereali da granella.

Da un punto di vista catastale, il corpo fondiario oggetto di intervento, sul quale verrà realizzato l'impianto agrivoltaico, risulta inquadrato come segue:

<i>Comune censuario</i>	<i>Sez.</i>	<i>Foglio</i>	<i>Mappale</i>	<i>Sup. catastale (ha)</i>
Mores		16	139	00.53.82
Mores		16	158	01.26.66
Mores		16	159	00.30.16
Mores		16	172	00.86.76
Mores		16	217	00.19.00
Mores		16	230	03.55.92
Mores		17	38	03.97.63
Mores		17	39	01.38.41
Mores		17	40	01.34.96
Mores		17	41	00.88.85
Mores		17	42	00.65.95
Mores		17	43	00.32.03
Mores		17	44	00.76.26
Mores		17	45	00.32.00
Mores		17	46	02.29.59
Mores		17	47	00.65.39
Mores		17	148	03.38.81
Mores		17	150	00.04.75
Mores		17	151	00.00.20
Mores		17	157	00.06.40
Mores		17	158	00.80.07
Mores		17	166	00.15.57
Mores		17	168	00.08.27
Mores		17	169	00.00.40
Mores		17	246	08.86.73
Mores		17	247	00.00.39
TOTALE				32.74.98

La superficie complessiva a disposizione dell'impianto agrivoltaico sarà pari, invece, a **32.59.92** mq.

CARATTERISTICHE CLIMATICHE

Il clima dell'intera area in esame è di tipo mediterraneo con inverno umido ed estate asciutta e molto calda. Esso è caratterizzato da un decorso primaverile-estivo siccitoso e da una concentrazione delle piogge nel periodo autunno-invernale. Le precipitazioni medie annuali si attestano intorno ai 600 mm di pioggia, mentre quelle nevose sono sporadiche e di lieve entità. Le temperature minime possono raggiungere, in alcuni momenti, i 0°C, mentre sono frequenti le brinate invernali; le temperature massime estive si riscontrano soprattutto nel mese di luglio con picchi di 42-43°C. I venti dominanti sono rappresentati essenzialmente, per frequenza ed intensità, dal Maestrale, seguono la Tramontana e il Ponente.

Piovosità

Il mese più piovoso è quello di novembre, con piogge medie di 104 mm, seguito da quelli di dicembre e ottobre, con piogge medie che si attestano tra i 89 mm e i 76 mm. Il periodo estivo, può presentarsi, a seconda dell'annata, completamente privo di precipitazioni, specialmente per il mese di luglio (piogge medie di 5 mm), seguito da giugno e agosto (entrambi 13 mm). Tenzialmente, la stagione piovosa dura circa 9 mesi, dalla fine di agosto alla prima decade di giugno.

Temperatura

Per quanto concerne le temperature nella zona ricadente l'area oggetto di studio, queste non si discostano significativamente dal resto del territorio isolano. La stagione fresca dura dai 4 ai 5 mesi, avente come mese più freddo quelli di gennaio e marzo, con temperatura media minima di 4°C e temperatura media massima di 13°C. La stagione calda dura poco meno di 3 mesi, da metà giugno a metà settembre, con temperatura media massima che supera i 28°C; il mese più caldo in assoluto è quello di luglio, con temperatura media massima di 31°C e minima di 18°C.

Secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna redatta dal Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi del Dipartimento Meteorologico dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna (ARPAS) in collaborazione con l'Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, e l'Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, l'area nel quale ricade il sito oggetto di intervento si trova nell'isobioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico e più precisamente nel "Mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato".

Di seguito stralcio della Carta Bioclimatica della Sardegna con l'individuazione del sito oggetto di intervento

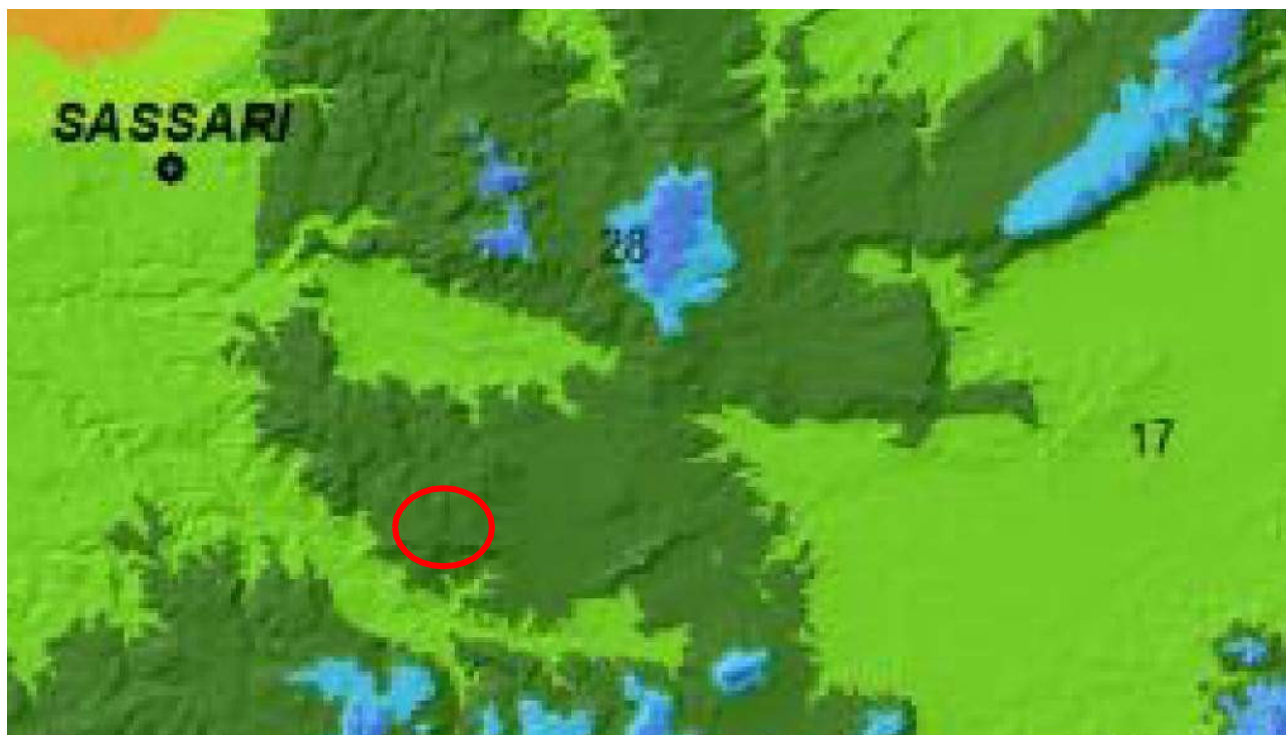


Figura 2: Inquadramento area su Carta Bioclimatica della Sardegna

Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a).

La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione (Marrou et al., 2013b). La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Tuttavia, le specie ad elevata esigenza di radiazione sono sicuramente poco adatte alla coltivazione sotto una copertura fotovoltaica.

La copertura fotovoltaica potrebbe anche proteggere le colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapo- traspirazione delle colture.

Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture.

La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di

diventare più frequenti con i cambiamenti climatici. L'ombra fornita dai pannelli solari, inoltre, riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo (particolarmente vantaggiosa nella stagione calda). A seconda del livello di ombra, è stato osservato un risparmio idrico del 14- 29%. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate torride.

Al di sotto dei pannelli si crea un microclima favorevole al mantenimento della giusta umidità di crescita delle piante, evitando bruschi sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte e smorzando l'attività del vento. La stessa umidità, poi, tiene sotto controllo anche la temperatura dei pannelli stessi, permettendone il raffreddamento e scongiurandone il surriscaldamento, responsabile di una sensibile perdita di resa da parte dell'impianto.

Una serie di ricerche portate avanti dall'Università dell'Arizona hanno dimostrato che l'ombra prodotta dai moduli giova profondamente alla produzione agricola.

CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Il suolo in esame ricade, secondo la Carta dei Suoli della Sardegna (A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca, 1991), nelle seguenti unità di paesaggio:

- unità di paesaggio e substrato "D" ossia "Rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante, colluvi" e più precisamente nell'unità cartografica 15 "Rock outcrop Lithic Xerorthents" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988, "Rock outcrop Eutric e Litich Leptosols" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988". Questi suoli sono caratterizzati da roccia affiorante e suoli a profilo A-C, A-R e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, neutri, saturi;
- unità di paesaggio e substrato "G" ossia "Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali" e più precisamente nell'unità cartografica 22 "Lithic Xerorthents" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988, "Eutric e Lithic Leptosols Calcaric Regosols Rock outcrop" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988". Questi suoli sono caratterizzati da Profili A-C, roccia affiorante e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, permeabili, subalcalini, saturi;
- unità di paesaggio e substrato "L" ossia "Paesaggi su alluvioni (a), (b), (c)" e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei (d) dell'Olocene" più precisamente nell'unità cartografica 29 "Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988, ""Eutric, Calcaric e Mollic Fluvisols" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988". Questi suoli sono caratterizzati da Profili A-C, e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

Di seguito si riporta stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna con l'individuazione dell'area in esame.

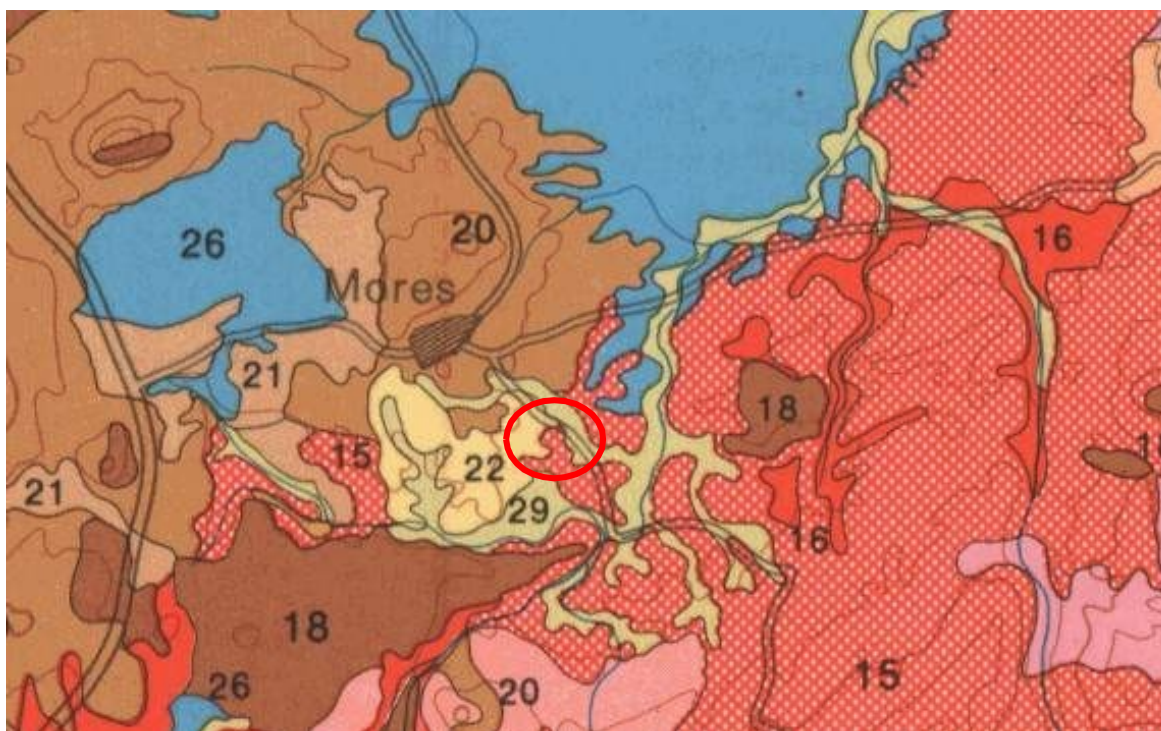


Figura 3: Inquadramento area su Carta dei Suoli della Sardegna

DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DEI LUOGHI

Come menzionato, il sito di intervento è localizzato nel territorio comunale di Mores (SS), nell'area del Meilogu-Logudoro. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e sub-collinare. Il sito è localizzato nelle vicinanze del centro abitato di Mores, a Sud-Est dello stesso. L'area presenta complessi coltivati, con presenza di capannoni e fabbricati per uso agricolo ad indirizzo prevalentemente, se non esclusivamente, zootecnico.

L'agricoltura ad indirizzo zootecnico-foraggero rappresenta la principale fonte di reddito dell'economia locale, pertanto l'area, come accennato, è a vocazione prevalentemente agricola, con presenza di aziende zootecnico-foraggere con allevamenti ovini, bovini, suini e caprini. La giacitura dell'area in cui è inserito il corpo fondiario in esame è prevalentemente pianeggiante- subcollinare; in ogni caso, la pratica agricola, anche meccanizzata, non è compromessa, pertanto le lavorazioni del terreno per una buona gestione agronomica delle colture, sono assicurate. L'esposizione del corpo fondiario è a Est – Sudest.

L'area oggetto di intervento presenta gran parte della propria superficie destinata a seminativo con la coltivazione di avena, orzo, erbai misti (specie trifoglio).

L'area si presenta sufficientemente livellata e con giacitura pressoché pianeggiante, pertanto si presenta sufficientemente idonea ad ospitare il generatore fotovoltaico.

Di seguito alcune foto rappresentative del sito oggetto di intervento.







Foto n. 1,2,3,4,5,6 e 7: foto rappresentative dell'area oggetto di intervento

PIANO CULTURALE IN PROGETTO

Compatibilmente con l'uso del suolo attuale, la parte agricola dell'impianto agrivoltaico sarà sempre destinata alla coltivazione di colture foraggere. Di seguito vengono descritte le colture previste in progetto, ossia foraggere annuali consociate di leguminose e graminacee (trifoglio/loietto, avena

da foraggio/veccia). L'area di ingombro occupata dai pannelli ammonterà a circa ha 06.98.06 ha (con rapporto pari al 21,41% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento), mentre la superficie effettivamente interessata dalle colture foraggere sarà pari a ha 11.38.74 (con rapporto pari al 34,93% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento). Il numero dei moduli sarà pari a n. 20.860 della potenza singola di 0,700 kWp. La superficie captante vera e propria sarà costituita da ha 05.94.51.

Le altre superfici dell'area a disposizione dell'impianto saranno costituite da:

- fascia di mitigazione (per una superficie pari a ha 05.21.30 con rapporto pari al 15,40% rispetto alla superficie lorda oggetto di intervento);
- viabilità (per una superficie pari a ha 00.22.53 con rapporto pari al 0,69% rispetto alla superficie lorda oggetto di intervento);
- area non interessata da interventi (per una superficie pari a ha 08.67.22 con rapporto pari a 26,61% rispetto alla superficie lorda oggetto di intervento).

La struttura dell'impianto fotovoltaico in progetto sarà del tipo ad inseguimento monoassiale. Di seguito un particolare della disposizione dei pannelli in campo.

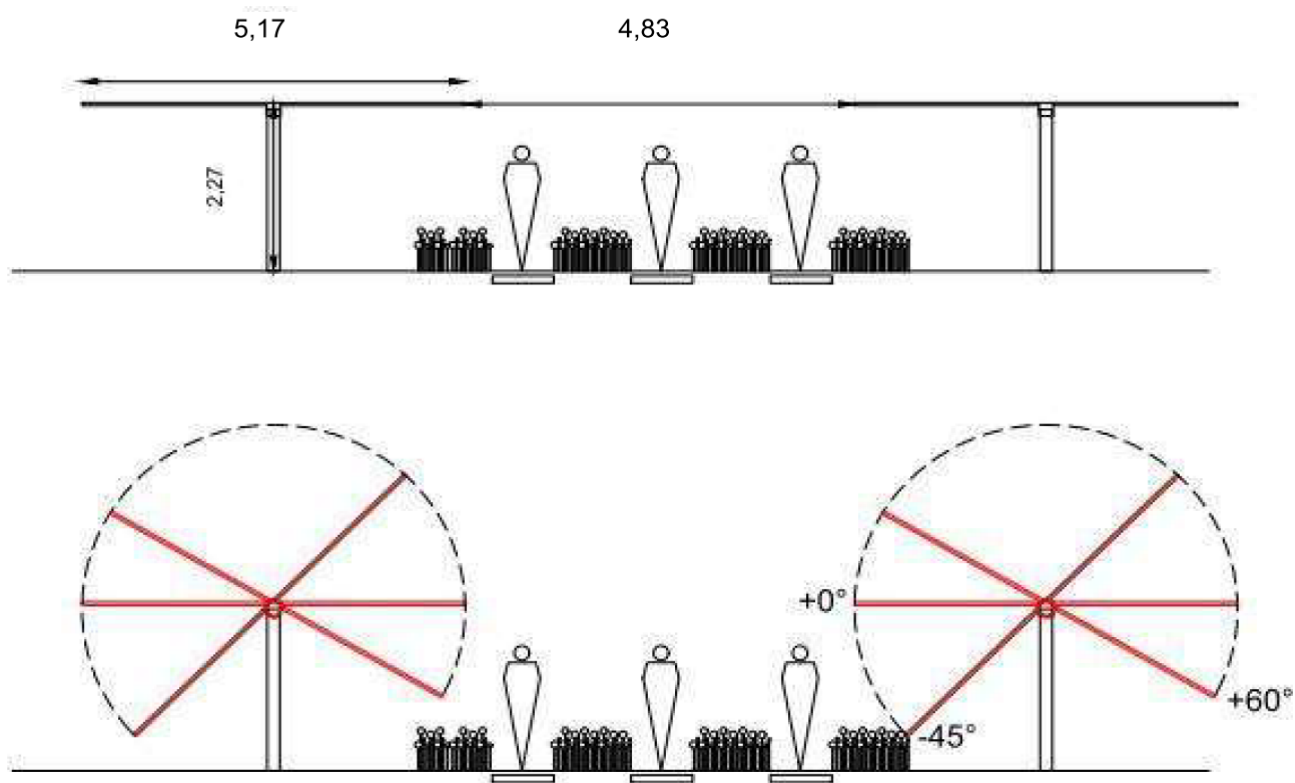


Figura 4: Particolari della disposizione dei pannelli in campo

Come si può vedere, il pitch, ossia la distanza tra i filari di pannelli è pari a 10 metri. La distanza massima dei pannelli da terra in posizione orizzontale sarà pari a 2,27 metri.

L'inerbimento tra le interfile sarà di tipo artificiale, ottenuto dalla semina di miscugli di 4 specie autunno-vernine ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio) o *Vicia sativa* (veccia) per quanto riguarda le leguminose;
- *Lolium multiflorum* var. *italicum* (loietto italico) o *Avena sativa* L. (avena) per quanto riguarda le graminacee.

L'impianto degli erbai avverrà all'inizio dell'autunno. A seguito delle lavorazioni preparatorie del terreno (aratura, erpicatura, rullatura ecc.), la semina verrà effettuata mediante l'impiego di seminatrici di precisione avente una larghezza di massimo 4,00 m dotata di serbatoi distinti per le varie specie foraggere da impiegarsi.

Per l'esecuzione delle lavorazioni di preparazione del terreno e per la semina, in considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere si ricorrerà all'utilizzo di una trattrice gommata convenzionale della potenza nominale di almeno 120 CV e dotata di cabina. La produzione foraggera sarà destinata sia ad essere sfalcata per operazioni di fienagione, sia al pascolamento. Il pascolamento avverrà da parte di bestiame di proprietà di terzi.

La superficie foraggera sarà suddivisa in più settori in modo che, a rotazione, venga garantita la "messa a riposo" per un periodo non inferiore all'anno; questo per evitare fenomeni di "stanchezza" del terreno e garantire il mantenimento della fertilità del suolo secondo la buona pratica agronomica. In particolare, data la superficie a disposizione dell'impianto agrivoltaico pari a ha 32.59.92, verranno individuati quattro settori più o meno della stessa superficie e pari a circa ha 8. La superficie effettivamente interessata dalle colture foraggere all'interno di questi lotti così individuati sarà pari a circa 3,48 ettari. Le colture foraggere verranno gestite in asciutto.

Per quanto riguarda la tecnica di pascolamento, si ricorrerà a quella a rotazione, in modo tale che gli animali non insistano troppo sullo stesso appezzamento (sovrapascolamento), per garantire il giusto sviluppo vegetativo delle essenze pabulari.

Per una corretta gestione della superficie foraggera, la stessa verrà suddivisa in quattro settori; questi saranno delimitati da delle recinzioni elettriche a basso voltaggio al fine di impedire lo sconfinamento in altri settori. La banda di elettrificazione avrà un'altezza di 1,05 metri e sarà sorretta da picchetti per bande da posizionarsi ogni 5 metri.

La banda di elettrificazione verrà alimentata da elettrificatori a batteria con basso voltaggio aventi una autonomia di 10.000 ore. Lo scopo di realizzare una recinzione elettrificata, a basso voltaggio, è quello di creare una barriera psicologica per evitare lo sconfinamento da parte del bestiame.

La recinzione sarà costituita da un elettrificatore che eroga gli impulsi elettrici, dai cavi di collegamento per lo stesso alla recinzione, dal sistema di messa a terra composto da uno o più pali collegati tra di loro, e dalla struttura vera e propria composta a sua volta da pali, isolatori, fili conduttori, ecc.

Il meccanismo di funzionamento sarà il seguente. L'elettrificatore lancia impulsi elettrici lungo i fili

della recinzione. L'impulso elettrico, se non ci sono grosse dispersioni, si esaurisce sulla recinzione. Quando l'animale tocca la recinzione chiude il circuito, come fosse un interruttore, e l'impulso elettrico attraversa lo stesso e, mediante il terreno, fluisce verso il sistema di messa a terra e ritorna all'elettrificatore. Quando l'animale tocca la recinzione elettrica riceve una scossa che gli causa un lieve dolore, facendolo allontanare. Questo tipo di recinzione non sarà fisso, ma del tipo amovibile in modo che il gregge venga spostato con facilità da un settore all'altro.

Come su indicato, i terreni dediti alla coltivazione delle colture foraggere verranno sia pascolati che destinati alle operazioni di fienagione. Per l'esecuzione delle operazioni di fienagione, verrà utilizzata la stessa trattrice da 120 CV su descritta.

Le operazioni di fienagione seguiranno lo schema classico che prevedono l'impiego delle seguenti macchine: macchine per lo sfalcio, macchine per il rivoltamento e la messa in andana e macchine per la raccolta. Si ricorrerà all'impiego, però, di macchine operatrici all'avanguardia e di recente introduzione sul mercato al fine di massimizzare sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo l'intero processo.

Per le operazioni di sfalcio si ricorrerà all'impiego di una falciacondizionatrice a flagelli. Trattasi di una macchina con flagelli che sfibrano le strutture maggiormente coriacee della pianta (sostanzialmente gli steli) favorendo l'evaporazione dell'acqua contenuta grazie all'aumento della superficie utile per lo scambio termico. L'essiccazione del foraggio è pertanto più veloce rispetto alle modalità di fienagione tradizionali con una riduzione dei tempi stessi di essiccazione e riducendo il rischio di essere esposto a delle intemperie.

Verrà usata una falciacondizionatrice del tipo frontale da applicare anteriormente ed in posizione orizzontale rispetto alla trattrice da 120 CV da impiegarsi.

SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio che verrà adottato permetterà di raccogliere i dati sulle colture previste in progetto e sulle condizioni ambientali che influiscono sulla resa delle colture stesse.

Questo sistema di monitoraggio servirà per decidere eventuali azioni sulle colture foraggere quali, ad esempio, un intervento di fertilizzazione.

Il sistema di sensoristica verrà installato in campo aperto; perciò tutti i componenti verranno isolati in maniera opportuna in modo da essere in grado di resistere ai fattori esterni. La trasmissione dei dati verrà garantita 24 h su 24.

Il sistema di monitoraggio sarà composto dai seguenti elementi.

Innanzitutto ci saranno dei sensori che misureranno fattori ambientali quali umidità/temperatura del terreno. Questi sensori saranno integrati all'interno di colonnine meteo (stazioni meteo) che verranno disposte in più punti del corpo fondiario destinato ad accogliere l'impianto agrivoltaico.

In particolare le stazioni meteo che si prevede di impiegare saranno dotate di anemometro (in grado di misurare intensità media/raffica, direzione del vento), pluviometro (in grado di misurare pioggia cumulata e intensità di precipitazione) e sensometri in grado di misurare la bagnatura fogliare (bagnatura su faccia superiore ed inferiore), la radiazione solare (globale, UV, PAR),

l'umidità, la temperatura del terreno e la pressione atmosferica. Queste stazioni meteo saranno alimentate con pannelli solari.

I dati provenienti dai sensori verranno poi trasmessi a un sistema di raccolta dati. Trattandosi di un corpo fondiario occupato dall'impianto agrivoltaico di notevoli dimensioni con una estensione di circa 32,60 ettari, la comunicazione avverrà tramite sistema wifi in collegamento con la stazione principale. I dati inviati verranno poi raccolti su dei server dedicati o su piattaforma cloud. La visualizzazione dei dati avverrà tramite browser con l'utente finale che accede via web alla propria area riservata e visualizza i dati provenienti dai sensori installati negli appezzamenti occupati dalle coltivazioni; agli stessi dati si può accedere poi tramite APP installate sugli smartphone sviluppata dall'azienda che fornirà il sistema di monitoraggio.

Una volta raccolti i dati forniti dai vari sensori installati, questi verranno scaricati su PC al fine di essere elaborati e analizzati. Il sistema di monitoraggio in progetto prevederà inoltre l'attivazione di alert via mail o notifiche tramite app se i valori misurati supereranno soglie predefinite.

OPERE DI MITIGAZIONE

Di seguito vengono descritte le opere di mitigazione che si prevedono per la schermatura dell'impianto agrivoltaico da realizzarsi. Gli impatti potenzialmente correlati alla costruzione, all'esercizio e alla dismissione dell'impianto fotovoltaico in oggetto saranno infatti moderati da adeguate opere di mitigazione che andranno a compensare e a ridurre il più possibile gli eventuali effetti negativi potenzialmente generati. In particolare verrà costituita una fascia di mitigazione lungo tutto il perimetro dell'impianto agrivoltaico da realizzarsi, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso.

La scelta delle specie arboree ed arbustive da impiantarsi per realizzare la fascia di mitigazione è stata guidata dai seguenti requisiti generali:

- impiego di esemplari di specie arboree ed arbustive tipiche del contesto in cui ricade l'area oggetto di intervento;
- velocità di accrescimento e sviluppo;
- studio delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area oggetto di intervento;
- buona resistenza a condizioni di aridità-siccità e facilità di attecchimento.

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, dell'analisi del fattore edafico (terra di coltura di riporto da arricchire di ammendanti e concimi a lenta cessione degli elementi nutritivi) e, soprattutto, dell'analisi paesaggistica dell'intorno, si è provveduto ad eseguire uno screening delle specie vegetali impiegabili nella sistemazione a verde in oggetto.

Pertanto, sulla base dei dati raccolti, verrà realizzata una fascia di mitigazione della larghezza di 4 metri costituita, internamente, da un filare di una specie arborea (in particolare da piante di olivo cipressino,

Olea europea Cipressino) e da un filare, esternamente, di specie arbustive (in particolare da piante di lentisco e di alloro). I due filari saranno posti ad una distanza di 2,5 metri l'uno dall'altro.

Per quanto riguarda la distanza tra le piante lungo l'interfila, in merito al filare di olivo cipressino, queste verranno poste ad una distanza di 3 metri l'una dall'altra; in merito al filare di lentisco e alloro, queste verranno poste ad una distanza di 120 cm l'una dall'altra alternate tra di loro in rapporto di 1:1.

La distanza tra le file e lungo l'interfila è stata scelta in modo da assicurare il massimo effetto schermante possibile.

Di seguito una breve descrizione delle specie da impiegarsi nella fascia di mitigazione.

Olea europea Cipressino

Questa specie, di genealogia ignota, è stata propagata e diffusa a partire dagli anni '60 dai vivai Pietrafitta di Palagiano (TA) (dove il sinonimo), dapprima in provincia di Taranto, quindi anche in altre regioni nell'arco jonico tarantino e al di fuori della Puglia come cultivar a "duplice attitudine" del tutto particolare, vale a dire per frangivento e per produzione di olive da olio.

Si tratta di un albero vigoroso, può raggiungere i 7-8 metri d'altezza, portamento decisamente assurgente, con scheletro rigido e chioma folta e raccolta. Le mignole sono corte, portanti da 15 a 25 fiori; incidenza percentuale dei fiori "abortiti" anche superiore al 50%. La foglia ha forma ellittico allungata, simmetrica, di media grandezza (lunghezza mm 54,4; larghezza mm 11,0; lu/la 4,94), pagina superiore di colore verde cupo, pagina inferiore di colore verde argentato con sfumature marrone chiaro. Il frutto è ovoidale breve, base appiattita e apice arrotondato, di dimensioni (lunghezza mm 20,2; larghezza mm 15,8; lu/la 1,28) e peso (g 2,4) medi, di colore blu-nero a maturazione. Il nocciolo è ovoidale appuntito, di media grandezza (lunghezza mm 14,3; larghezza mm 7,9; lu/la 1,80) e di peso medio (g 0,5). La resa in polpa è media (79,%). L'attitudine all'autoradicazione per talea è alta (86%). La resa industriale in olio è del 14-17%; l'olio è di colore giallo oro, leggermente fruttato.

Si propone questa specie in quanto oltre ad essere adatta come frangivento con un buon potere schermante e ad avere una discreta produzione in olio, è un buon impollinatore utile per l'impianto olivicolo da realizzarsi all'interno del corpo fondiario.

Pistacia lentiscus

Il Lentisco è una pianta legnosa con portamento arboreo. Si tratta di una pianta sempreverde a portamento arbustivo alto 1-3 m, raramente arboreo alto 6-8 m, con accentuato odore di resina; chioma generalmente densa per la fitta ramificazione, di forma globosa, con rami a portamento tendenzialmente orizzontale; corteccia squamosa di colore cenerino nei giovani rami e bruno-rossastro nel tronco; legno di colore roseo. Foglie alterne, paripennate, glabre, di colore verde cupo, con 6-10 segmenti ottusi ellittico-lanceolati a margine intero e apice ottuso, lunghi fino a 30 mm, coriacee, glabre, con piccolo mucrone apicale e rachide leggermente alato.

Fiori unisessuali, attinomorfi, pentameri, tetraciclici, in pannocchie cilindriche brevi e dense disposte all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente; fiori maschili con 4-5 stami ed un pistillo rudimentale, vistosi per la presenza di stami di colore rosso vivo; fiori femminili verdi con ovario supero; petali assenti.

I frutti sono drupe globose o lenticolari, di diametro 4-5 mm, carnose, rossastre, tendente al nero a

maturità, contenenti 1 seme. La fioritura avviene a marzo – maggio. Per quanto riguarda l'habitat, è una pianta eliofila, termofila e xerofila che vegeta dal livello del mare fino a 600 metri. Tipico componente della macchia mediterranea sempreverde spesso in associazione con l'olivastro, la fillirea e il mirto; molto adattabile per il terreno, predilige però suoli silicei. Non è specie colonizzatrice ma può assumere aspetto dominante nelle fasi di degradazione della macchia, in particolare dopo ripetuti incendi.

Laurus nobilis

Si tratta di una specie sempreverde. Ha chioma piramidale folta e densa; tronco eretto, liscio, spesso sinuoso e fortemente ramificato; corteccia prima verde poi nerastra o bruna, legno giallo e rami eretti e molto fitti.

Le foglie sono intere, coriacee, persistenti, aromatiche, alterne, raramente opposte o verticillate; la pagina superiore lucida di colore verde scuro, quella inferiore più chiara verde opaco, sono brevemente picciolate, ellittico-lanceolate con apice acuto, lunghe fino a 20 cm, glabre a margine lievemente ondulato. Pianta dioica con fiori peduncolati, attinomorfi e tetrameri di colore bianco-giallastro, profumati; riuniti in piccole ombrelle di 4÷5 fiori all'ascella delle foglie, quelli maschili con 8÷12 stami in verticilli, quelli femminili con ovario supero, 1 stilo, stigma trifido, 4 stami sterili.

I frutti sono drupe ovoidali, aromatiche, nerastre che contengono un solo seme sferoidale, con due cotiledoni ricchi di sostanze grasse, giungono a maturazione ottobre-novembre. I frutti rimangono sulla pianta per tutto l'inverno, talvolta sino a primavera inoltrata, non è difficile vedere i nuovi fiori, a fianco delle vecchie drupe.

Al fine di garantire un più facile attecchimento delle piantine ed uno sviluppo il più rapido possibile, verrà installato un impianto di microirrigazione a goccia con ali gocciolanti costituite da tubazioni in PE40 a bassa densità PN10 del diametro di 20 mm con passo dei gocciolatoi di 50 cm.

Al fine di ottenere le massime garanzie 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 in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Le piante da utilizzare dovranno essere prevalentemente in fitocella e dell'età di 1/2 anni. La scelta di piante di giovane età e di dimensione ridotta consente una risposta più rapida nel ristabilire un più equilibrato rapporto tra chioma e radici ed una ripresa della crescita più rapida e vigorosa riducendo la perdita di radici e 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. E' prevista anche, al fine di creare un substrato ottimale per l'attecchimento, la fornitura e stesura di terra di coltivo sabbio- argillosa, con scheletro pressoché assente e con pietrosità non superiore a cm 3, reazione subacida, argilla non inferiore a 15%, sostanza organica non inferiore al 5%, metalli pesanti nella norma. Il substrato verrà arricchito con un ritentore idrico organico minerale, utile per ottimizzare

l'equilibrio idrico e fornire elementi minerali di supporto, e con ammendanti e concimi a lenta cessione dei nutrienti e contenenti i principali elementi della fertilità (N, P e K).

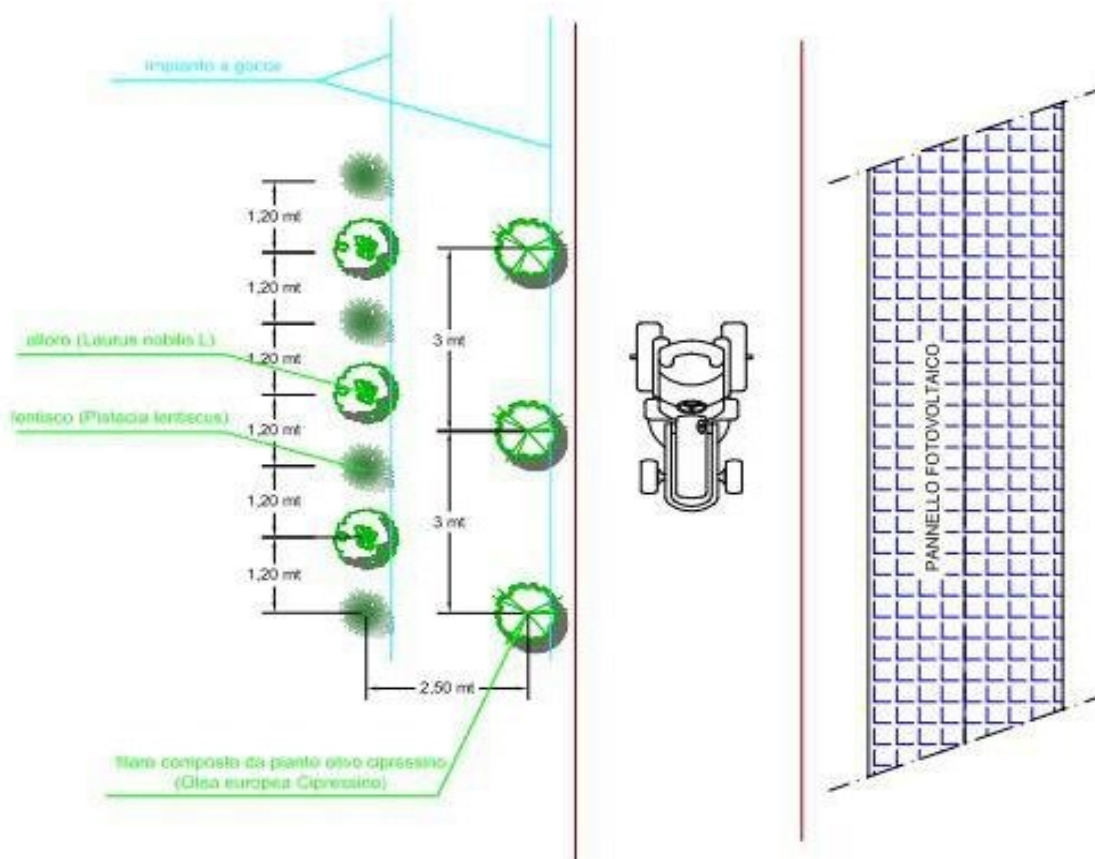
La messa a dimora delle piante rappresenta un aspetto critico dalla cui corretta od errata esecuzione dipende lo stato di salute degli individui messi a dimora e conseguentemente il livello di cure da prestare agli stessi in fase di manutenzione, pertanto verranno messe in opera le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico, avendo precedentemente già predisposto la buca di piantumazione;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- 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;
- non effettuare la potatura di trapianto ad eccezione per la rimozione di rami danneggiati, ad esclusione delle branche basali;
- formare attorno alla pianta una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo 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 una irrigazione post trapianto per eliminare le sacche di aria tra le radici, limitata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.

Al fine di promuovere il più velocemente possibile l'accrescimento e lo sviluppo delle piante in modo che si raggiunga quanto prima l'effetto schermante, verranno effettuati n.2 interventi di fertilizzazione l'anno lungo le file con concimi binari contenenti azoto e fosforo.

Di seguito schema dell'impianto della fascia di mitigazione.

Vista planimetrica



Vista frontale

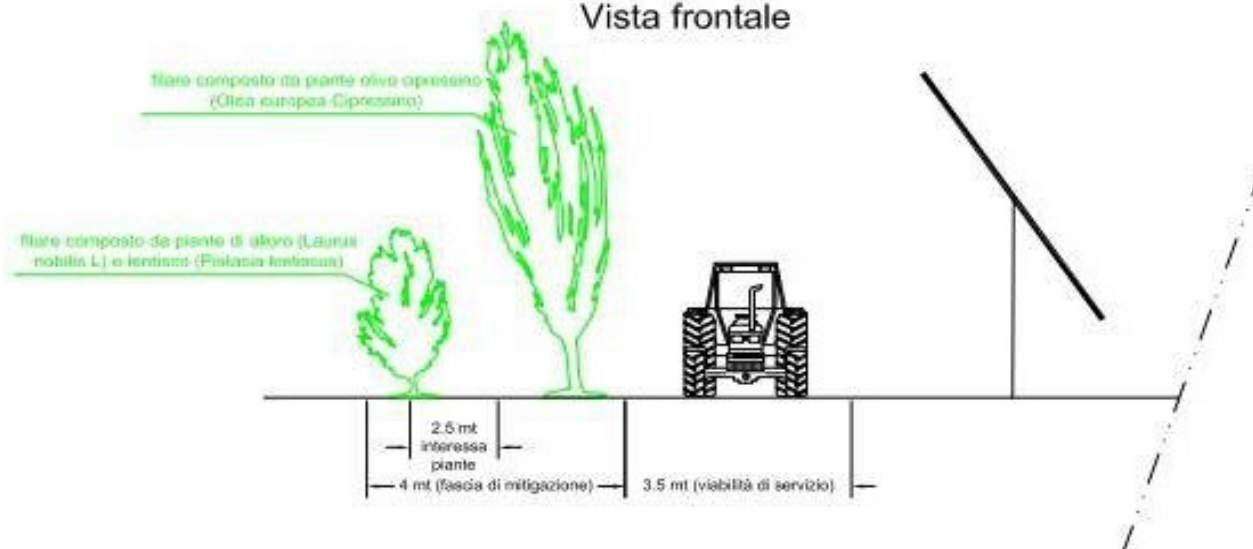


Figura 5: Particolare della fascia di mitigazione

CONCLUSIONI

L'impianto in progetto, così come è stato ideato ed articolato, rientra pienamente nella categoria degli impianti agrivoltaici normati ai sensi dell'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. L'impianto rientra pienamente nella definizione di cui al comma 5 della suddetta legge in quanto trattasi di un impianto che adotta soluzioni integrative innovative con il montaggio di moduli elevati da terra, ruotanti su se stessi, e disposti in modo da non compromettere la continuità dell'attività di coltivazione agricola e con l'adozione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Inoltre, l'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio che consente di verificare l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità dell'attività dell'azienda agricola coinvolta proprio come prevede la suddetta legge n.108/2021.

Secondo le "Linee Guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia" redatte dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università Degli Studi della Tuscia in collaborazione con vari enti ed associazioni, gli impatti positivi sulla collettività derivanti dalla realizzazione di impianti agrivoltaici in termini sociali ed economici assumono un ruolo fondamentale ed indispensabile. Secondo varie ricerche condotte, durante la fase di costruzione di un impianto agrivoltaico si creano mediamente circa 35 nuovi posti di lavoro, e nella fase di manutenzione 1 posto ogni 2- 5 MW prodotti. Da ciò l'evidenza di impatti positivi sotto il punto di vista occupazionale.

Sempre dal punto di vista economico, la minore o nulla competizione di utilizzo del suolo tra agricoltura (nel nostro caso le colture foraggere) ed impianti fotovoltaici permette di ottenere contemporaneamente sullo stesso appezzamento di terreno produzioni e redditi diversificati.

Evidenti, quindi, i vantaggi degli impianti "agrivoltaici" rispetto ai classici "campi fotovoltaici", ossia impianti fotovoltaici totalmente dedicati alla produzione di energia rinnovabile, realizzati su terreni inidonei alla coltivazione: di fatto distese di pannelli solari più o meno vaste che sottraevano terreni alle coltivazioni agricole e agli allevamenti.

Nel caso degli impianti agrivoltaici, come quello in parola con la coltivazione delle colture foraggere, invece di avere una competizione tra la produzione energetica e agricola, si ha una virtuosa sinergia da cui entrambe traggono beneficio. Secondo uno studio ENEA-Università Cattolica del Sacro Cuore (Agostini et al., 2021), le prestazioni economiche e ambientali degli impianti agrivoltaici sono simili a quelle degli impianti fotovoltaici a terra: il costo dell'energia prodotta è di circa 9 centesimi di euro per kWh, mentre le emissioni di gas serra ammontano a circa 20 g di CO₂ eq per megajoule di energia elettrica. Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture come quelle in progetto.

La combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici ha degli effetti sinergici che supportano la produzione agricola, la regolazione del clima locale, la conservazione dell'acqua e la produzione di energia rinnovabile. Nella scelta delle coltivazioni (colture foraggere) si è optato per delle specie che possano valorizzare al massimo tale sinergia.

Sulla base di quanto su esposto si può concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento sopra descritte avrà ricadute positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico ed ambientale.