

**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO  
A TERRA DA 22,95 MW IN IMMISSIONE,  
TIPO AD  
INSEGUIMENTO MONOASSIALE  
"OZIERI"**

**COMUNE DI OZIERI (SS)**

**Relazione Agronomica**

**Committente: SUN INVESTMENT GROUP SRL  
Località: COMUNE DI OZIERI (SS)**

STUDIO TECNICO DOTT. AGR. IGNAZIO MARCO ATZENI  
Via Pergolesi, 8 – 09025 Sanluri (SU)  
Tel 0709370628 – 3287475273  
Email: atzeni.m@tiscali.it

STUDIO TECNICO DOTT. AGR. MICHELE LECIS  
Via Sardegna, 41/b – 09032 Assemini (CA)  
Tel 3271656894  
Email: lecis.michele@gmail.com

## 1 - INDICE

1 - INDICE.....	2
2 - PREMESSA.....	3
3 - CONTESTO NORMATIVO .....	4
4 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
5 - CARATTERISTICHE CLIMATICHE.....	9
5.1 - Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima .....	10
6 - CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE.....	11
7 - CARATTERI NATURALISTICI DELL'AREA.....	12
8 - DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DEI LUOGHI.....	13
9 - PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO	17
10 - PIANO COLTURALE IN PROGETTO.....	20
11 - ANALISI ECONOMICA.....	27
12 - COMPUTO METRICO.....	30
13 - OPERE DI MITIGAZIONE.....	31
14 - CONCLUSIONI.....	33

## **2 - PREMESSA**

La presente relazione agronomica è stata redatta dai sottoscritti 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 e Dottore Agronomo Michele Lecis, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Cagliari Sez. A con il n. 461, con studio ad Assemini, Via Sardegna n. 41/b.

Il proponente e titolare della proposta progettuale è la Società SUN INVETIMENT GROUP Srl, con Sede Legale a Milano, via Borgogna n. 8, Codice Fiscale 11503980960 e numero REA MI-2607654, partner della ditta Alchemist Srls, con Sede Legale a Olbia, via Simplicio Spano n. 10, Codice Fiscale 02799170903 e numero REA SS-205604, società operante nel settore della progettazione di impianti per la produzione di energie rinnovabili.

Di recente la società SUN INVETIMENT GROUP Srl ha sottoscritto un contratto con i Sigg. Solinas Maurizio, nato a Ozieri (SS) IL 09/10/1979, C.F. SLNMRZ79R09G203F, P. IVA 02503820900, residente a Ozieri in Regione Pianu Ladu e Solinas Antonio, nato a Ozieri (SS) il 15/11/1972, C.F. SLNNTN72S15G203Q, P. IVA 02503850907, residente a Ozieri in Regione Pianu Ladu, per la realizzazione, presso i propri fondi, di un impianto fotovoltaico.

La due ditte dei Sigg. Solinas sono società che hanno come oggetto sociale l'esercizio in via esclusiva di attività agricola ai sensi dell'art. 2135 del Codice Civile, in particolare nei settori della zootecnia, specificatamente l'allevamento di ovini e la contestuale coltivazione del fondo con colture foraggere quali seminativi, erbai, prati permanenti e pascoli, atti all'alimentazione del bestiame.

La presente relazione agronomica, di cui fa parte integrante, viene redatta in particolare nell'ambito di un progetto di impianto fotovoltaico a terra di tipo ad inseguimento monoassiale per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla rete nazionale mediante linea di alta tensione a 36kV. L'impianto fotovoltaico in progetto, meglio denominato come impianto agrivoltaico sarà denominato "OZIERI", avrà potenza nominale in immissione di 22,950 MWp.

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 s'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.

### 3 - 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 CO<sub>2</sub>;
- 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 altre tipologie 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 agrivoltaici 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'agrivoltaico, 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 agrivoltaici), 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.

#### **4 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il territorio di Ozieri si estende per una superficie di circa 252 kmq, il centro abitato è situato in area collinare ad una altitudine media di 390 mslm, mentre l'area oggetto di intervento presenta altimetria compresa tra i 170 e i 190 msls. Ai confini del paese sono presenti rilievi di modeste entità quali Monte Sassu, con vette che raggiungono i 600 mslm. Sono presenti dei corsi d'acqua tra cui il Rio Su Rizzolu, confluyente nel Lago Coghinas.

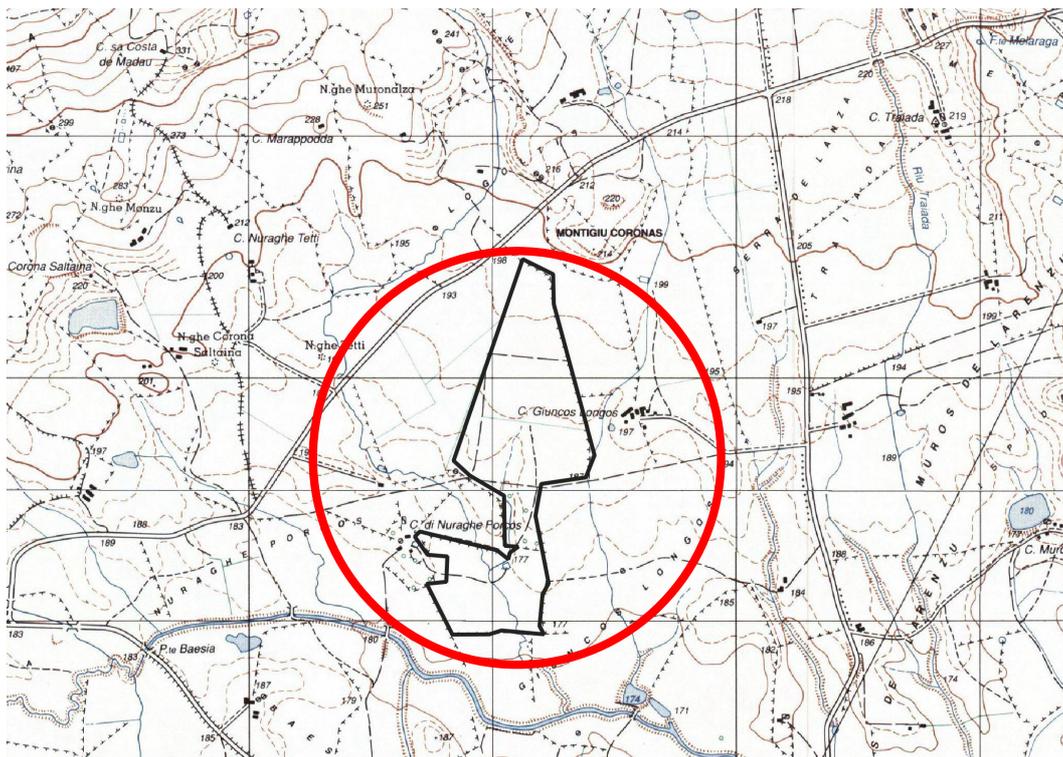
L'area oggetto di intervento è ubicata nel territorio del Comune di Ozieri, in località Giuncos Longos. L'ambito territoriale è quello del Logudoro, più specificatamente nella porzione geografica del Monte Acuto.

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

Cartograficamente l'area di progetto è inquadrata come segue:

- Foglio I.G.M. N. 460 – sez. I quadrante, denominato "Ozieri" alla scala 1:25.000;
- Foglio C.T.R. N. 460-080, denominato "Tula" alla scala 1:10.000;
- Coordinate Gaus-Boaga X = 8° 56' 28.98" longitudine E, Y = 40° 41' 57.83" latitudine N

Si propone di seguito un inquadramento dell'area su base IGM:



**Figura 1: Inquadramento area su base IGM**

Di seguito, invece, un inquadramento dell'area su base ortofoto



**Figura 2: Inquadramento area su base ortofoto**

Il sito oggetto di interesse dista, in linea d'aria, dal centro abitato di Ozieri, circa 14 km. Il corpo aziendale è raggiungibile, dal centro abitato, percorrendo la Strada Statale SS 132, direzione Nord – Bivio Strada Statale 579 (Sassari-Olbia) per 9,5 km; al bivio, si attraversa la SS 579 (Sassari-Olbia), per proseguire la SS 132, direzione Nord, per circa 6 km, fino all'imbocco, svoltando a destra (direzione Est) della Strada Provinciale SP 103, percorrendola per circa 1 km, fino all'arrivo al centro aziendale oggetto dell'intervento; analogamente si accede al corpo aziendale percorrendo la Strada Provinciale SP 103, partendo dal centro abitato di Tula, direzione Sud-Ovest, per un tratto di 6 km circa.

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

La superficie complessiva occupata dai tracker ammonta a 139.818,68 mq, con rapporto pari al 32% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento.

<i>Comune censuario</i>	<i>Sez.</i>	<i>Foglio</i>	<i>Mappale</i>	<i>Sup. catastale (ha)</i>	<i>Sup. destinata all'impianto agrivoltaico</i>
Ozieri		9	7	10.14.44	SI
Ozieri		9	25	08.32.54	SI
Ozieri		9	70	01.26.06	SI
Ozieri		9	162	00.19.24	SI
Ozieri		9	164	17.29.38	SI
Ozieri		9	165	01.81.06	SI
Ozieri		9	166	08.59.55	SI
Ozieri		9	167	04.60.35	SI
<b>TOTALE</b>				<b>52.22.62</b>	<b>50.02.87</b>

La superficie complessiva occupata dai tracker ammonta a 34.770 mq, con rapporto pari al 6,95% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento.

Il sito dove verrà realizzato l'impianto agrivoltaico si trova in un'area vasta già interessata dalla presenza di impianti di energia rinnovabile. Infatti, oltre ad altri impianti fotovoltaici, è presente un parco eolico, denominato Sa Turrina Manna, situato sul Monte Sarra (700 m) da 84 MW costituito da 68 pale ed installate nei terreni immediatamente circostanti i terreni dove verrà realizzato l'agrivoltaico. Quest'ultimo verrà realizzato quindi in un'area particolarmente dedicata allo sviluppo di energia rinnovabile.

## **5 - 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). Tendenzialmente, 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, secco superiore, euoceanico attenuato".

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



*Figura 3: Inquadramento area su Carta Bioclimatica della Sardegna*

### **5.1 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 evapotraspirazione 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.

## **6 - CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE**

Il suolo in esame ricade, secondo la Carta dei Suoli della Sardegna (A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca, 1991), nell'unità di paesaggio e substrati "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 16 "Typic, Veertic e Lithic Xerochreps e Typic Xerorthents" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988, "Eutric e Vertic Cambisols, Eutric e Lithic Leptosols" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988".

Si tratta di aree da aspre a subpianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola, pascolo alberato e bosco. Questi suoli sono caratterizzati da Profili A-Bw-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C-, mediamente profondi, da franco sabbiosi a sabbiosi argillosi in superficie, struttura poliedrica subangolare, da permeabili a mediamente permeabili, caratterizzati da elevata erodibilità, reazione prevalentemente neutra, tendenzialmente saturi.

Sempre secondo la Carta dei Suoli della Sardegna, questi suoli sono classificati nella VII-V-IV classe di capacità d'uso. Questi suoli sono caratterizzati da alcune limitazioni che possono influire negativamente nelle fasi colturali ed in particolare presenza di rocciosità e pietosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, drenaggio da lento e forte pericolo di erosione. Come attitudine, generalmente questi tipi di suoli sono caratterizzati dalla presenza di colture erbacee e, nelle aree più drenate e meno acclivi, da colture arboree anche irrigue, nonché la conservazione e il ripristino ed infittimento della vegetazione. L'agricoltura, anche di tipo intensivo, deve essere limitata alle aree pianeggianti e nelle aree maggiormente profonde, previa opportune sistemazioni al fine di ridurre l'erosione; nelle restanti parti, è possibile migliorare il pascolo, razionandolo e il recupero delle aree boschive degradate esistenti.

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

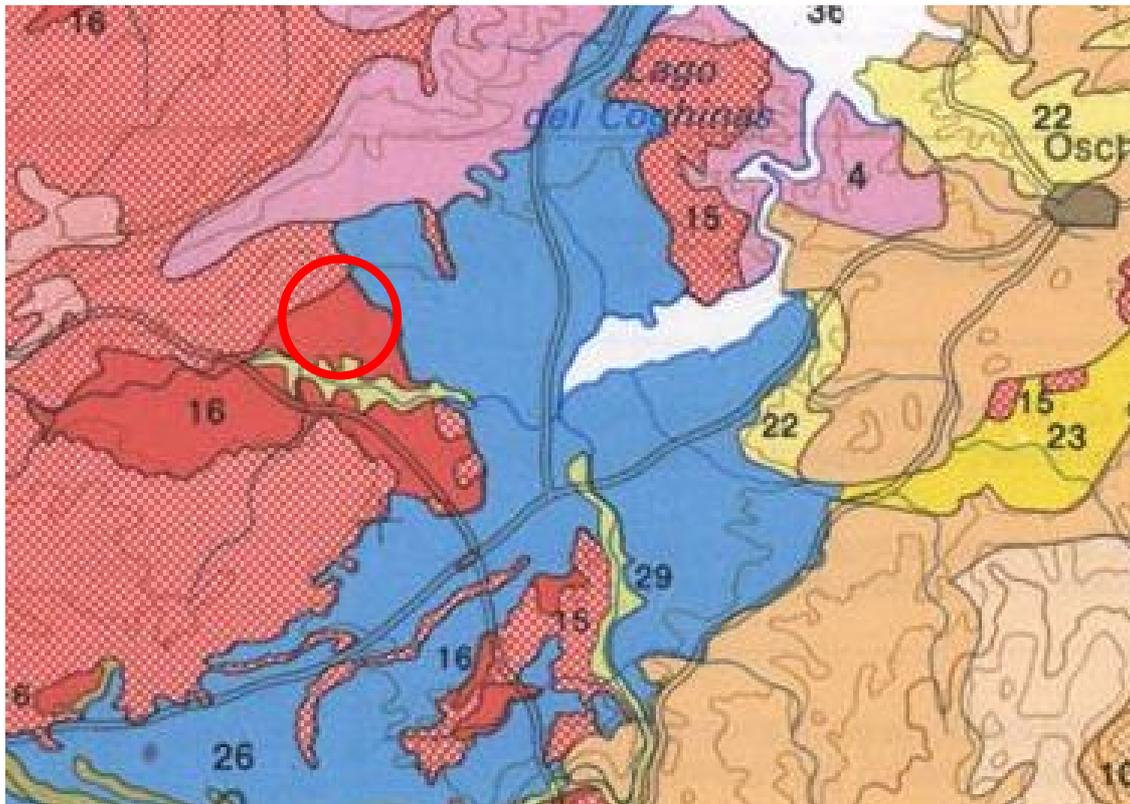


Figura 4: Inquadramento area su Carta dei Suoli della Sardegna

## 7 - CARATTERI NATURALISTICI DELL'AREA

L'area individuata per la realizzazione dell'intervento ricade all'interno del Sito di importanza Comunitaria SIC ITB011113, denominato "Campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula e Oschiri" – Direttiva Habitat 92/43; allo stesso modo, ricade all'interno della Zona di Protezione Speciale (ZPS) ITB013048, denominata "Piana di Ozieri, Mores, Ardara, Tula e Oschiri" – Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409), di notevole interesse faunistico per la riproduzione della gallina prataiola.

Nei pressi dell'area si evidenzia la presenza dell'IPAs SAR18 – Monte Limbara e Lago del Coghinas e dell'Oasi WWF di Conservazione denominato "Steppe Sarde"

La componente floristico-vegetazione dell'area oggetto di intervento, riguarda prevalentemente formazioni di tipo erbaceo, che seguono e precedono le colture foraggere (erbai misti di *Lolium* spp., *Avena* spp., *Trifolium* spp., e ccc.) a cui si aggiungono specie echinofite afferenti ai Generi *Cardus*, *Carthamus* ecc. Non riscontrano caratteri vegetazionali di interesse conservazionistico. Per quanto concerne la componente arborea, si riscontra la presenza di *Pyrus spinosa* e la presenza di piccoli impianti di *Eucalyptus camaldulensis*, di scarso rilievo.

Per quanto concerne la componente faunistica, si riscontra la presenza di Galliformi quali Pernice sarda e la Quaglia, e altre presenze quali Falco della palude, Poiana, la Gallina prataiola,

Occhione, Gheppio, Tortora ecc. Tra i mammiferi sono presenti la Volpe sarda, la Donnola, il Riccio, Coniglio selvatico, lepre sarda, oltre ad alcune specie rettili e anfibi.

## **8 - DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DEI LUOGHI**

Come menzionato, il sito di intervento è localizzato nel territorio comunale di Ozieri (SS), nell'area vasta del Logudoro. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e sub-collinare. Il sito è localizzato nelle vicinanze del centro abitato di Tula, a Sud-Ovest dello stesso. L'area oggetto di intervento ricade all'interno del triangolo delle Strade Provinciali SP127, SP103 e SP132 a Ovest-SuOvest del centro abitato di Tula e del Lago Coghinas, a Nord della SS597 (Sassari-Olbia). 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. Tale presenza è segnata dai vari passaggi generazionali, essendo condotte generalmente da famiglie con relativi ricambi generazionali. La presenza di corsi d'acqua e del Lago Coghinas, rende il suo terreno abbastanza fertile, pertanto si riscontrano anche coltivazioni di cereali, frumento, e foraggi. 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 aziendale presenta gran parte della propria superficie destinata ai seminativi quali avena, orzo, erbai misti (specie trifoglio) con presenza di una piccola quota destinata al prato-pascolo polifita non permanente; soprattutto nelle aree perimetrali sono presenti formazioni arboree quali *Eucalyptus spp.*, localizzate soprattutto nel confine Nord-Est del complesso aziendale.

L'azienda, ad indirizzo zootecnico-foraggero, presenta la consistenza in bestiame di 350 pecore in lattazione. L'azienda presenta opere edificate volte alla funzionalità zootecnica quali stalle con relativi paddock e sala mungitura; in proposito, il centro aziendale è localizzato ad Ovest rispetto al complesso generale del sito e ad Ovest del generatore fotovoltaico in progetto.

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 1 - Visione dell'area in esame, lato NORD, con in evidenza la giacitura pianeggiante, a ridosso del complesso d'alta collina su cui sorge l'impianto eolico Turrina Manna***



***Foto 2 - Particolari del fondo, lato Nord-NordEst, con la presenza del seminativo ad uso foraggero.***



*Foto 3 - Sviluppo dell'area, lato Sud-Sudest, con la presenza del seminativo ad uso foraggero.*



*Foto 4 - Particolari del fondo, lato Sud-Sudovest, con la presenza del prato pascolo e seminativo.*



*Foto 6 - Particolari del fondo, lato Ovest, con la presenza del prato pascolo e seminativo.*



*Foto 6 - Particolari del fondo, lato Sud, con la presenza del prato pascolo.*

## **9 - PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO**

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 22,95 kWp, da posizionarsi sul terreno del fondo di cui sopra, opportunamente pulito, lavorato e livellato, con l'ausilio di inseguitori solari, denominati Tracker. Sui tracker verranno installati pannelli della potenza di 660 W, aventi misura di 2,384 x 1,303 m; essendo i tracker caratterizzati da sviluppi in linea di 30x2 e 30x3 moduli, si avranno singole superfici coperte con misure rispettivamente di 186,38 mq e 279,57 mq, per una superficie complessiva in pannelli pari a 108.007 mq, rappresentata nel dettaglio da 59 tracker da 30x2 moduli e da 347 tracker da 30x3 moduli. Considerando che l'area lorda dell'impianto è pari a circa 43 Ha, questa prevede rapporto di copertura pari al 25%. Gli inseguitori avranno rotazione +/- 55° con orientamento Nord-Sud e relativo inseguimento Est-Ovest.

È prevista la realizzazione di una Stazione Utente, avente ingombro di 45 x 25 m, rappresentata da un interruttore MT, posizionato nel locale in aderenza della cabina di consegna, trasformatore da 2000kA, quadro generale, completo di interruttore sezionatore e quadro di distribuzione; la Stazione Utente sarà installata all'interno del mappale 70, a Sud del principale corpo generatore fotovoltaico (vedasi elaborati grafici di dettaglio del progetto generale).

Le componenti principali dell'impianto fotovoltaico saranno:

### *Generatore fotovoltaico*

Trattasi di una macchina che consente di convertire l'energia solare in energia elettrica. Esso è costituito da un insieme opportuno di moduli fotovoltaici (ogni modulo a sua volta è costituito da un insieme di lastre di piccole dimensioni di materiale semiconduttore, ossia la cella fotovoltaica) connessi tra loro in serie-parallelo.

Il Generatore è rappresentato da due blocchi, di cui il principale, lato Nord-Est del corpo aziendale, rappresenta circa l'87% della potenza complessiva dell'intero impianto e sarà posizionato all'interno dei mappali 164, 165, 166, 167; il secondo blocco risulta posizionato a Sud del primo blocco e a Sud-Est del Centro aziendale, precisamente nel mappale 7.

### *Moduli fotovoltaici*

Verranno utilizzati moduli fotovoltaici Vertex – Trina Solar, monocristallini, della potenza di 660 W, costituiti da 132 celle, incapsulate da due strati EVA e opportunamente protetti da lastra di vetro temperato. I moduli sono dotati di connettori MC4, cavo 2x1 m / 4 mmq e diodi di bypass.

La conversione della radiazione solare in energia elettrica avverrà nella cella fotovoltaica. Le celle fotovoltaiche "classiche", ovvero quelle volte a un consumo di massa, sono composte da una struttura complessa, realizzata con l'ausilio di un materiale semiconduttore, il silicio. Quest'ultimo

viene ottenuto in strati sottili, detti "wafer", sui quali vengono costruiti circuiti integrati, attraverso drogaggi finalizzati a migliorare le proprietà del materiale. Grazie alla loro struttura, sono in grado di assorbire i fotoni derivati dalla luce del sole. Questi, una volta raggiunto lo strato di silicio di tipo "p", rilasciano elettroni che, condotti attraverso il circuito, vengono trasformati in energia elettrica. Tutto questo avviene grazie al cosiddetto "effetto fotovoltaico", proprio nel momento in cui si verifica il passaggio degli elettroni dalla banda di valenza del materiale semiconduttore alla banda di conduzione. Grazie a questo processo si generano due tipi di cariche elettriche: l'elettrone, carica elettrica negativa, e la "lacuna", carica elettrica positiva. Come detto quindi, la potenza di una cella varia in funzione della temperatura e dell'irraggiamento solare incidente.

### *Inverter*

Rappresentano il cuore dell'impianto, essendo questi le macchine dedite alla conversione dell'energia elettrica CC, prodotta dalle stringhe fotovoltaiche, in energia in alimentazione CA, con relativa immissione della stessa energia nella rete elettrica. È previsto l'utilizzo di inverter del tipo SMA MV POWER STATION 3000, con 24 ingressi di stringa fotovoltaica. La macchina prevede opportuni sistemi di controllo e monitoraggio al fine di garantire una ottimale funzionalità e tempestivi interventi laddove si verificano eventuali anomalie. L'inverter sarà alloggiato sulla struttura di fissaggio dei pannelli, in posizione Nord, quindi opportunamente ombreggiato, con lamiera di copertura coibentata. Gli inverter saranno alloggiati all'interno della Power Station.

### *Tracker*

Rappresentano lo scheletro dell'impianto, essendo questi le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici. Essi saranno di tipo monoassiale con orientamento Nord-Sud e relativo inseguimento solare Est-Ovest. Questo sistema permette di catturare al meglio l'intera energia solare prodotta durante la giornata, con l'obiettivo di inseguire i raggi solari, massimizzando nel contempo l'efficienza dell'intero impianto con il risultato finale di una maggiore conversione finale in energia elettrica rispetto ad un ordinario impianto senza inseguitori. Il movimento dei tracker è garantito da appositi motori monofase fissati alla struttura.

Come sopra menzionato, in progetto sono previsti 59 tracker da 30x2 moduli e da 347 tracker da 30x3 moduli, con interasse di 6,30 m tra i singoli sviluppi in direzione Nord-Sud

### *Power Station*

Verranno utilizzate le stazioni del tipo SMA MV POWER STATION. La loro funzione generale è quella di configurare in maniera ottimale l'intero funzionamento dell'impianto fotovoltaico in progetto. La stazione prevede l'alloggio di un Trasformatore MT/BT 30/800 di potenza nominale pari a 2MVA e degli inverter; le strutture sono rappresentate da involucri costruiti con pannelli in lamiera a sandwich ancorati al suolo con fondazioni in cemento armato vibrato di almeno 0,5 m. Le

dimensioni delle cabine sono di 6,058 x 2,896 x 2,438 mm e peso inferiore alle 15 T; il range di temperatura operativa è di -25 - +60°C. La posizione della power station sarà tendenzialmente baricentrica rispetto allo sviluppo dell'impianto agrivoltaico. Sono previste in totale 7 unità posizionate in maniera baricentrica rispetto allo sviluppo dell'impianto agrivoltaico, di cui 6 nel blocco principale (mappali 164, 165, 166 e 167) e 1 nel secondo blocco Sud (mappale 7).

## 10 - PIANO COLTURALE IN PROGETTO

Compatibilmente con l'uso del suolo attuale, la parte agricola dell'impianto agrivoltaico sarà sempre destinata alla coltivazione di colture foraggere da destinarsi al sostentamento di ovini da latte. Di seguito vengono descritte le colture previste in progetto, ossia foraggere annuali consociate di leguminose e graminacee (trifoglio/loietto, avena da foraggio/veccia). Considerato che la superficie interessata occupata dai tracker ammonta a circa ha 03.47.70 ha, con rapporto pari al 6,95% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento, la superficie effettivamente interessata dalle colture foraggere sarà pari a ha 46.55.17.

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.

Tutta la superficie sarà condotta in irriguo. L'irrigazione verrà garantita da sistemi irrigui per aspersione del tipo "rotolone". 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.

Si tratta di una macchina particolarmente adatta e versatile per svolgere le operazioni colturali previste per le colture foraggere in parola. Le caratteristiche tecniche della trattrice da impiegarsi saranno le seguenti: lunghezza circa 490 cm, larghezza circa 225 cm, altezza circa 270 cm con una velocità (massima) di avanzamento pari a 40 km/h.

Di seguito una immagine rappresentativa della trattrice che si prevede di impiegare.



*Foto 7. Tipologia di trattrice da impiegarsi nelle lavorazioni preparatorie e nella semina delle colture foraggere*

Di seguito invece una immagine rappresentativa della seminatrice di precisione che invece si intende utilizzare per la semina dei miscugli per gli erbai.



*Foto n.8. Tipologia seminatrice di precisione da impiegarsi nella semina delle colture foraggere*

La produzione foraggera sarà destinata sia ad essere sfalciata per operazioni di fienagione, sia al pascolamento. Il pascolamento avverrà da parte di ovini da latte di proprietà delle ditte dei signori Solinas.

La consistenza media del gregge di ovini da latte dei signori Solinas, e che pascolerà poi nei terreni dell'impianto agrivoltaico, è di circa 350 pecore adulte.

La scelta delle specie foraggere su richiamate deriva anche dal fatto che esse rientrano tra le essenze foraggere coltivate più appetibili per gli ovini da latte ed in grado di garantire una produzione di latte soddisfacente sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo.

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 50.02.87, verranno individuati cinque settori più o meno della stessa superficie e pari a circa ha 10. La superficie effettivamente interessata dalle colture foraggere all'interno di questi lotti così individuati sarà pari a poco più di 9,3 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.

Il pascolamento a rotazione si ha quando il gregge utilizza un'area o settore di pascolo per un periodo limitato di tempo per poi essere dislocato su altri settori fino a tornare su quello di partenza (rotazione). In questo caso il pascolamento di una data area è interrotto da un periodo di ricrescita indisturbata dell'erba. L'erba quindi si accumula tra le successive utilizzazioni raggiungendo altezze generalmente elevate (15-30 cm) all'inizio dell'utilizzazione successiva. Nel pascolamento a rotazione la composizione strutturale del pascolo è più equilibrata rispetto al pascolo utilizzato di continuo, perché le diverse specie vegetali che costituiscono il manto erboso hanno la possibilità di ricrescere tra una pascolata e la successiva, allungando la vita effettiva del pascolo stesso.

Per una corretta gestione della superficie foraggera, come su descritto, la stessa verrà suddivisa in cinque 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 degli ovini.

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.



*Foto n.9. Tipologia di falciacondizionatrice tipo da impiegarsi nelle operazioni di fienagione*

La fase successiva sarà quella della messa in andane del foraggio appena tagliato. Si tratta di una operazione delicata in quanto deve essere posta molta attenzione alla salvaguardia della qualità del fieno e per ciò si adopereranno tutti gli accorgimenti utili a limitare il distacco delle parti più pregiate, le foglie, e dell'inquinamento dei foraggi da corpi estranei e terra. All'uopo verrà utilizzata una nuova tipologia di andanatore, introdotto nel mercato negli scorsi anni, che è il ranghinatore a tappeto.

Trattasi di una macchina operatrice che invece di trascinare il foraggio sul terreno lo carica su un nastro trasportatore tramite un pick-up, per poi scaricarlo in andana. Con questa macchina operatrice, l'operazione di andanatura risulta meno cruenta e quindi si riducono le perdite.



*Foto n.10. Tipologia di ranghinatore a tappeto tipo da impiegarsi nelle operazioni di fienagione*

Una volta eseguite le operazioni di andatura, la fase successiva sarà quella della raccolta del prodotto mediante la pressatura in balle. Anche questa operazione verrà eseguita con lo scopo di ottenere il massimo di prodotto di qualità e ridurre al massimo le perdite, per cui si conterranno gli inquinamenti e i corpi estranei, quali terra, polvere e sassi, riducendo le perdite di prodotto lasciato sul terreno e evitando di maltrattare il foraggio.

In particolare, si utilizzerà una camera a geometria variabile con doppio bilanciamento controllato da cilindri idraulici equipaggiata con rullo premi-andana ed aggiornata con protocollo di comunicazione ISOBUS (trattasi di un sistema di monitoraggio che permetterà di gestire comodamente tutti i parametri di lavoro dal trattore in modo semplice e intuitivo). Con questo tipo di rotopressa all'avanguardia, la raccolta del prodotto risulta essere delicata con qualsiasi tipologia di foraggio, anche in caso di prodotto foglioso.



*Foto n.11. Tipologia di rotopressa a camera variabile con sistema di comunicazione ISOBUS da impiegarsi nelle operazioni di raccolta del foraggio*

Una volta che il foraggio verrà raccolto in rotopresse, tramite apposita forca da applicarsi sulla trattrice verrà sistemato su dei rimorchi agricoli e trasportate al centro aziendale.

Nei terreni lasciati "a riposo" annualmente e che non verranno destinati alla coltivazione degli erbai, verrà effettuato lo stesso il pascolamento. L'unica tecnica agronomica che verrà adottata sarà la pratica della concimazione al fine di esaltarne la produttività.

## 11 – ANALISI ECONOMICA

Di seguito viene proposto un conto colturale con stima dei costi e PLV per ettaro.

Per l'analisi sono stati presi in considerazione i costi relativi ai consumi ordinari per la produzione standard specifica per le coltivazioni menzionate e per le lavorazioni necessarie al fine di ottenere le produzioni previste.

<b>CONTO COLTURALE ERBAIO IN ASCIUTTO</b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
<b>(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni</b>			
Concimi			€ 110,00
Preparazione terreno e semina			€ 130,00
Sementi			€ 110,00
Operazioni di fienagione e raccolta del foraggio			€ 180,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€530,00</b>
<b>(Im) Altri costi generici</b>			€ 170,00
<b>(Sa) Manodopera - Salari</b>			€ 144,00
<b>(I) Interesse capitale agrario</b>			
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)			€ 14,00
<b>(St) Spese gestione 2% P.L.V.</b>			<b>€24,00</b>
<b>TOTALE SPESE</b>			<b>€882,00</b>
<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE</b>	<b>QUANTITA' (q.li)</b>	<b>PREZZO (€/q.le)</b>	<b>VALORE</b>
Foraggio	60,00	20,00	€1.200,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€1.200,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>€318,00</b>

## **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 o di irrigazione.

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 50 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 mailo notifiche tramite app se i valori misurati supereranno soglie predefinite.

### **Calcolo fabbisogno di manodopera**

Per il calcolo del fabbisogno di manodopera necessario per la normale conduzione delle coltivazioni e dell'allevamento di ovini da latte previsti in progetto, si è fatto riferimento alla Tabella "Fabbisogno di manodopera in agricoltura" di cui all'Allegato al Decreto dell'Assessore dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale n. 122/DecA/2 del 21.01.2019.

Sulla base del piano colturale previsto nell'impianto agrivoltaico, avremo pertanto il seguente numero di ore di lavoro necessarie annue:

<b>Coltura/specie animale</b>	<b>Sup. netta coltivata (ha)/ numero di capi</b>	<b>h/uomo/Ha-capo</b>	<b>Totale h per coltura/specie animale</b>
Prati-pascoli	23.27.58	9	209
Erbai misti	23.27.58	34	791
Ovini da latte	350	19	6.650
		<b>Totale h</b>	<b>7.650</b>

Considerato che il monte ore annuo previsto per un lavoratore agricolo (ULA) è definito in 1900 ore, avremo, visto il fabbisogno di manodopera su calcolato, la necessità di un numero di ULA pari a  $7.650 : 1.900 =$  circa 4 ULA.

Evidenti quindi le ricadute economico-sociali a livello locale in termini produttivi e occupazionali che deriveranno dalla sola attuazione della parte "agricola" dell'impianto agrivoltaico: l'impianto delle colture foraggere e la gestione dell'allevamento di ovini da latte permetterà infatti l'occupazione di quattro persone.

## 12 - COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Si riporta di seguito il computo metrico estimativo dei lavori da realizzare e necessari per gli interventi di impianto delle colture foraggere e delle opere ausiliarie, nonché per il monitoraggio delle condizioni ambientali, in parte in base alle voci del Prezziario Agricoltura Regione Sardegna del 2016 e in parte in base, per alcune lavorazioni, sui prezzi di mercato praticati.

<b>LAVORI DI IMPIANTO COLTURE FORAGGERE E OPERE AUSILIARIE</b>				
<b>LAVORAZIONE</b>	<b>U.M.</b>	<b>Quantità</b>	<b>Prezzo</b>	<b>Totale</b>
Aratura alla profondità di cm 30 - 40 per interrimento erbe spontanee	Ha	6.503,26 €	€ 279,40	€ 4.097,12
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi	Ha	2.711,63 €	€ 116,50	€ 1.708,36
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: a - per trasporto e distribuzione sementi	Ha	3.263,27 €	€ 140,20	€ 2.055,89
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: b - per acquisto seme (a fattura), misura massima accessibile	Ha	4.692,40 €	€ 201,60	€ 2.956,26
Operazioni di fienagione e raccolta foraggio	Ha	4.189,64 €	€ 180,00	€ 2.639,52
Realizzazione recinzione elettrica a basso voltaggio con banda di elettrificazione altezza 1,05 metri sorretta da picchetti per bande da posizionarsi ogni 5 metri compresa di elettrificatori, cavi di collegamento, pali, isolatori, fili conduttori, ecc.	m	3.000,00 €	€ 1,00	€ 2.500,00
<b>LAVORI DI IMPIANTO COLTURE FORAGGERE E AUSILIARIE</b>				<b>24.360,20 €</b>
<b>SISTEMI DI MONITORAGGIO CONDIZIONI AMBIENTALI</b>				
Fornitura e installazione di stazione agrometeorologica dotata di unità principale con pluviometro, termoigrometro, barometro, anemometro, solarimetro dotata di modem GPRS, unità periferiche, sensore bagnatura fogliare a doppia esposizione (superiore e inferiore), sensori umidità/temperatura terreno. Dotata di: collegamento in wifi con stazione principale, piattaforma web per gestione generale e specifica della stazione agrometeorologica, modelli agronomici DSS per ottimizzazione difesa fitosanitaria, abbonamento invio dati agrometeorologici ecc.	Cad.	2,00	€ 7.320,00	€ 14.640,00
<b>TOTALE INTERVENTI</b>				<b>€33.503,29</b>

### 13 - OPERE DI MITIGAZIONE

Di seguito vengono descritte le opere di mitigazione che si prevedono per la schermatura dell'impianto fotovoltaico 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 si propone la costituzione di una fascia arborea da realizzare lungo tutto il perimetro dell'azienda, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso. La scelta delle specie arboree da impiantare 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, si propone di realizzare una fascia di mitigazione costituita da una unica specie arborea ed in particolare da piante di olivo cipressino (*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'auto-radicazione 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.

Si propone la realizzazione di una fascia costituita da due file di olivo cipressino. Le due file saranno poste ad una distanza di 3 metri l'una dall'altra. Lungo l'interfila la distanza sarà anch'essa di 3 metri. Le due file verranno però disposte a quinconce in modo da assicurare il massimo effetto schermante possibile.



*Foto n.12. Esempio di opera di mitigazione da realizzarsi con piante di olivo cipressino*

## 14 - 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 succitata 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 varie 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 CO<sub>2</sub>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.