

# Green2grid S.r.l.

## Impianto agro-fotovoltaico "Porto Torres 2" da 58.128,00 kWp ed opere connesse

Comuni di Porto Torres e Sassari (SS)

### Progetto Definitivo Impianto agro-fotovoltaico e opere elettriche di Utenza

Allegato C.10 Progettazione e gestione agronomica dell'impianto



**Professionista incaricato: Dott. Agronomo Arturo Urso – Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Catania n. 1280**

Rev. 0

Agosto 2022

**wood.**

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Descrizione del sito dell’Impianto agro-fotovoltaico</b>	<b>6</b>
2.1	Inquadramento territoriale	6
2.2	Identificazione catastale	6
2.2.1	Impianto agro-fotovoltaico	6
<b>3</b>	<b>Clima e territorio</b>	<b>7</b>
3.1	Macro-area di riferimento	7
3.2	Clima	7
<b>4</b>	<b>Pedologia del sito</b>	<b>9</b>
4.1	Cenni sulle caratteristiche geologiche del sito	9
4.2	Informazioni ricavabili dalla Carta Uso Suolo con Classificazione CLC	10
4.2.1	CLC dell’areale considerato	10
4.2.2	CLC dell’area di progetto	14
<b>5</b>	<b>Capacità d’uso del suolo delle aree di impianto (<i>Land Capability Classification</i>)</b>	<b>15</b>
5.1	La classificazione LCC	15
5.2	LCC rilevata nell’area dell’impianto agro-fotovoltaico	16
<b>6</b>	<b>Possibili interferenze del progetto sui suoli agricoli e le produzioni dell’area</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Fitogeografia</b>	<b>20</b>
7.1	Aspetti fitogeografici ed associazioni vegetali dell’area	21
7.2	Situazione rilevata sul luogo	22
<b>8</b>	<b>Paesaggio agrario e produzioni agro-alimentari dell’area</b>	<b>23</b>
8.1	L’areale di riferimento descritto dal Censimento Agricoltura 2010	23
8.2	Produzioni agro-alimentari a marchio di qualità ottenibili sul territorio in esame	24
8.2.1	Produzioni alimentari DOP, IGP, PAT ottenibili nell’area di intervento	24
8.2.2	Produzioni Vinicole DOC e IGT ottenibili nell’area di intervento	27
8.3	Immagini panoramiche dell’area di intervento	28
<b>9</b>	<b>Caratteristiche dell’agro-fotovoltaico e stato della ricerca</b>	<b>33</b>
9.1	Il Sistema agro-fotovoltaico	33
9.2	Meccanizzazione e spazi di manovra	36

9.3	Gestione del suolo	36
9.4	Ombreggiamento	37
9.5	Presenza di cavidotti interrati	38
<b>10</b>	<b>La definizione del piano colturale</b>	<b>39</b>
10.1	Colture praticabili nell'area di intervento e superfici dedicate	39
10.2	Fasce di mitigazione	40
10.3	Colture da erbaio	41
10.4	Ortive da pieno campo (Area est)	43
10.4.1	Scelta delle specie idonee	43
10.4.2	Accorgimenti particolari e operazioni colturali	44
10.5	Colture arboree	48
10.5.1	Ulivo ( <i>Olea europea</i> )	48
10.6	Colture mellifere arbustive autoctone e attività apistica	50
10.6.1	Mirto ( <i>Myrtus communis</i> )	50
10.6.2	Corbezzolo ( <i>Arbutus unedo</i> )	51
10.6.3	Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività)	52
<b>11</b>	<b>Manodopera e mezzi da impiegare nell'attività agricola</b>	<b>53</b>
11.1	Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione	53
11.2	Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola	53
<b>12</b>	<b>Costi di realizzazione gestione dei miglioramenti fondiari</b>	<b>57</b>
12.1	Costi di realizzazione	57
12.2	COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI	58
12.2.1	Produzioni Lorde Standard (PLS)	58
12.2.2	Colture arboree	58
<b>13</b>	<b>Monitoraggio della qualità del suolo e dell'attività agricola</b>	<b>60</b>
13.1	Monitoraggio del suolo e del sottosuolo	60
13.2	Monitoraggio dell'attività agricola	60
<b>14</b>	<b>L'impianto e le linee guida per l'agrivoltaico 2022</b>	<b>62</b>
<b>15</b>	<b>Considerazioni conclusive</b>	<b>65</b>

## **Appendici**

### **Appendice 01    Carta CTR con uso del suolo**

**Questo documento è di proprietà di Green2grid S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Green2grid S.r.l.**

## 1 Introduzione

Lo scrivente Dott. Agr. Arturo Urso, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Catania con il numero 1280, su incarico ricevuto in data 14/02/2022 dalla Società Green2grid S.r.l., ha redatto la presente Relazione relativa alla progettazione e gestione agronomica dell'impianto agro-fotovoltaico da 58.128,00 kWp che la Società intende realizzare nel Comune di Porto Torres (SS). La relazione è stata redatta ai sensi del paragrafo 13.3 del D.M. 10/09/2010.

L'elaborato è finalizzato:

1. alla descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole in esso praticate, focalizzandosi sulle aree di particolare pregio agricolo e/o paesaggistico;
2. all'identificazione delle colture idonee ad essere coltivate nelle aree libere tra le strutture dell'impianto fotovoltaico e lungo la fascia arborea perimetrale
3. alla definizione degli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni agricole, data la presenza dell'impianto fotovoltaico;
4. alla definizione del piano colturale da attuarsi durante l'esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico, con un'analisi economica dei costi/ricavi e redditività attesa dall'attività agricola.

## 2 Descrizione del sito dell’Impianto agro-fotovoltaico

### 2.1 Inquadramento territoriale

L’area interessata dalla realizzazione dell’impianto agro-fotovoltaico è situata nella zona sud-orientale del territorio del comune di Porto Torres (SS), in località Nuragheddu, Camusina e Santa Caderina. Il sito è sostanzialmente delimitato:

- A nord da un nucleo di case sparse;
- A sud, sud-ovest dal fiume Rio d’Ottava.

Il sito è facilmente accessibile dalla viabilità ordinaria, essendo attraversato dalla strada vicinale “Funtana Cherchi”. Inoltre è attraversato, in direzione nord-ovest/sud-est, dalla linea ferroviaria “Chilivani – Porto Torres”.

La Cabina Utente sarà realizzata nel comune di Sassari (SS), pertanto le opere a servizio dell’impianto agro-fotovoltaico e di collegamento alla Cabina Utente (strade, cavi interrati) interesseranno entrambi i comuni.

Da un punto di vista morfologico, l’impianto è collocato in un territorio prevalentemente pianeggiante, con una quota variabile tra i 30 e i 43 m s.l.m.

L’area prescelta per l’installazione dell’impianto agro-fotovoltaico è attualmente coltivata a seminativo e in minor parte utilizzata a pascolo. La zona interessata dalle opere è essenzialmente disabitata, con la sola presenza di alcuni capannoni sparsi nell’agro utilizzati come ricovero dei mezzi agricoli o per l’attività zootecnica. Si segnalano solo le seguenti strutture in cui vi è la presenza continuativa di persone:

- alcune case sparse a nord del sito;
- un’abitazione, con annessi edifici agricoli, ove risiede uno dei proprietari dei terreni ove sorgerà l’impianto.

### 2.2 Identificazione catastale

#### 2.2.1 Impianto agro-fotovoltaico

I terreni interessati dall’installazione dell’Impianto agro-fotovoltaico sono catastalmente identificati al NCT del Comune di Porto Torres ai Fogli 20 e 22, mentre la Cabina Utente ricade all’interno del foglio 94 mappali 171 e 173 del NCT del Comune di Sassari – Sezione B (Nurra). Gli estremi catastali dei terreni interessati dall’impianto agro-fotovoltaico sono elencati nella tabella seguente.

**Tabella 2.1: Estremi catastali dei terreni interessati dall’impianto agro-fotovoltaico e dalla Cabina Utente**

Comune	Sezione	Foglio	Particelle	Tipologia di opera
Porto Torres	N.A.	20	51-52-1052-1054	Impianto agro-fotovoltaico
Porto Torres	N.A.	22	3-16-20-23-28-32-33-39-40-41-42-52-53-55-99-110-111-112-113-114-115-116-117-119-120-121-127-128-131-132-133-134-140-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154	Impianto agro-fotovoltaico
Sassari	B	94	171-173	Cabina Utente

## 3 Clima e territorio

### 3.1 Macro-area di riferimento

L'areale di riferimento dove ricade l'impianto agro-fotovoltaico è di fatto un'antica regione della Sardegna nord-occidentale, denominata *Nurra*, e nello specifico l'impianto ricade in una sottozona denominata "Bacino di Porto Torres". Tale zona appartiene ad un contesto geomorfologico caratterizzato da un'area per lo più pianeggiante con diverse incisioni, la più importante delle quali è il Riu Mannu. L'area tendenzialmente degrada verso nord con una pendenza media intorno al 4%. Sono presenti sporadiche colline e orli di scarpata nelle aree dove sono presenti le incisioni, che non destano il minimo rischio per la realizzazione dell'impianto.

### 3.2 Clima

Il clima della Sardegna (Pinna, 1954; Arrigoni, 1968 e 2006) è nettamente bi-stagionale, con una stagione caldo-arida che si alterna ad una stagione freddo-umida. La stagione caldo-arida aumenta di intensità e durata procedendo da Nord a Sud e dalle montagne al mare.

La temperatura media annua varia tra i 17-18 °C delle zone costiere più calde e i 10-12° delle zone montane intorno ai 1000 m (Arrigoni, 2006). Può essere interessante citare situazioni estreme di temperatura, considerando casi, nella fascia centrale dell'Isola (in particolare nel Campidano) dove negli anni 1957 e 1965 nei mesi di luglio e agosto si sono raggiunte temperature di 45-48°, mentre risulta prevedibile che i freddi più intensi si sono verificati nelle zone di montagna (Vallicciola nel febbraio 1956 ha toccato i -11°C). Considerando le medie annuali, con l'eccezione della piccola penisola di Capo Carbonara che nel trentennio 1971-2000 si attesta su una media di 238 mm l'anno, si hanno dati di precipitazione compresi tra 433 mm di Cagliari, nella zona costiera della Sardegna sud-occidentale, e 1.412 mm a Vallicciola (1000 m s.l.m.) sul Monte Limbara, nella parte settentrionale dell'isola. In generale, per ciò che riguarda l'andamento delle precipitazioni annuali, si evidenziano quattro zone: le aree a ridosso del Gennargentu (Barbagie, Ogliastra e zone limitrofe), la parte centrale della Gallura (a ridosso del Limbara), l'altopiano di Campeda e infine l'Iglesiente. La Nurra ed il Campidano si presentano come zone secche, assieme ad una terza, di più difficile delimitazione, localizzabile nella fascia centrale del Nord-Sardegna (attorno al bacino del Coghinas). Le zone in cui piove più spesso sono il Gennargentu, il Limbara e l'altopiano di Campeda, dove si hanno mediamente più di 80 giorni piovosi all'anno; sono estremamente interessanti i fenomeni di decremento nel versante Est dell'Isola in particolare nell'Ogliastra.

Per quanto vi siano differenze di precipitazione ed i quantitativi annui a volte consistenti, l'aridità estiva è un fatto costante in Sardegna, e si manifesta per periodi più o meno lunghi (3-5 mesi). Si deve inoltre tener presente che esiste una notevole infedeltà pluviometrica da un anno all'altro, soprattutto sul versante orientale dell'isola. Infine non si possono sottovalutare i problemi legati ai cambiamenti climatici che sembrano accentuare soprattutto gli effetti degli eventi pluviometrici anomali che tuttavia non sembrano influire in modo significativo sulla distribuzione delle piante, o meglio sulle principali serie di vegetazione zonale e altitudinale. In effetti gli elementi differenziali più significativi dei diversi *fitoclimi* dell'isola sono soprattutto i minimi termici invernali e l'aridità estiva che determinano la periodicità vegetativa (vernale o estivale) delle specie vegetali anche in rapporto con le caratteristiche dei suoli. Nelle zone costiere, sotto un clima mite e umido in inverno, cresce una vegetazione a ciclo vernale con sviluppo vegetativo per lo più tardo-vernale e stasi estiva. In quelle montane, per contro, si ha ciclo vegetativo estivo e riposo invernale per le basse temperature di questa stagione. La situazione delle zone intermedie è ugualmente complessa e risente molto dei fattori locali di esposizione, di inclinazione e dell'entità delle riserve idriche estive del suolo. Arrigoni mette in evidenza la correlazione esistente fra clima e vegetazione della Sardegna, riconoscendo 5 zone fitoclimatiche diverse (Arrigoni, 2006), cui si farà riferimento alla Parte II (Fitogeografia dell'area).

Con la classificazione di Rivas-Martinez (2008) si possono individuare diversi tipi di *bioclima*, con indici legati soprattutto alla natura fisica (umidità, aridità, temperature, precipitazioni) a prescindere dai caratteri della vegetazione.

Un recente studio sul bioclima della Sardegna (Canu et al., 2014) sulla base dei dati della rete termo-pluviometrica regionale costituita da 26 stazioni termo-pluviometriche, ha indicato ben 43 *isobioclimi* (Figura I-1) in cui i diversi tipi mediterranei occupano la stragrande maggioranza (99,1%) della superficie dell'Isola.

L'area di intervento ricade nella fascia bioclimatica n. 9 (*Termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico accentuato*).

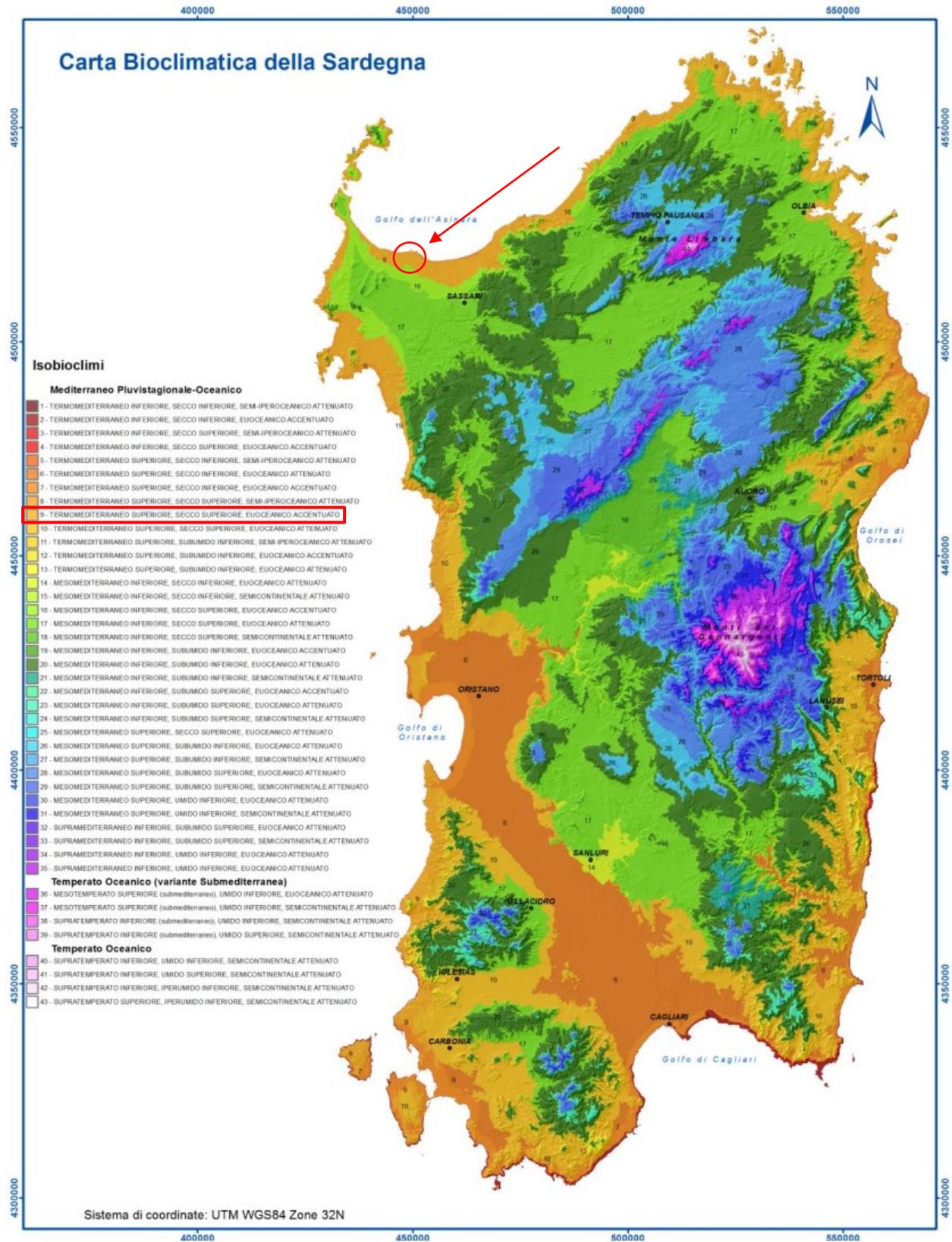


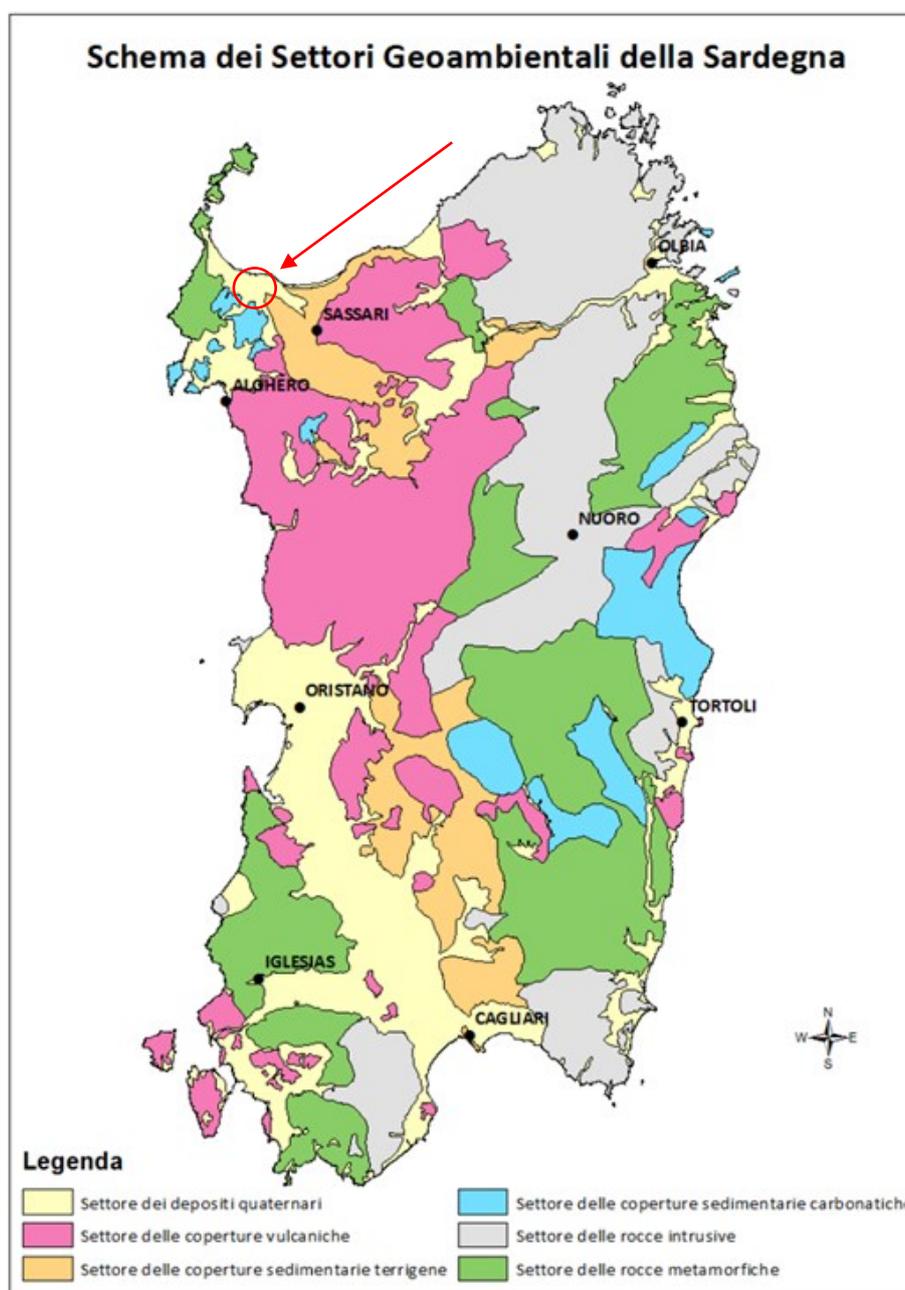
Figura 3.1 - Area di intervento sulla Carta Bioclimatica della Sardegna (Canu et al., 2014)

## 4 Pedologia del sito

### 4.1 Cenni sulle caratteristiche geologiche del sito

Premettendo che in Sardegna è presente una grande varietà di rocce, metamorfiche, magmatiche e sedimentarie, per una sintesi delle conoscenze, nel Sistema della Carta Natura della Sardegna (Camarda et al., 2015) è stato preso come riferimento lo schema proposto nella Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carmignani L. et al., 2001). In questa carta sono distinti i Complessi litologici del Basamento ercinico da quelli delle Coperture post-erciniche ed infine i Depositi quaternari.

L'area di intervento, nella Sub-Regione della Nurra, ricade nel settore geoambientale dei depositi quaternari (Figura 4.1).



**Figura 4.1 - Area di intervento sullo schema dei settori Geoambientali della Sardegna**

Il Settore Geoambientale dei depositi quaternari è costituito dai sedimenti alluvionali, colluviali ed eolici del Pleistocene e Olocene. Si tratta di ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie e travertini. È ben rappresentato oltre che nella Pianura del Campidano, lungo le principali aste fluviali, nelle coste e nelle piane retrostanti. Queste aree sono molto importanti sia dal punto di vista naturalistico sia per le risorse economiche della Sardegna nel settore turistico ed in quello agricolo. Da un lato infatti i depositi quaternari costituiscono il substrato per habitat costieri di alto pregio naturale come quelli delle spiagge, delle dune, delle grandi lagune e degli stagni costieri, così come quelli delle fasce fluviali e ripariali, dall'altro costituiscono fertili pianure con risorse idriche sufficienti a garantire estese produzioni agricole ed ortofrutticole. Questo Settore è il più urbanizzato della Sardegna: in esso sorgono le principali città dell'Isola, con le relative aree industriali e/o portuali, ma anche la maggior parte dei centri e delle infrastrutture turistiche.

Il reticolo idrografico è di tipo dendritico con pattern fortemente condizionati dall'assetto strutturale del basamento. I corsi d'acqua principali sono dunque il Rio Mannu, con il suo affluente destro Rio d'Ottava; entrambi a carattere permanente. Il Rio Mannu ed il Rio d'Ottava drenano la porzione di territorio impostata sulle formazioni marnoso arenacee Terziarie. Il reticolo idrografico su queste litologie è impostato su un sistema di valli e compluvi, dal fondo piatto, spesso delimitati da scarpate rocciose originatesi a seguito di processi di dilavamento e scalzamento al piede non più attivi nelle condizioni attuali.

## 4.2 Informazioni ricavabili dalla Carta Uso Suolo con Classificazione CLC

Per inquadrare le unità tipologiche dell'area indagata in un sistema di nomenclatura più ampio e, soprattutto, di immediata comprensione, le categorie di uso del suolo rinvenute sono state ricondotte alla classificazione *CORINE Land Cover*, nonché alla classificazione dei tipi forestali e pre-forestali della Sardegna.

Tale scelta è stata dettata dall'esigenza di adeguare, nella maniera più rigorosa possibile, le unità tipologiche del presente lavoro a sistemi di classificazione già ampiamente accettati, al fine di rendere possibili comparazioni ed integrazioni ulteriori. Infatti, il programma *CORINE (COoRdination of Information on the Environment)* fu intrapreso dalla Commissione Europea in seguito alla decisione del Consiglio Europeo del 27 giugno 1985 allo scopo di raccogliere informazioni standardizzate sullo stato dell'ambiente nei paesi UE. In particolare, il progetto *CORINE Land Cover*, che è una parte del programma *CORINE*, si pone l'obiettivo di armonizzare ed organizzare le informazioni sulla copertura del suolo. La nomenclatura del sistema *CORINE Land Cover* distingue numerose classi organizzate in livelli gerarchici con grado di dettaglio progressivamente crescente, secondo una codifica formata da un numero di cifre pari al livello corrispondente (ad esempio, le unità riferite al livello 3 sono indicate con codici a 3 cifre, il livello 4 con codici a 4 cifre, etc.).

### 4.2.1 CLC dell'areale considerato

A livello cartografico, l'area di intervento dell'impianto agro-fotovoltaico ricade nelle sezioni della CTR (Carta Tecnica Regionale) n. 441140 e 441130, mentre la Cabina Utente ricade nella sezione 459050. Le CTR e la Carta Uso Suolo sono ricavabili dal Geoportale Sardegna direttamente in file .shp. I dati sono stati poi elaborati in modo da poter ottenere l'ubicazione dell'impianto e delle relative strutture su cartografie con dettaglio CLC di livello 5 dell'area di intervento (impianto agro-fotovoltaico) e dell'area a sud dell'impianto stesso (cavidotti, sottostazione di collegamento) con relativa legenda, in allegato al presente studio.

Di seguito si riportano le classi riscontrabili nelle sezioni della CTR in cui ricade l'area di intervento. I casi contrassegnati da asterisco sono quelli che presentano superfici molto ridotte.

Di seguito si riportano le classi riscontrabili nell'areale in cui ricade l'area di intervento. I casi contrassegnati da asterisco sono quelli che presentano superfici molto ridotte.

**Tabella 4.1 – Classi CLC riscontrabili nell'areale in cui ricade il progetto dell'impianto**

CLC	NOME CLASSE
<b>11</b>	<b>Zone urbanizzate</b>
<b>1111</b>	Tessuto residenziale compatto e denso
<b>1112</b>	Tessuto residenziale rado

CLC	NOME CLASSE
1121	Tessuto residenziale rado e nucleiforme
1122	Fabbricati rurali*
<b>12</b>	<b>Zone industriali, commerciali ed infrastrutture</b>
123	Aree aeroportuali
1211	Insedimenti artigianali ed industriali
1212	Insedimenti di grandi impianti e servizi
1221	Reti stradali e spazi accessori
1222	Reti ferroviarie
1224	Impianti a servizio di reti di distribuzione
<b>13</b>	<b>Zone estrattive, discariche e cantieri</b>
131	Aree estrattive
133	Aree in costruzione
<b>14</b>	<b>Zone verdi artificiali non agricole</b>
141	Aree a verde urbane
143	Cimiteri
1421	Aree ricreative e sportive
<b>21</b>	<b>Seminativi</b>
2111	Seminativi in aree non irrigue
2112	Prati artificiali
2121	Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
<b>22</b>	<b>Colture permanenti</b>
221	Vigneti*
223	Oliveti*
<b>24</b>	<b>Zone agricole eterogenee</b>
2413	Colture temporanee associate ad altre colture
242	Sistemi colturali e particellari complessi*
243	Aree in prevalenza occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali
244	Aree agroforestali
<b>31</b>	<b>Zone boscate</b>
3111	Boschi di latifoglie
31121	Pioppeti, saliceti ed eucalipteti
31122	Sugherete
3121	Boschi di conifere
<b>32</b>	<b>Associazioni vegetali arbustive e/o erbacee</b>
321	Aree a pascolo naturale
3221	Cespuglieti ed arbusteti
3231	Macchia Mediterranea*
3232	Gariga
3241	Aree a ricolonizzazione naturale
3242	Aree a ricolonizzazione artificiale
<b>33</b>	<b>Zone aperte con vegetazione rada o assente</b>
3311	Boschi di latifoglie
333	Aree con vegetazione rada tra 5% e 40%
<b>41</b>	<b>Zone umide interne</b>
411	Paludi interne

CLC	NOME CLASSE
412	Paludi salmastre
51	<b>Acque continentali</b>
5122	Bacini artificiali
52	<b>Acque marittime</b>
5211	Lagune, laghi e stagni costieri

\*Superfici di modesta entità

Di seguito delle brevi descrizioni dei principali raggruppamenti delle tipologie di suolo riscontrate nell'area.

### **Zone residenziali a tessuto compatto e denso**

L'unica area urbanizzata nelle vicinanze dell'area di intervento (2,5 km di distanza minima) è l'abitato di Porto Torres (SS).

### **Discariche e aree estrattive**

Comprende aree destinate a discarica di rifiuti solidi urbani e rottami, o all'estrazione di materiali in erti a cielo aperto, anche in alveo (cave di sabbia, ghiaia, pietre), o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Vi sono compresi gli edifici e le installazioni industriali associate, oltre a superfici pertinenti, a cave, miniere abbandonate e non recuperate.

### **Aree ricreative e sportive**

Comprende i parchi e tutte le aree a verde urbano, compresi gli impianti sportivi.

### **Suoli agricoli**

Come si descriverà nella sezione dedicata al paesaggio agrario, si tratta per la maggior parte di incolto e si pascolo arido. È anche la tipologia più frequente nell'area di impianto, oltre che nella sezione cartografica in cui ricade. Superfici molto ridotte, in questa sezione cartografica, sono dedicate a frutteti (per la maggior parte piccoli agrumeti e mandorleti), oliveti. Per quanto riguarda i seminativi, si tratta sempre di colture foraggere (orzo) coltivate tra i muretti a secco, nelle aree a ovest dell'impianto.

### **Piantagioni a latifoglie, impianti di arboricoltura**

Formazioni vegetali costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali latifoglie. La superficie a latifoglie deve costituire almeno il 75% della componente arborea forestale, altrimenti è da classificare come bosco misto di conifere e latifoglie (313).

### **Formazioni ripariali**

Questa unità rappresenta una peculiarità di elevato valore fitogeografico, rinvenibile esclusivamente in particolari contesti ecogeografici costituiti dai canyon (spesso denominati *cave*); le aree rocciose sia negli ambienti costieri, sia soprattutto montani, ospitano una serie di associazioni poco estese in superficie ma spesso particolarmente ricche di endemismi e specie rare. In particolare le rupi calcaree montane sono caratterizzate dall'associazione *Laserpitio garganicae-Asperuletum pumilae* con *Ribes sardoum*, *Nepeta foliosa*, *Armeria morisii*, *Asperula pumila*, *Campanula forsythii*, *Limonium morisianum*, *Polygala sardoa*, *Centranthus amazonum*, *Lonicera cyrenaica*.

A quote inferiori e nelle aree più calde *Helichrysum saxatile*, *Seseli bocconi ssp. praecox*, *Brassica insularis* ed altre specie meno rilevanti sono inquadrare nella vegetazione casmofila termofila di *Helichryso saxatili-Cephalarietum*. Non meno interessanti sono le rupi silicee e le roccaglie delle aree montane del Gennargentu, dove si trovano specie ad areale puntiforme come *Lamyropsis microcephala*, *Ribes sandalioticum*, *Armeria genargentea*, *Euphrasia genargentea*, *Saxifraga*

*cervicornis* e accantonamenti fitogeografici come *Asplenium septentrionale* e la rarissima *Sorbus aucuparia* ssp. *praemorsa*. Sono presenti in modo diffuso e in piccole superfici nella sezione cartografica in esame, ma non sono mai interessati dai generatori in progetto.

## **Vegetazione forestale**

Tra le formazioni forestali, le leccete sono senza dubbio quelle che presentano maggiore diffusione, presenti dal livello del mare sino ai 1.200 m di quota, con esempi di alta naturalità. Il complesso delle querce caducifoglie, con *Quercus congesta* e *Quercus pubescens* si mostra preferente delle aree silicee, ma dalla fascia costiera risale sino a 1.400 di quota e si presenta quindi come il tipo di foresta più mesofilo, al pari delle residue formazioni di tasso ed agrifoglio, oggi relegate come tali in poche aree, rispetto alle altre più comuni.

Nel bacino mediterraneo la macchia è considerata generalmente come una formazione secondaria dovuta alla attività diretta e indiretta dell'uomo, che tramite le utilizzazioni agricole, il pascolamento degli animali domestici e gli incendi, già dal lontano passato, hanno ridotto considerevolmente le foreste a favore di specie di sclerofille o comunque piante maggiormente plastiche e con caratteristiche biologiche (elevato potere pollonifero, proprietà tossiche, spinescenza, elevata produzione ed efficacia nella dispersione dei semi, attività fotosintetica in diversi periodi dell'anno) in grado di rispondere con maggiore successo ai diversi impatti sull'ambiente (aridità, degrado dei suoli, decremento della sostanza organica per effetto del fuoco e del dilavamento delle acque meteoriche, pascolamento, andamento incostante del clima).

## **Macchia**

La macchia mediterranea, nella sua massima espressione della macchia-foresta, è una formazione climacica, del tutto autonoma rispetto agli altri ecosistemi forestali, come già evidenziato da Béguinot e come dimostrano tuttora le estese formazioni a *Olea oleaster* e *Pistacia lentiscus*, di *Phillyrea latifolia*, di *Arbutus unedo*, di *Pistacia terebinthus* ed anche la presenza dei grandi alberi di queste specie. Tra i componenti floristici della macchia mediterranea, limitatamente alle specie legnose presenti nel bacino mediterraneo, si osserva che la gran parte sono specie a larga distribuzione, mentre sono molto rare le specie endemiche; molte sono indifferenti al substrato (*Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Cistus villosus*), alcune sono esclusive delle aree silicee (*Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Genista aetnensis*, *Cytisus villosus*, *Cistus monspeliensis*) o calcaree (*Pistacia terebinthus*). Altre ancora presentano un ampio range altitudinale (*Erica scoparia*), mentre altre sono limitate fortemente dalle fasce termometriche (*Anagyris foetida*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*). Concorrono ancora a formare la macchia, alberi (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*) arbusti (già menzionati) liane (*Smilax aspera*, *Clematis cirrhosa*) che ne determinano il carattere di difficile percorribilità. Il numero delle specie legnose, comunque, è molto elevato ed esse vanno dalle sclerofille sempreverdi (*Phillyrea latifolia*) alle caducifoglie a ciclo autunnale-invernale (*Anagyris foetida*, *Euphorbia dendroides*), dalle aghiformi resinose alle aghiformi non resinose a fioritura estivo-autunnale (*Erica multiflora*), con rami fotosintetizzanti (*Spartium junceum*, *Genista* sp. pl.).

## **Garighe**

Il pascolo brado, soprattutto nel passato ha determinato la riduzione della copertura boschiva a vantaggio delle macchie, delle garighe e dei popolamenti erbacei, creando la notevole articolazione di tipologie variabili in rapporto al substrato ed alle quote. Negli ultimi decenni la riduzione della presenza pastorale ha consentito la buona ripresa della copertura boschiva in molte aree; in altre aree, invece, le sugherete sono state spesso trasformate in prati arborati. È soprattutto nelle zone altomontane che si ha un'ampia gamma di tipologie di garighe che, a seconda della prevalenza delle specie (*Genista* sp. pl., *Helichrysum microphyllum*, *Astragalus genargeteus*, *Anthyllis hermanniae*, *Berberis aetnensis*, *Thymus catharinae*, *Prunus prostrata*, *Teucrium marum*), soprattutto nel Gennargentu e nei Supramonti calcarei, originano associazioni caratteristiche e spesso esclusive. Nessuna superficie a gariga risulta direttamente interessata dall'installazione dell'impianto.

## **I popolamenti erbacei**

La vegetazione prativa si caratterizza per la maggiore diffusione delle specie terofitiche negli ambienti aridi e calcicoli, anche se talora sono specie perenni come asfodelo (*Asphodelus microcarpus*), carlina *Carlina corymbosa* e ferula (*Ferula*

*communis*), specie rifiutate dal bestiame, a caratterizzare il paesaggio. Nelle aree montane prevalgono invece le emicriptofite spesso cespitose e pulvinate che si sviluppano negli spazi liberi e negli intermezzi delle garighe e delle macchie. Le formazioni erbacee sono quelle maggiormente complesse, anche perché in esse si concentra la maggiore quantità delle specie presenti nell'Isola, rappresentate proprio dalle terofite e dalle emicriptofite. Ancora, le diverse tipologie di pascolo e delle pratiche agrarie contribuiscono alla variabilità della composizione floristica ed alle associazioni conseguenti.

#### 4.2.2 CLC dell'area di progetto

Delle classi rinvenute sull'areale, le tipologie presenti su un'area buffer di 500 m dall'area di intervento (cfr. elaborato cartografico in allegato), risultano essere quelle riportate nella tabella seguente, con una netta prevalenza delle categorie 2111, 2112, 2413, 3111 (Tabella 4.2). Alla successiva tabella 4.3 si riportano anche le classi CLC relative all'area della cabina utente, che occupa un'area di 500 m<sup>2</sup>, che sarà installata circa 9,5 km a sud rispetto all'impianto agro-fotovoltaico.

**Tabella 4.2 – Classi CLC riscontrabili in un'area buffer di 500 m dall'area dell'impianto agro-fotovoltaico**

CLC	NOME CLASSE
1122	Fabbricati rurali
2111	Seminativi in aree non irrigue
2121	Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
2112	Prati artificiali
221	Vigneti
242	Sistemi colturali e particellari complessi
3111	Boschi di latifoglie
3231	Macchina mediterranea
3241	Aree a ricolonizzazione naturale

**Tabella 4.3 – Classi CLC riscontrabili in un'area buffer di 500 m dall'area della Cabina Utente**

CLC	NOME CLASSE
2112	Prati artificiali
2121	Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
242	Sistemi colturali e particellari complessi
3231	Macchina mediterranea

Riducendo ulteriormente l'osservazione della cartografia a livello di aree direttamente coinvolte nel progetto, avremo per l'area dell'impianto agro-fotovoltaico soltanto le classi **2121** (seminativi semplici e colture orticole da pieno campo) **3241** (aree a ricolonizzazione naturale, una minima porzione dell'area a sud-ovest), **221** e **242** (vigneti e sistemi colturali complessi, non più presenti sul sito), mentre per l'area della cabina utente soltanto la classe **2121**.

Come visibile anche alle immagini nei paragrafi seguenti, è già presente in parte una viabilità, che verrà in parte ripristinata.

## 5 Capacità d'uso del suolo delle aree di impianto (*Land Capability Classification*)

### 5.1 La classificazione LCC

La classificazione della capacità d'uso (*Land Capability Classification*, LCC) è un metodo che viene usato per classificare le terre non in base a specifiche colture o pratiche agricole, ma per un ventaglio più o meno ampio di sistemi agro-silvo-pastorali (Costantini *et al.*, 2006). La metodologia originale è stata elaborata dal servizio per la conservazione del suolo del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961) in funzione del rilevamento dei suoli condotto al dettaglio, a scale di riferimento variabili dal 1:15.000 al 1:20.000.

È importante ricordare che l'attività del Servizio per la Conservazione del Suolo degli Stati Uniti aveva ricevuto un formidabile impulso dal *Soil Conservation and Domestic Allotment Act* del 1935. Tale legge era stata emanata in seguito al drastico crollo della produzione agricola della seconda metà degli anni venti, causato dall'erosione del suolo in vaste aree agricole, sulle quali si praticava normalmente la mono-successione, senza alcuna misura per la conservazione del suolo.

La comprensione che questo crollo produttivo era stato una delle cause della grave *Crisi del '29* aveva motivato la volontà politica di orientare le scelte degli agricoltori verso una agricoltura più sostenibile, in particolare più attenta ad evitare l'erosione del suolo e a conservare la sua fertilità. In seguito al rilevamento e alla rappresentazione cartografica, tramite la *Land Capability Classification* i suoli venivano raggruppati in base alla loro capacità di produrre comuni colture, foraggi o legname, senza subire alcun deterioramento e per un lungo periodo di tempo.

Lo scopo delle carte di capacità d'uso era quello di fornire un documento di facile lettura per gli agricoltori, che suddividesse i terreni aziendali in aree a diversa potenzialità produttiva, rischio di erosione del suolo e difficoltà di gestione per le attività agricole e forestali praticate. In seguito al successo ottenuto dal sistema negli Stati Uniti, molti paesi europei ed extraeuropei hanno sviluppato una propria classificazione basata sulle caratteristiche del proprio territorio, che differiva dall'originale americana per il numero ed il significato delle classi e dei caratteri limitanti adottati. Così, ad esempio, mentre negli Stati Uniti vengono usate otto classi e quattro tipi di limitazioni principali, in Canada ed in Inghilterra vengono usate sette classi e cinque tipi di limitazioni principali. La metodologia messa a punto negli Stati Uniti rimane però di gran lunga la più seguita, anche in Italia, sebbene con modifiche realizzate negli anni per adattare le specifiche delle classi alla realtà italiana, alle conoscenze pedologiche sempre più approfondite e alle mutate finalità.

La LCC infatti non è più il sistema preferito dagli specialisti in conservazione del suolo che lavorano a livello aziendale, perché sono stati messi a punto, sempre a partire dalle esperienze realizzate negli Stati Uniti, sistemi più avanzati per la stima del rischio di erosione del suolo. La LCC è stata invece via via sempre più utilizzata per la programmazione e pianificazione territoriale, cioè a scale di riferimento più vaste di quella aziendale.

I fondamenti della classificazione LCC sono i seguenti:

- La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare;
- Vengono escluse le valutazioni dei fattori socio-economici,
- Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali;
- Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.);
- Nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione:

1. la classe;
2. la sottoclasse;

### 3. l'unità.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani da I a VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Suoli arabili:

- *Classe I.* Suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- *Classe II.* Suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- *Classe III.* Suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.
- *Classe IV.* Suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili.
- *Classe V.* Suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- *Classe VI.* Suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi su bassi volumi.
- *Classe VII.* Suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- *Classe VIII.* Suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione.

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

- *s*: limitazioni dovute al suolo, con riduzione della profondità utile per le radici (tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);
- *w*: limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno mediocre, rischio di inondazione);
- *e*: limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa)
- *c*: limitazioni dovute al clima (tutte le interferenze climatiche).

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

## 5.2 LCC rilevata nell'area dell'impianto agro-fotovoltaico

La profondità dei terreni rilevata in sede di indagine geognostica, come riportata nella relazione geologica allegata al progetto definitivo dell'impianto agro-fotovoltaico, redatta dal Dott. Geol. Domenico Praticò, risulta essere ridottissima (tra 10 e 60 cm), come descritto di seguito.

## AREA SUD-OVEST

Al confine di sud-ovest, troviamo la seguente stratigrafia:

1. Copertura pedogenetica in scheletro argillo-sabbioso di colorazione rossastra, ricca in clasti ghiaiosi e ciottolosi a spigoli vivi di alterazione del substrato. Profondità del substrato da 0 a -0,30 m;
2. Deposito sabbioso argilloso rossastro ad elementi ghiaiosi e ciottolosi calcarei a spigoli vivi (coltre eluviale). Profondità del substrato da -0,30 a -0,60 m;
3. Substrato calcareo, biancastro, disgregabile in superficie con difficoltà sotto l'azione meccanica dello escavatore, tenace. Profondità del substrato da -0,60 a -0,70 m.

Più a est, si trova invece un profilo ancora più ridotto:

1. Copertura pedogenetica in scheletro argillo-sabbioso di colorazione rossastra, ricca in clasti ghiaiosi e ciottolosi a spigoli vivi di alterazione del substrato. Profondità del substrato da 0 a -0,10 m;
2. Substrato calcareo, biancastro, disgregabile in superficie con difficoltà sotto l'azione meccanica dello escavatore, tenace. Profondità del substrato da -0,10 a -0,20 m.

## AREA SUD

1. Copertura pedogenetica in scheletro argillo-sabbioso di colorazione rossastra, ricca in clasti ghiaiosi e ciottolosi a spigoli vivi di alterazione del substrato. Profondità del substrato da 0 a -0,10 m;
2. Deposito sabbioso argilloso rossastro ad elementi ghiaiosi e ciottolosi calcarei a spigoli vivi (coltre eluviale). Profondità del substrato da -0,10 a -0,30 m;
3. Substrato calcareo, biancastro, disgregabile in superficie con difficoltà sotto l'azione meccanica dello escavatore, tenace. Profondità del substrato da -0,30 a -0,50 m.

## AREA SUD-EST

Si tratta dell'area con caratteristiche pedologiche migliori di tutta la superficie opzionata per il progetto.

1. Copertura pedogenetica in scheletro argillo-sabbioso di colorazione rossastra, ricca in clasti ghiaiosi e ciottolosi a spigoli vivi di alterazione del substrato. Profondità del substrato da 0 a -0,20 m;
2. Deposito sabbioso argilloso rossastro ad elementi ghiaiosi e ciottolosi calcarei a spigoli vivi (coltre eluviale). Profondità del substrato da -0,20 a -0,60 m;
3. Substrato calcareo, biancastro, disgregabile in superficie con difficoltà sotto l'azione meccanica dello escavatore, tenace. Profondità del substrato da -0,60 a -0,70 m.

## AREA CENTRALE

Su tutta l'area centrale si riscontra un profilo pedologico estremamente ridotto.

1. Copertura pedogenetica in scheletro argillo-sabbioso di colorazione rossastra, ricca in clasti ghiaiosi e ciottolosi a spigoli vivi di alterazione del substrato. Profondità del substrato da 0 a -0,10 m;
2. Substrato calcareo, biancastro, disgregabile in superficie con difficoltà sotto l'azione meccanica dello escavatore, tenace. Profondità del substrato da -0,10 a -0,20 m.

## AREA NORD-OVEST

In base alla cartografia consultata, all'osservazione dei luoghi e alla rilevazione geologica, è possibile affermare che le superfici direttamente interessate dai lavori presentino una LCC compresa tra la classe **IIIsc** e **Vsc**.

In particolare:

- le limitazioni dovute al suolo (s) risultano di grado compreso tra moderato e severo, e sono causate da elevata

pietrosità superficiale, eccesso di scheletro, rocciosità, ridottissimo spessore e ridotta fertilità dell'orizzonte superficiale, eccessivo drenaggio interno. L'impianto ricade su un'area regione omogenea, che presenta permeabilità medio-bassa/bassa, sempre per fratturazione, quindi si tratta di suoli tenaci.

- le limitazioni dovute al clima (c), di grado moderato, sono dovute all'eccessiva ventosità del sito. La piovosità risulta essere su livelli medio-alti.

In considerazione dei rilievi geologici, e dell'assenza di disponibilità di acqua irrigua, il piano di utilizzazione agronomica dell'area riguarderà colture in asciutto.

## 6 Possibili interferenze del progetto sui suoli agricoli e le produzioni dell'area

Dall'analisi cartografica e dai riscontri ottenuti durante il sopralluogo in merito alle caratteristiche dei suoli agricoli dell'area, appare evidente che le superfici direttamente interessate dall'impianto agro-fotovoltaico non siano in alcun modo in grado fornire un valido substrato per colture intensive e produzioni agricole complesse, principalmente a causa di forti fenomeni erosivi, sebbene i dati pluviometrici risultino più che buoni. L'attuale fruizione agricola dell'area di installazione dell'impianto agro-fotovoltaico è limitata a colture cerealicole e leguminose per l'alimentazione animale (ovini e bovini).

Le aree di scavo (ad esempio per la posa dei cavi interrati), verranno comunque ripristinate, ritornando superfici disponibili per l'attività agricola: la perdita netta di suolo, di fatto costituita esclusivamente da superfici destinate a pascolo o seminativo - con un investimento di capitali nullo, o molto limitato - dovuta alla installazione dell'impianto agro-fotovoltaico e delle opere accessorie risulta trascurabile, e non si ritiene possa causare, neppure in modo lieve, una variazione nell'orientamento produttivo agricolo dell'area, né possa arrecare una riduzione minimamente significativa dei quantitativi di biomassa per l'alimentazione animale.

Per quanto – per la frammentazione e le caratteristiche generali delle aree coinvolte - si tratti di un ragionamento *per assurdo*, è comunque possibile effettuare un calcolo sulle quantità di biomassa per l'alimentazione animale sottratte dall'installazione dell'impianto. Le perdite di suolo dovute all'impianto in fase di esercizio rispetto alla situazione attuale, compresa la nuova viabilità risultano pari a circa 6,80 ha. Si tratta, come indicato in precedenza, esclusivamente di seminativi e di erbai per l'alimentazione animale.

È possibile fare un calcolo teorico sulle perdite di biomassa per l'alimentazione animale premesso che, nella prassi, data la collocazione dell'impianto su più aree, andrebbe effettuato per singolo allevamento e non in termini di perdita complessiva.

Ogni ettaro di superficie a prato/pascolo fornisce in media una quantità di biomassa per l'alimentazione animale pari a 120 q, che equivalgono a 1.920 UFL (Unità Foraggiere Latte), ovvero 16 UFL/q.

Considerando un fabbisogno annuo per ovini da latte in produzione pari a 609 UFL, si avrà una perdita in biomassa per l'alimentazione animale per 3,15 capi/ha (inteso come n. capi che possono essere alimentati da 1,0 ha di superficie). Svolgendo lo stesso calcolo per bovini da carne, che hanno un fabbisogno annuo di 2.555 UFC (Unità Foraggiere Carne), la perdita in biomassa equivale a 0,70 capi/ha. La resa in UFC è lievemente inferiore alla resa in UFL (15 UFC/q), pertanto avremo una resa ettaro pari a 1.800 UFC/ha.

**Tabella 6.1 - Calcolo perdite biomassa per l'alimentazione di ovini da latte**

Coltura	Prod. biomassa q/ha	Resa UFL biomassa UFL/q	Resa/ha UFL/ha	fabbisogno alimentare UFL/capo/anno	Perdita biomassa alimentare capi/ha	Perdita biomassa capi su 6,8 ha
prato/pascolo	120	16	1.920	609	3,15	21,40

**Tabella 6.2 - Calcolo perdite biomassa per l'alimentazione di bovini da carne**

Coltura	Prod. biomassa q/ha	Resa UFL biomassa UFL/q	Resa/ha UFL/ha	fabbisogno alimentare UFL/capo/anno	Perdita biomassa alimentare capi/ha	Perdita biomassa capi su 6,8 ha
prato/pascolo	120	15	1.800	2.555	0,70	4,76

È tuttavia opportuno fare presente che queste perdite di superficie a pascolo risultano essere frammentate su più appezzamenti, che saranno ubicati ciascuno su una diversa azienda agricola.

La perdita in termini di produzione di biomassa per l'alimentazione animale andrebbe pertanto suddivisa per ogni azienda – ipotizzando sempre che ciascuna azienda sia dedicata anche all'allevamento – ottenendo quindi un valore ancora più basso.

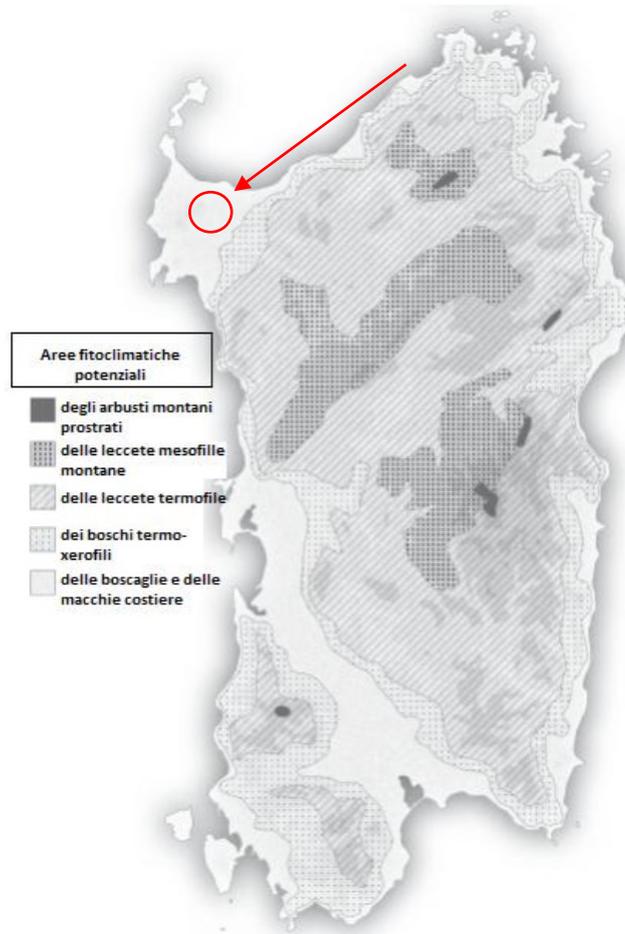
## 7 Fitogeografia

La Fitogeografia è la branca della biogeografia (detta anche geobotanica) che studia i tipi e la distribuzione dei raggruppamenti vegetali sulla Terra e le cause della diversificazione delle maggiori comunità vegetali. Gli insiemi delle piante, sia che si considerino come singole unità tassonomiche (e perciò dal punto di vista floristico), sia come raggruppamenti in comunità (o fitocenosi), si determinano ricorrendo a tabulazioni, ricavando dati preliminari da erbari e lavori scientifici, e costruendo carte in relazione agli scopi e al tipo di fatti da rappresentare.

La fitogeografia, pur avendo metodi propri, è strettamente correlata a diverse discipline botaniche e di altra natura essa presuppone:

- la conoscenza della sistematica, per la classificazione dei taxa che compongono le flore e le vegetazioni;
- della geografia, sia generale sia regionale, per la definizione delle caratteristiche fisiche della superficie terrestre, per l'individuazione delle interconnessioni con le attività antropiche e per la nomenclatura necessaria a indicare fenomeni e regioni;
- della geologia, della microbiologia del suolo, della pedologia, della meteorologia, della storia ecc., da cui si desumono dati per spiegare la distribuzione e la frequenza delle specie vegetali nelle varie regioni della Terra.

Come indicato al paragrafo 3, a livello bioclimatico l'area di intervento rientra nella fascia *Termomediterranea superiore, secca superiore, euoceanica accentuata*. Arrigoni (2006) ha messo in evidenza la correlazione esistente fra clima e vegetazione della Sardegna, riconoscendo 5 zone fitoclimatiche diverse, come rappresentato in Figura 7.1.



**Figura 7.1 - Individuazione dell'area di intervento sulla carta fitoclimatica (Arrigoni, 2006)**

Le 5 zone fitoclimatiche sono le seguenti:

- Area degli arbusti montani prostrati
- Area delle leccete mesofile montane
- Area delle leccete termofile
- Area dei boschi termo-xerofili
- Area delle boscaglie e delle macchie costiere

L'area in esame al presente studio è quella delle *boscaglie e delle macchie costiere*.

## 7.1 Aspetti fitogeografici ed associazioni vegetali dell'area

Secondo Valsecchi (1989) la flora della Nurra è caratterizzata da un notevole contingente di specie mediterranee termofile, da un elevato numero di specie endemiche sarde o sardo-corse e da diverse entità ad areale poco esteso o che trovano in Sardegna il limite di distribuzione. Facendo riferimento alle indagini svolte da Arrigoni et al. (1976-91) e alle più recenti revisioni critiche su alcune entità dei generi *Allchusa* (Selvi & Bigazzi, 1998), *Astragallis* (Valsecchi, 1994a), *Genista* (Valsecchi, 1993) e *Limonium* (Arrigoni & Diana, 1999), si può notare che diverse specie endemiche sarde hanno nella Nurra la loro distribuzione esclusiva: *Limonium laetum* (Nyman) Pignatti, *L. acutifolium* (Reichenb.) Salmon, *L. Ilymplzacum* Erben e *Anchusa sardoa* (Illario) Selvi et Bigazzi.

Altre endemiche, più diffuse nell'isola e presenti anche nei diversi ambienti della Nurra, sono le sarde *Limolium glollleratwn* (Tausch) Erben, *Galiulll schmidii* Arrigoni, *Psoralea morisiana* Pignatti et Metlesics e *Vinca sardoa* (Stearn) Pignatti.

Notevole è il contingente delle endemiche sardo-corse: *Allium parcijlorum* Viv., *Crocus minimus* DC., *Erodium corsicum* Léman, *Evax rotundata* Moris, *Leucojum roseum* Martin, *Nananthea perpusilla* (Loisel.) DC., *Plagius jlosculosus* (L.) Alavi et Heywood, *Polygollum scoparium* Requier ex Loisel., *Genista corsica* (Loisel.) DC., *Ornithogalum corsicllm* Jordan, *Seseli bocconi* Guss. ssp. *praecox* Gamisans, *Sillelle corsica* DC., *Sillelle llodulosa* Viv., *Bryonia marmorata* Petit.

Sono inoltre presenti le specie endemiche sardo-corso-tirreniche: *Romulea requienii* Parl., *Stachys glutinosa* L., *Pallcratium illyricum* L., *Urtica atrovirens* Requier ex Loisel., *Scrophularia trifoliata* L., la sardocorso-sicula *Euphorbia cupanii* Guss. ex Bertol., la sardo-corso-toscano-balearica *Arulll pictum* L. fil. e la sardo-corso-balearica *Bellium bellidioides* L.

*Ferula arrigonii* Bocchieri e *Ptilostemoll casabonae* (L.) Greuter sono state rinvenute nella Nurra nel corso di questa ricerca, rispettivamente in tutto il settore costiero la prima e nel M. Doglia la seconda. Sono inoltre presenti nella Nurra entità di particolare interesse fitogeografico: *Anthyllis barba-jovis* L., *Brassica Ilzsularis* Moris, *Scrophularia ramosissima* Loisel., *Armeria pungens* (Link) Hoffmgg. et Link e la già citata *Chamaerops humilis*.

Tra queste entità rivestono particolare interesse quelle che concorrono a caratterizzare l'elemento storico genetico della flora dell'area. *Centaurea horrida* è un paleo-endemismo senza verosimili affinità genetiche e quindi presumibilmente differenziatosi in epoche remote. Di antica origine sono anche alcune specie endemiche ad areale discontinuo come *Nananthea perpusilla*, *Stachys glutinosa* ed *Evax rotundata*, e non endemiche geneticamente isolate come *Armeria pungens*.

Per quanto attiene alla collocazione fitogeografica della Sardegna, Arrigoni (1983) la inserisce nella regione mediterranea e riconosce in quest'ambito un dominio sardo-corso in base all'esistenza di tre generi monospecifici (di cui uno, *Nanamhea*, presente nella Nurra), e di un endemismo specifico molto sviluppato, in buona parte di antica origine.

Individua inoltre un settore specifico sardo, distinto da quello corso, nel quale riconosce diversi sotto-settori, tra cui il costiero e il collinare, in cui è compresa la Nurra. In quest'ultimo territorio sono presenti diversi endemismi esclusivi, tra i quali, in base alle conoscenze del tempo, solo *Limonium laetum*.

Notevole è invece il contingente sardo-corso presente anche nella Nurra. In generale la zona costiera è caratterizzata da endemismi di conservazione e Neo-endemismi, come confermato per la Nurra dalla presenza di tre specie del genere *Limonium* (*L. laetum*, *L. acutifolium*, *L. nymphaeum*) che Arrigoni & Diana (1999), reputano micro-neo-endemismi e della paleo-endemica relittuale *Celltaurea horrida* (Arrigoni, 1983).

Rivas-Martinez et al., nella cartografia biogeografica dell'Europa (2001a), individuano per la Sardegna una subprovincia Sarda nell'ambito della provincia Italo Tirrenica, della subregione Mediterranea Occidentale (regione Mediterranea). Anche

il paesaggio vegetale dell'area è notevolmente caratterizzato, nei suoi aspetti fitocenotici e soprattutto nei microgeosigmeti costieri, dalla presenza del contingente endemico e d'interesse fitogeografico, che contribuisce alla delimitazione di unità fitocorologiche della Sardegna.

## **7.2 Situazione rilevata sul luogo**

Durante i sopralluoghi effettuati in campo nei periodi tardo-autunnale, invernale e tardo-primaverile, è stato possibile effettuare delle osservazioni in merito alla vegetazione presente sui luoghi di intervento. Come riportato alla documentazione fotografica al successivo paragrafo 8, si tratta esclusivamente di aree a seminativo, pertanto prive di qualsiasi pregio sotto il profilo vegetazionale.

L'area di intervento è costituita soltanto da seminativi – in prevalenza erbai, anche incolti - non irrigui talvolta consociati ad una vegetazione naturale spontanea tipica della macchia mediterranea e della gariga sarda, ma con un numero piuttosto limitato di specie. Per tale ragione, l'intervento in esame, per le sue stesse caratteristiche, non può in alcun modo influire con il normale sviluppo e la riproduzione delle specie vegetali presenti nell'area, in quanto si tratta di essenze (quasi tutte erbacee) estremamente rustiche e del tutto prive di problematiche a livello conservazionistico.

## 8 Paesaggio agrario e produzioni agro-alimentari dell'area

Il territorio preso in esame, per quanto concerne le caratteristiche del paesaggio agrario e delle relative produzioni, comprende un'area omogenea che ricopre, oltre ai comuni direttamente attraversati dal progetto (compreso il cavidotto), anche tutti i comuni limitrofi, sulla provincia di Sassari. L'area è da secoli dedicata all'allevamento ovino e alla pastorizia, attività che in quasi tutte le altre regioni d'Italia sta lentamente scomparendo. In misura minore, si pratica anche l'allevamento bovino semi-brado (linea vacca-vitello).

Ciò ha determinato, nel corso dei secoli, un reale (e corretto) sfruttamento dei pascoli naturali, in aree che altrimenti sarebbero state abbandonate o, in presenza di fertilità adeguata dei suoli, convertite a seminativo.

### 8.1 L'areale di riferimento descritto dal Censimento Agricoltura 2010

Sulla base del più recente Censimento Agricoltura (Istat, 2010), per quanto concerne le produzioni vegetali l'areale preso in esame presenta le seguenti caratteristiche (Tabella 10-1).

**Tabella 8.1 - Estensione SAU per tipologia di coltura dei comuni interessati dal progetto e dei comuni confinanti (fonte: ISTAT)**

Utilizzazione dei terreni dell'unità agricola	superficie totale (sat)	superficie totale (sat)								
		superficie agricola utilizzata (sau)	superficie agricola utilizzata (sau)					arboreicoltura da legno annessa ad aziende agricole	boschi annessi ad aziende agricole	superficie agricola non utilizzata e altra superficie
			seminativi	vite	coltivazioni legnose agrarie, escluso vite	orti familiari	prati permanenti e pascoli			
<b>Territorio</b>										
<b>Sassari (provincia)</b>	<b>302.138,84</b>	<b>249.243,24</b>	<b>88.294,80</b>	<b>3.014,15</b>	<b>8.239,42</b>	<b>233,09</b>	<b>149.461,78</b>	<b>607,09</b>	<b>33.368,09</b>	<b>18.920,42</b>
Alghero	10.187,84	7.892,16	3.241,54	1.108,42	1.405,18	59,86	2.077,16	132,74	1.182,02	980,92
Olmedo	2.266,27	1.785,41	959,98	35,55	70,29	3,02	716,57	..	173,30	307,56
Osilo	7.076,62	5.946,79	2.216,12	8,77	45,22	4,50	3.672,18	6,60	583,08	540,15
Ossi	1.333,46	1.124,13	282,38	57,13	173,00	7,55	604,07	..	50,10	159,23
Porto Torres	2.810,54	2.470,67	1.830,68	1,25	9,04	1,36	628,34	2,00	59,14	278,73
<b>Sassari</b>	<b>34.207,43</b>	<b>28.973,42</b>	<b>17.598,89</b>	<b>172,96</b>	<b>1.906,09</b>	<b>30,55</b>	<b>9.264,93</b>	<b>73,10</b>	<b>2.001,83</b>	<b>3.159,08</b>
Sennori	1.802,69	1.427,12	387,75	190,23	387,23	2,59	459,32	2,96	127,87	244,74
Sorso	2.585,28	2.308,28	650,80	517,59	898,54	17,64	223,71	..	48,88	228,12
Stintino	3.745,70	3.333,36	1.891,52	1,05	3,40	0,30	1.437,09	..	184,89	227,45
Tissi	458,09	370,91	88,73	48,96	116,67	0,91	115,64	..	7,60	79,58
Uri	3.926,38	3.388,91	1.452,45	73,57	414,90	2,82	1.445,17	42,10	67,86	427,51
Usini	1.762,13	1.501,30	572,85	214,22	351,73	3,31	359,19	..	21,06	239,77

I seminativi, i prati permanenti e i pascoli costituiscono nel comune esaminato circa il 90,0% della SAU complessiva. Come descritto al paragrafo 4, l'orografia e le caratteristiche dei suoli, oltre alla all'elevata diffusione di roccia affiorante, non hanno consentito uno sviluppo di terreni (o *pedogenesi*) con fertilità particolarmente elevata.

Relativamente bassa risulta l'estensione delle superfici agricole non utilizzate, in quanto le superfici a prato e a pascolo, per via dell'allevamento ovino, sono ancora considerate una risorsa. Le colture arboree censite sono davvero limitate, così come la viticoltura, che nel caso specifico dei comuni coinvolti nel progetto, risulta pressoché nulla. L'areale considerato si presenta comunque piuttosto omogeneo, difatti i comuni presentano caratteristiche simili in termini di percentuale delle varie colture sulla SAU.

Per quanto invece riguarda le produzioni animali, la parte preponderante è costituita da allevamenti ovi-caprini - con quasi 900.000 capi nella sola Provincia di Sassari - sia per la produzione di latte da destinare al formaggio pecorino che per la carne di agnello, entrambi elementi cardine della (apprezzatissima) cucina sarda.

Nel caso degli allevamenti bovini, si tratta in genere della linea vacca-vitello allo stato brado o semi-brado, che prevede la permanenza del vitello accanto la madre per l'intero periodo della lattazione, prima di essere venduto, solitamente al raggiungimento del peso di 400 kg. In considerazione dell'allevamento brado o semi-brado, per questa pratica si preferisce

allevare manze di razze rustiche locali o meticce, da fecondare artificialmente con tori di razze da carne (in genere si impiegano tori di razze francesi *Charolaise* o *Limosine*). Tutte le altre produzioni zootecniche appaiono decisamente trascurabili.

**Tabella 8.2 - Numero di capi allevati per comune e specie – Comuni interessati dal progetto e comuni confinanti (fonte: ISTAT)**

Tipo allevamento	totale bovini e bufalini	totale suini	totale ovini e caprini	totale avicoli
<b>Territorio</b>				
<b>Sassari (provincia)</b>	<b>49.079,00</b>	<b>25.643,00</b>	<b>892.549,00</b>	<b>38.457,00</b>
Alghero	594,00	935,00	12.069,00	177,00
Muros	..	..	1.793,00	..
Olmedo	130,00	11,00	6.741,00	10,00
Osilo	467,00	1.902,00	35.020,00	365,00
Ossi	2,00	29,00	3.057,00	..
Porto Torres	227,00	58,00	4.356,00	..
<b>Sassari</b>	<b>3.307,00</b>	<b>2.872,00</b>	<b>84.494,00</b>	<b>12.861,00</b>
Sennori	34,00	96,00	2.973,00	10,00
Sorso	35,00	9,00	338,00	..
Stintino	795,00	54,00	2.480,00	..
Tissi	70,00	..	711,00	..
Uri	166,00	118,00	11.614,00	..
Usini	..	32,00	1.997,00	35,00

## 8.2 Produzioni agro-alimentari a marchio di qualità ottenibili sul territorio in esame

### 8.2.1 Produzioni alimentari DOP, IGP, PAT ottenibili nell'area di intervento

In Italia i prodotti DOP (Denominazione di Origine Protetta) attualmente riconosciuti sono 168 (aggiornamento del 26 agosto 2019).

La Sardegna ha ottenuto il riconoscimento DOP per soli 6 prodotti: Fiore Sardo, Pecorino Sardo, Pecorino Romano, Olio EVO di Sardegna, Zafferano di Sardegna e Carciofo Spinoso di Sardegna. Di queste, solo le prime quattro sono producibili nell'areale di riferimento.

#### **Fiore Sardo DOP**

Il formaggio Fiore Sardo è ottenuto dal latte di pecora di razza autoctona sarda, il cui allevamento in Sardegna ha origini antichissime e risale alla civiltà nuragica, più precisamente all'età del bronzo (anteriore al primo millennio a.C.). Il "Fiore sardo", conserva ancora oggi le antiche e particolari tecniche di lavorazione artigianali già presenti nel IV secolo d.C., come sembrerebbe da scritti e opere di qualche scrittore latino autore di opere sull'agricoltura.

Il termine *fiore* deriva dal fatto che per la sua formatura si usassero, fino a tempi recenti, stampi in legno (*pischeddas*) forate, di legno di castagno o di pero selvatico, sul cui fondo era intarsiato un fiore stilizzato – forse il giglio o l'asfodelo – che lasciava sul formaggio un vero e proprio marchio, accompagnato spesso anche dalle iniziali del nome del produttore.

Il Fiore Sardo è citato nella Convenzione di Stresa del 1951 sull'uso dei nominativi di origine e delle denominazioni dei formaggi, riconosciuto a Denominazione Tipica nel 1955 e d'Origine dal 1974, ha infine ottenuto la Denominazione d'Origine Protetta (DOP) nel 1996.

La antica origine del formaggio e la storica e specifica economia agropastorale sarda conferiscono tuttora a questa DOP un particolare carattere identitario della sardità. Negli anni il Fiore Sardo ha subito un necessario processo di modernizzazione, in quanto il disciplinare che prevede gli antichi e tradizionali procedimenti di produzione consente l'utilizzo di tecnologie più moderne ed industrializzate. Ciò ha consentito un positivo aumento della quantità prodotta, ma di fatto non è stato modificato il carattere di artigianalità della dop, soprattutto se paragonato ai volumi del pecorino Romano DOP, ottenuto industrialmente con il solo latte sardo. La maggior produzione ha promosso la distribuzione e la diffusione del Fiore Sardo in tante regioni italiane e in varie parti del mondo.

Il Fiore Sardo viene prodotto esclusivamente in Sardegna, secondo la tecnologia casearia e le modalità riportate nel disciplinare di produzione.

Il latte intero, fresco e rigorosamente crudo, viene coagulato con caglio in pasta di agnello o di capretto. La cagliata, rotta finemente e non sottoposta a cottura, da cui deriva la definizione di formaggio "a pasta cruda", viene raccolta in particolari stampi tronco conici e la sapiente maestria degli operatori consente di ottenere le forme caratteristiche. Le forme di formaggio vengono marchiate all'origine, mediante l'apposizione su una faccia di un contrassegno di caseina numerato e recante il logo della DOP e un numero progressivo, che permette di risalire al caseificio di produzione e ricostruire tutta la filiera produttiva.

Il tempo minimo di maturazione del Fiore sardo è di 105 giorni. Il peso varia da 3,50 a 4,00 Kg, sono ammesse variazioni in più o in meno legate alle condizioni tecniche di produzione.

Il formaggio ha una forma tipica, che sembra generarsi dalla fusione per la base maggiore di due tronchi di cono schiacciati, con facce piane e scalzo "a schiena di mulo", cioè particolarmente convesso.

La pasta è compatta, raramente presenta occhiature; friabile e morbida da giovane di colore bianco, stagionata tende al giallo paglierino, perdendo in morbidezza; al tatto è compatta, rugosa, mentre all'assaggio è dura, friabile e granulosa. L'odore fortemente aromatico, caratteristico è intenso di animale, spesso di affumicato; il sapore è deciso, tipico dei formaggi di pecora, morbido e lievemente acidulo nelle forme più giovani e piccante nelle forme più stagionate. Il Fiore Sardo, formaggio con una persistenza sensoriale medio-alta, è un eccellente formaggio da tavola, se consumato giovane, ed un ottimo prodotto da grattugia se stagionato per almeno sei mesi.

## **Pecorino Sardo DOP**

Le prime precise notizie storiche sulla tecnologia casearia in Sardegna risalgono alla fine del '700. I formaggi allora prodotti, ottenuti da latte crudo o da latte riscaldato con "pietre arroventate immerse a tale scopo" erano denominati Bianchi, Rossi fini, Affumicati e tra questi il Rosso fino e l'Affumicato vengono considerati dagli storici i progenitori del Pecorino Sardo. Fortemente radicato in un contesto regionale che ha fatto della produzione casearia un'arte secolare che si tramanda di generazione in generazione, il Pecorino Sardo è diventato il formaggio simbolo della Sardegna in Italia e nel mondo, tanto da ottenere importanti riconoscimenti sia a livello nazionale che internazionale. Il 4 Novembre 1991, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri è stato ufficialmente inserito nella rosa dei formaggi a Denominazione di Origine e successivamente, con Reg. CEE n. 1263 del 2 Luglio 1996, ha ottenuto dall'Unione Europea il marchio D.O.P. – Denominazione di Origine Protetta. Quest'ultimo riconoscimento ha innalzato ed esteso a livello europeo la soglia di protezione limitata fino ad allora ai confini nazionali, confermando definitivamente l'indissolubile legame di questo grande formaggio con l'ambiente geografico di provenienza: un legame che ancora oggi lo rende unico ed inimitabile.

La Denominazione di Origine Protetta *Pecorino Sardo* è riferita ai formaggi aventi le seguenti caratteristiche, in quanto si intende distinguere la tipologia *dolce* dalla tipologia *matturo* ferma restando la medesima zona di produzione e di stagionatura per entrambe le tipologie. Prodotto con latte di pecora intero proveniente esclusivamente da allevamenti ubicati nel territorio amministrativo della Regione Sardegna, il Pecorino Sardo è un ottimo formaggio da tavola e nella tipologia *matturo* anche un ottimo formaggio da grattugia. Il Pecorino Sardo Dolce è caratterizzato da un periodo di maturazione che si compie tra i 20 ed i 60 giorni. Di peso non superiore ai 2,50 Kg, ha una forma cilindrica a facce piane con scalzo diritto o leggermente convesso. La crosta è liscia, sottile, di colore bianco o paglierino tenue. La pasta è bianca, morbida, compatta o con rada occhiatura, dal sapore dolce-aromatico o leggermente acidulo. Il Pecorino Sardo Matturo, si

caratterizza per una stagionatura più lunga, di almeno due mesi, che avviene in appositi locali la cui temperatura e umidità vengono costantemente controllate. Di peso compreso tra i 3,00 ed i 4,00 Kg, il Pecorino Sardo Maturo ha forma cilindrica a facce piane con scalzo diritto. La crosta è liscia, consistente, di colore bruno nelle forme più stagionate; la pasta è bianca, tendente con il progredire della stagionatura al paglierino, compatta o con rada occhiatura, dal gusto forte e gradevolmente piccante.

### ***Pecorino Romano DOP***

La storia del Pecorino Romano ha origini millenarie. Grazie alle proprietà nutritive e alla facilità di trasporto e di conservazione, la sua tecnica di trasformazione si diffuse nei secoli in Toscana e in Sardegna.

Oggi il Pecorino Romano viene prodotto nel Lazio, in Sardegna e nella provincia di Grosseto, territori nei quali esistono le condizioni ideali per la sua produzione: razze ovine autoctone, pascoli incontaminati e ricchi di erbe aromatiche che regalano al formaggio l'intensità del gusto che lo caratterizza.

È un formaggio nutriente, genuino, ricco di proteine e di facile digeribilità. La crosta sottile color avorio o paglierino, può essere naturale o cappata nera, la pasta è dura e compatta o leggermente occhiata e il suo colore varia dal bianco al paglierino. Il gusto è aromatico, leggermente piccante e sapido nel formaggio da tavola, piccante intenso con sapidità variabili nel formaggio da grattugia. Il periodo di stagionatura è di almeno 5 mesi per il Pecorino Romano da tavola e 8 mesi per quello da grattugia. Le forme sono cilindriche con un peso che può variare dai 20 kg ed i 35 kg, l'altezza dello scalzo è compresa fra i 25 e 40 cm e il diametro del piatto fra i 25 e 35 cm. Sullo scalzo viene impresso il marchio all'origine, costituito da un rombo con angoli arrotondati contenente al suo interno la testa stilizzata di una pecora con la dicitura Pecorino Romano.

### ***Olio extra vergine d'oliva di Sardegna DOP***

L'olio DOP "Sardegna" si ottiene da olive prodotte negli oliveti della regione Sardegna, in provincia di Cagliari, Nuoro, Oristano, Sassari, Carbonia-Iglesias, Medio Campidano, Ogliastra, Olbia-Tempio, appartenenti alle seguenti cultivar:

- Bosana, Tonda di Cagliari, Bianca, Nera di Villacidro, Semidana in misura non inferiore al 80%.
- Possono concorrere altre varietà presenti nel territorio regionale nella misura massima del 20%.

Caratteristiche principali:

- Colore: dal verde al giallo con variazione cromatica nel tempo;
- Odore: fruttato;
- Sapore: fruttato con sentori di amaro e di piccante;
- Acidità massima: 0,50 %;
- Polifenoli totali: > 100 ppm.

Nessuna delle superfici opzionate risulta ad uliveto. Il progetto, però, prevede la realizzazione di uliveti con cultivar atte alla produzione di olio EVO di Sardegna DOP per circa 7,40 ha complessivi.

A livello italiano ci troviamo in fondo alla classifica delle regioni per il numero di eccellenze riconosciute dalla Comunità Europea.

### ***Prodotti IGP***

Il termine IGP, acronimo di *Indicazione Geografica Protetta*, indica invece un marchio di origine che viene attribuito dall'Unione Europea a quei prodotti agricoli e alimentari per i quali una determinata qualità, la reputazione o un'altra caratteristica dipende dall'origine geografica, e la cui produzione, trasformazione e/o elaborazione avviene in un'area geografica determinata.

Per ottenere la IGP quindi, almeno una fase del processo produttivo deve avvenire in una particolare area. Chi produce IGP deve attenersi alle rigide regole produttive stabilite nel disciplinare di produzione, e il rispetto di tali regole è garantito da uno specifico organismo di controllo.

Si differenzia dalla più prestigiosa Denominazione di Origine Protetta (DOP), per il suo essere generalmente un'etichetta maggiormente permissiva sulla sola provenienza delle materie prime (che se previsto dai singoli disciplinari possono essere sia di origine nazionale che di origine comunitaria o talvolta anche extra-comunitaria), in quanto tutela le ricette e alcuni processi produttivi caratterizzanti tipici del luogo ma non per forza l'origine del prodotto nel suo intero complesso, se non quello della produzione finale. Ciò viene a volte concesso principalmente perché una produzione di materie prime a livello locale o nazionale destinata a tale scopo potrebbe non essere sufficiente per soddisfare la richiesta del prodotto a livello globale, o perché alcuni ingredienti di origine estera vengono considerati più idonei per loro specifiche caratteristiche organolettiche che hanno un ruolo determinante nella riuscita finale del prodotto.

Per distinguere visivamente i prodotti IGP è stato creato un apposito marchio i cui colori distintivi sono il giallo e il blu.

In Italia i prodotti IGP attualmente riconosciuti sono 129 (aggiornamento del 26 agosto 2019).

La Sardegna ha ottenuto il riconoscimento IGP per soli 2 prodotti:

- Culurgionis d'Ogliastra (un tipo di pasta ripiena)
- Agnello di Sardegna, al cui disciplinare aderisce il 70% degli allevatori di ovini

### **Prodotti PAT**

I PAT, acronimo di *Prodotti Agroalimentari Tradizionali*, sono prodotti inclusi in un apposito elenco, istituito dal Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali (Mipaaf) con la collaborazione delle Regioni. Per poter essere inserite nell'elenco, ci dobbiamo trovare in presenza di produzioni tipiche lavorate tradizionalmente da almeno 25 anni, e testimoniate da documenti storici e interviste. L'aggiornamento e la pubblicazione annuale dell'elenco sono a cura del Ministero che ha anche il compito di promuoverne la conoscenza a livello nazionale e all'estero. Ad oggi, in Italia sono presenti 5.128 prodotti PAT, mentre in Sardegna ne abbiamo più di 200. Spesso sono il primo step per il successivo riconoscimento di una IGP o DOP. Esempi di PAT della Sardegna sono l'Abbamele, il caglio di capretto, il miele di asfodelo e sa casada. L'elenco aggiornato delle PAT in Sardegna è presente in una speciale area del sito della regione.

I Presidi Slow Food sostengono invece le piccole produzioni tradizionali che rischiano di scomparire, valorizzano territori, recuperano antichi mestieri e tecniche di lavorazione, salvano dall'estinzione razze autoctone e varietà di ortaggi e frutta. Oggi, oltre 500 Presidi Slow Food (di cui 250 sono italiani) coinvolgono più di 13.000 produttori. Un presidio tutela un prodotto tradizionale a rischio di estinzione; una tecnica tradizionale a rischio di estinzione (di pesca, allevamento, trasformazione, coltivazione); un paesaggio rurale o un ecosistema a rischio di estinzione. In Sardegna sono stati riconosciuti come presidi Slow Food 21 tipologie di formaggi, 4 tipologie di salumi, 5 tipologie di pasta, 11 tipologie di pane, 22 tipologie di dolci. È evidente che la Sardegna è piuttosto lontana dall'aver raggiunto un numero di riconoscimenti soddisfacente. Le eccellenze non mancano sicuramente sul territorio, ma fino ad ora sono state poche le azioni per promuoverle. E la promozione della Sardegna come destinazione turistica enogastronomica passa sicuramente anche attraverso questo tipo di riconoscimenti.

### **8.2.2 Produzioni Vinicole DOC e IGT ottenibili nell'area di intervento**

Si elencano comunque le produzioni vinicole a marchio DOC e IGT (oggi DOP e IGP) ottenibili nell'area:

- Isola dei Nuraghi IGT
- Cannonau di Sardegna DOC
- Monica di Sardegna DOC
- Moscato di Sardegna DOC
- Vermentino di Sardegna DOC

Non si rilevano superfici ad uva da vino coinvolte nel progetto. In passato (confronta paragrafo 8.3) era presente una limitata superficie a vigneto sull'area più a est della superficie opzionata, ormai estirpata da anni. Più in generale, le superfici a vigneto dell'areale considerato risultano estremamente ridotte.

### 8.3 Immagini panoramiche dell'area di intervento

Il paesaggio agrario dell'areale non presenta elementi di particolare pregio. Questo per via dell'elevatissima antropizzazione dell'area (in particolare cave dismesse, vecchi insediamenti industriali). Di fatto tutte le aree di installazione degli elementi in progetto sono destinate a seminativo, prato, e pascolo, nella maggior parte dei casi con un ridottissimo orizzonte superficiale e molti elementi di roccia affiorante.



**Figura 8.1 - Area centro-nord. Erbaio a fine ciclo e pascolo (in primo piano). Numerose spontanee disseccate.**



**Figura 8.2 - Area centrale nei pressi della ferrovia. Visibile linea AT. Orzo prossimo alla trebbiatura.**



**Figura 8.3 - Area centrale, nei pressi degli edifici aziendali. Pascolo arido. Visibili ovini al pascolo.**



**Figura 8.4 – Area ovest dell'appezzamento. Pascolo incolto, con elevata pietrosità, delimitato da ogliastri, mirti e corbezzoli.**



**Figura 8.5 – Area NORD dell'appezzamento. Erbaio, prevalentemente costituito da avena.**



***Figura 8.6 - Area EST. Pascolo semi-naturale. Anche qui prevalenza di avena.***



***Figura 8.7 - Area EST. Struttura per il pompaggio di acqua in evidente stato di abbandono da molti anni.***



**Figura 8.8 - Area SUD-EST dell'appezzamento. Erbaio già imballato e raccolto. Visibili ricacci di un vecchio vigneto estirpato. Condizioni pedologiche migliori rispetto a tutte le altre aree dell'impianto.**



**Figura 8.9 - Sempre Area SUD-EST. Ancora più diffusi i ricacci del vecchio vigneto.**

## 9 Caratteristiche dell'agro-fotovoltaico e stato della ricerca

### 9.1 Il Sistema agro-fotovoltaico

I sistemi agro-fotovoltaici sono sistemi misti che combinano, sullo stesso terreno contemporaneamente, colture alimentari e pannelli solari fotovoltaici (Figura 9.1 e Figura 9.2). I primi ad utilizzare questo termine nella ricerca scientifica sono stati Dupraz e Marrou (2011), dell'Università di Montpellier (F), che hanno poi condotto alcuni tra i più importanti studi sull'interferenza tra l'ombreggiamento provocato dai pannelli e le caratteristiche quali-quantitative delle produzioni agricole (cfr. paragrafo 9.4).



**Figura 9.1 - Ortive con pacciamatura in un campo agrovoltaico sperimentale in Olanda**

Al fine di valutare la fattibilità del progetto agro-fotovoltaico proposto, sono stati esaminati alcuni recenti studi statunitensi, atti ad analizzare gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione autoctona presente al suolo. Lo studio *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project* (H.T. Harvey & Associates, 2010) ha avuto come obiettivo la valutazione dei potenziali cambiamenti annuali su un habitat vegetativo tipo prato stabile (ossia habitat composto per la quasi totalità da specie erbacee e pertanto votato, ad esempio, ad attività di pascolo), a seguito dell'aumento di ombreggiamento al suolo conseguente l'installazione di un parco fotovoltaico di grandi dimensioni.

Lo studio sopra citato, oltre ad essere incentrato specificatamente sul tema in oggetto, risulta essere particolarmente esemplificativo in quanto condotto su una scala ben più ampia rispetto a quella del progetto in esame: l'impianto californiano a cui è riconducibile lo studio è infatti un impianto di vaste dimensioni (circa 4.365 acri, pari a 1.766 ha) ubicato nel sud della California e con una potenza di circa 250 MWp.



**Figura 9.2 – Agro-fotovoltaico a moduli fissi con struttura a falde in Cina, in un campo coltivato a bacche di Goji**

Sebbene non si sia quantificata con esattezza l'entità dell'ombreggiamento che segue l'installazione di un impianto fotovoltaico a terra, valutazioni preliminari stimano approssimativamente che una porzione pari al 40-45% della superficie coperta (equivalente alla proiezione sul piano orizzontale dei moduli) sarà parzialmente ombreggiata, sebbene la configurazione mobile ad inseguimento solare permetta comunque il soleggiamento ciclico dell'intera superficie al disotto dei moduli. In particolare i moduli determineranno un ombreggiamento di circa il 40% a mezzogiorno, quando il sole è più alto nella volta celeste (lo Zenith viene raggiunto solo all'equatore) raggiungendo picchi di circa 45% alle prime ore della mattina e nel tardo pomeriggio quando l'angolo di incidenza al suolo della radiazione solare sarà particolarmente basso.

Ulteriori studi quali *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*, Journal of Range Management, 42:281-283 (Forst and McDouglad, 1989) e *Response of California annual grassland to litter manipulation*, Journal of Vegetation Science, 19:605-612 (Amatangelo, 2008) mostrano che vari gradi di ombreggiamento possono incentivare lo sviluppo di svariate specie erbacee seminative, provocando una graduale modifica della composizione della comunità locale a vantaggio di specie erbacee a foglia larga e leguminose.

Inoltre ulteriori ricerche, quali ad esempio *Direct and indirect control of grass land community structure by litter, resources and biomass*, Ecology 89:216-225 (Lamb, 2008) indicano che la variazione della luminosità non è la principale concausa della strutturazione del manto erboso rispetto ad altri fattori biotici e abiotici quali ad esempio: l'uso di fertilizzanti, l'apporto idrico, il clima, le interazioni biotiche (ossia la competizione interspecifica, nonché la presenza di erbivori) e l'accesso alle risorse nutritive.

Per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità. Sebbene quindi il manto erboso cresca al di sotto dei moduli fotovoltaici, nell'arco del periodo diurno questo sarà certamente raggiunto da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana.

Nel corso dell'anno solare di osservazione, lo studio californiano si chiude rilevando che l'installazione di impianti fotovoltaici non integrati su ampie superfici aperte ha come principale effetto sulla comunità vegetale quello di incentivare l'insorgere di particolari forme di adattamento nelle specie autoctone (cambiamento delle dimensioni medie dell'apparato vegetativo, del contenuto di clorofilla *etc.*) ed eventualmente consentire la colonizzazione da parte di ulteriori specie che non prediligono l'irraggiamento diretto. In considerazione di quanto sopra esposto, al fine in ogni caso di disincentivare la diffusione di specie infestanti non autoctone pur supportando la biodiversità dell'ecosistema, sono stati effettuati altri studi

(*Resource Management Demonstration at Russian Ridge Preserve, California Native Grass Association, Volume XI, No.1, Spring 2001*) il cui fine è quello di individuare una metodologia che consenta il mantenimento e/o l'aumento della copertura e del numero di specie autoctone nell'ambito di prati stabili.

Le tecniche di intervento per contrastare la densità delle infestanti prescelte furono le seguenti:

- pascolo intensivo di ovini;
- incendi controllati seguiti dalla semina di specie erbacee locali;
- taglio manuale mirato;
- taglio con trinciatrice;
- applicazioni mirate di erbicidi.

L'approccio più interessante in termini di ecocompatibilità ed efficacia è risultato il ricorso controllato al pascolo o, se quest'ultimo non fosse attuabile, il taglio ciclico del prato durante i periodi dell'anno più propizi per la riproduzione e la diffusione delle infestanti.

È ragionevole affermare che, in considerazione dei lievi mutamenti dell'habitat conseguenti l'installazione di moduli fotovoltaici, adottando opportune forme di gestione del manto erboso, non sarà riscontrabile alcun sostanziale cambiamento nella struttura dell'ecosistema, nella disponibilità di risorse nutrizionali nel suolo, ma soprattutto nella composizione della comunità vegetale che si alterna nei cicli stagionali.

Un altro studio dal titolo *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*, è stato recentemente pubblicato su "PLOS One" da Elnaz Hassanpour Akeh, John S. Selker e Chad W. Higgins - Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (Osu). Questi ricercatori hanno analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1.435 kW su un terreno di 6 acri (2,43 ha) sulle grandezze micrometeorologiche in aria, sulla umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. La peculiarità della fattoria studiata è quella di essere in una zona semi-arida ma con inverni piuttosto umidi.

Lo studio ha evidenziato che, oltre a far cambiare in maniera più o meno grande alcune grandezze in atmosfera, i pannelli hanno consentito di aumentare l'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato piuttosto secco, come evidenziato da quanto accade su un terreno di controllo, non coperto dai pannelli.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semi-aride di questo tipo, esistono strategie doppiamente vincenti che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo nel contempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile. Gli studi sopra citati dimostrano quindi la compatibilità del progetto con l'area ad utilizzo agroenergetico, in quanto non andrà a pregiudicare in nessun modo negativamente la situazione ambientale. L'ombra generata dai pannelli fotovoltaici non solo protegge le piante durante le ore più calde ma permette un consumo di acqua più efficiente. Infatti, le piante esposte direttamente al sole richiedono un utilizzo di acqua maggiore e più frequente rispetto alle piante che si trovano all'ombra dei pannelli, le quali, essendo meno *stressate*, richiedono un utilizzo dell'acqua più moderato.

Un altro importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di una impinato fotovoltaico ad inseguimento monoassiale, nel contesto agricolo, è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad insemminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di ulivo, pesche mandorle, uva, etc.

Questo aspetto è attualmente oggetto di grande interesse e di studio da parte dei ricercatori che puntano allo sviluppo di campi fotovoltaici sempre più sostenibili, tra i quali Jordan Macknick, ricercatore del National Renewable Energy Laboratory (NREL), che ha partecipato alla pubblicazione della ricerca *Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States* in cui vengono analizzati i benefici sull'agricoltura portati dalla presenza di piante e fiori nei campi delle centrali fotovoltaiche.

## 9.2 Meccanizzazione e spazi di manovra

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze hanno costretto l'uomo nei secoli a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una quasi integrale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori.

Come dettagliatamente descritto nel Progetto definitivo dell'impianto agro-fotovoltaico, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno disposte in direzione Nord-Sud, su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di **11,80 m**), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 60°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a poco meno di 2,50 m (esattamente 2,485 m).

Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari a **7,0 m**.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. *capezzagne*), questi devono essere sempre non inferiori ai 5,0 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia libera tra la recinzione e le strutture dei moduli, che consente un ampio spazio di manovra.

## 9.3 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno, su uno spazio di 75 cm per lato, risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno pulito e libero da infestanti mediante la fresa interceppo (Figura 9.3), come già avviene da molto tempo nei moderni vigneti e più in generale in impianti di frutteto.



**Figura 9.3 - Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Rinieri S.r.l.)**

Trattandosi di terreni per la maggioranza regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Nel caso dell'impianto di uliveto sulla fascia perimetrale e sulle aree di mitigazione, si effettuerà su di esse un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno

dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 50,00 e i 60,00 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo in fase di accrescimento.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,00 cm.

## 9.4 Ombreggiamento

Come descritto al paragrafo 9.1, l'ombreggiamento è di fatto l'argomento maggiormente trattato negli studi e nelle ricerche universitarie sull'opportunità di coltivare terreni occupati da impianti fotovoltaici (*sistema agro-fotovoltaico*).

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte (prima ed ultima parte della giornata).

Sulla base della collocazione geografica dell'impianto e delle sue caratteristiche, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 6 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le *ore-luce* risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

Pertanto si ritiene opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo produttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo, o di utilizzare l'ombreggiamento per una *semi-forzatura* del periodo di maturazione (per *semi-forzatura* delle colture si intende l'induzione di un moderato periodo di anticipo o di ritardo nella maturazione e quindi nella raccolta del prodotto).

L'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione (ET), considerando che nel periodo più caldo dell'anno - che nell'area di intervento è tra la fine giugno e la prima decade di luglio - le temperature superano giornalmente i 30°C, pertanto le (rare) precipitazioni estive e l'irrigazione a micro-portata avranno una maggiore efficacia. Numerosi studi sono stati pubblicati sulla lattuga, in quanto si tratta, di fatto, della coltura orticola più diffusa a livello mondiale, e che ben si adatta a condizioni di ombreggiamento parziale.

Uno studio di Marrou *et al.* (2013) compiuto su lattuga e cetriolo, ha dimostrato che si possono prevedere variazioni della temperatura dell'aria, del suolo e delle colture a causa della riduzione della radiazione incidente sotto il pannello fotovoltaico.

La temperatura del suolo (a 5,0 cm e 25,0 cm di profondità), la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità del vento e le radiazioni incidenti sono state registrate a intervalli orari nel trattamento del pieno sole e in due sistemi agro-fotovoltaici con diverse densità di moduli fotovoltaici durante tre stagioni meteorologiche (inverno, primavera e estate). Inoltre, sono state monitorate le temperature delle colture su colture a ciclo breve (lattuga e cetriolo) e su colture a ciclo lungo (grano duro). Anche il numero di foglie è stato valutato periodicamente sulle colture orticole.

La temperatura media giornaliera dell'aria e l'umidità risultavano simili in ombra ed in pieno sole, qualunque fosse la stagione climatica. Al contrario, la temperatura media giornaliera al suolo diminuiva significativamente al di sotto dei moduli fotovoltaici rispetto al trattamento in pieno sole. L'andamento orario della temperatura delle colture durante l'intero giorno (24 ore) è stato chiaramente influenzato dall'ombra.

In questo esperimento, il rapporto tra la temperatura del prodotto e la radiazione incidente era più alto al di sotto dei moduli fotovoltaici al mattino. Ciò potrebbe essere dovuto ad una riduzione delle dispersioni termiche sensibili da parte

delle piante (assenza di deposito di rugiada al mattino presto o ridotta traspirazione) all'ombra rispetto al trattamento in pieno sole. Tuttavia, è stato riscontrato che la temperatura media giornaliera del prodotto raccolto non cambia significativamente all'ombra rispetto al pieno sole, ed il tasso di crescita è stato simile in tutte le condizioni. Differenze significative nel tasso di traspirazione fogliare sono state misurate solo durante la fase giovanile (tre settimane dopo la semina) nelle lattughe e nei cetrioli e potrebbero derivare da cambiamenti nella temperatura del suolo.

In conclusione, lo studio suggerisce che dovrebbero essere necessari piccoli adattamenti nelle pratiche colturali per passare da una coltura aperta a un sistema di coltivazione agro-fotovoltaica e l'attenzione dovrebbe essere concentrata principalmente sulla mitigazione della riduzione della luce e sulla selezione di piante con una massima efficienza di utilizzo delle radiazioni in queste condizioni di ombra fluttuante.

In un altro studio (Elamri *et al.*, 2018), sempre dell'Università di Montpellier, sono stati elaborati dei modelli in grado di riprodurre i benefici attesi dalle installazioni agro-fotovoltaiche: ad esempio è stato dimostrato che è possibile migliorare l'efficienza dell'uso del suolo e la produttività dell'acqua contemporaneamente, riducendo l'irrigazione del 20%, quando si tollera una diminuzione del 10% della resa o, in alternativa, una leggera estensione del ciclo colturale (tipicamente molto breve per le ortive).

L'agro-fotovoltaico appare quindi una soluzione per il futuro di fronte al cambiamento climatico e alle sfide alimentari ed energetiche, tipicamente nelle aree rurali e nei paesi in via di sviluppo e soprattutto, se la pratica qui presentata si rivela efficiente, anche per altre colture e contesti, special modo nelle aree del meridione d'Italia.

## 9.5 Presenza di cavidotti interrati

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40,0 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80,0 cm.

## 10 La definizione del piano colturale

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, facendo una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile) e la fascia arborea perimetrale.

Le caratteristiche pedologiche del sito, ad eccezione di una limitata superficie in area 3, consentono di programmare colture prevalentemente *in asciutto*.

### 10.1 Colture praticabili nell'area di intervento e superfici dedicate

Sulla base dei dati disponibili sulle attitudini delle colture e delle caratteristiche pedo-climatiche del sito, sono state selezionate le specie da utilizzare per l'impianto. In tutti i casi è stata posta una certa attenzione sull'opportunità di coltivare sempre essenze mellifere. L'area di impianto coltivabile a seminativo, o con ortive da pieno campo, risulta avere una superficie pari a circa **74,5 ha**.

A questa superficie, va aggiunta quella relativa alle fasce di mitigazione all'interno della recinzione per circa 5,04 ha, 1,06 ha occupate dalle essenze mellifere all'esterno della recinzione e circa 2,37 ha di colture arboree nell'area interna all'impianto, non utilizzabile per l'impianto agro-fotovoltaico. Avremo pertanto una superficie coltivata pari a 82,97 ha, che equivalgono al 80,0% dell'intera superficie opzionata per l'intervento.

Per una corretta gestione agronomica dell'impianto, ci si è orientati pertanto verso le seguenti attività:

- Copertura con manto erboso
- Colture ortive (1,00 ha in sperimentazione)
- Colture arboree mediterranee intensive (fascia perimetrale interna e aree sotto il tracciato dell'elettrodotto)
- Colture arbustive autoctone mellifere (fascia perimetrale esterna)

Le superfici occupate dalle varie colture, e le relative sagome in pianta una volta realizzato il piano di miglioramento fondiario, sono indicate alla seguente Figura 10.1 e alla successiva tabella.



**Figura 10.1 - Sagome degli appezzamenti descritti (da Google Earth™ Pro)**

**Tabella 10.1 - Estensione degli appezzamenti descritti (da Fascicoli aziendali e da progetto)**

Colture	Estensione ante [ha]	Estensione post [ha]
Seminativo/foraggiere	76,11	0
Pascolo	13,65	0
Ortive irrigue da pieno campo	0	1,0
Erbaio polifita (area FV)	0	73,5
Olivo - olive da olio (superfici interne)	0	2,37
Olivo - olive da olio (fasce perimetrali)	0	5,04
Essenze arbustive mellifere	0	1,06
Superficie a inerbimento naturale	0	8,39
Altre superfici (tare, viabilità, aree non coltivabili)	13,92	12,32
<b>TOTALE</b>	<b>103,68</b>	<b>103,68</b>

## 10.2 Fasce di mitigazione

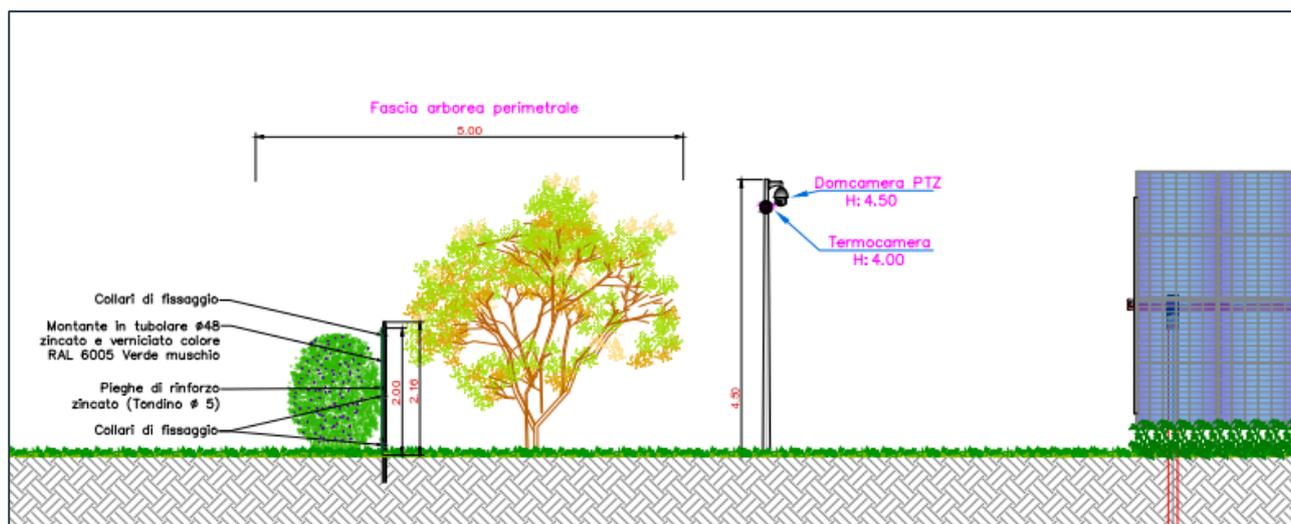
Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno uliveto internamente alla recinzione. A ridosso della recinzione, saranno collocate piante arbustive mellifere (mirto e corbezzolo). Alla pagina seguente le varie tipologie di fascia di mitigazione adottate.

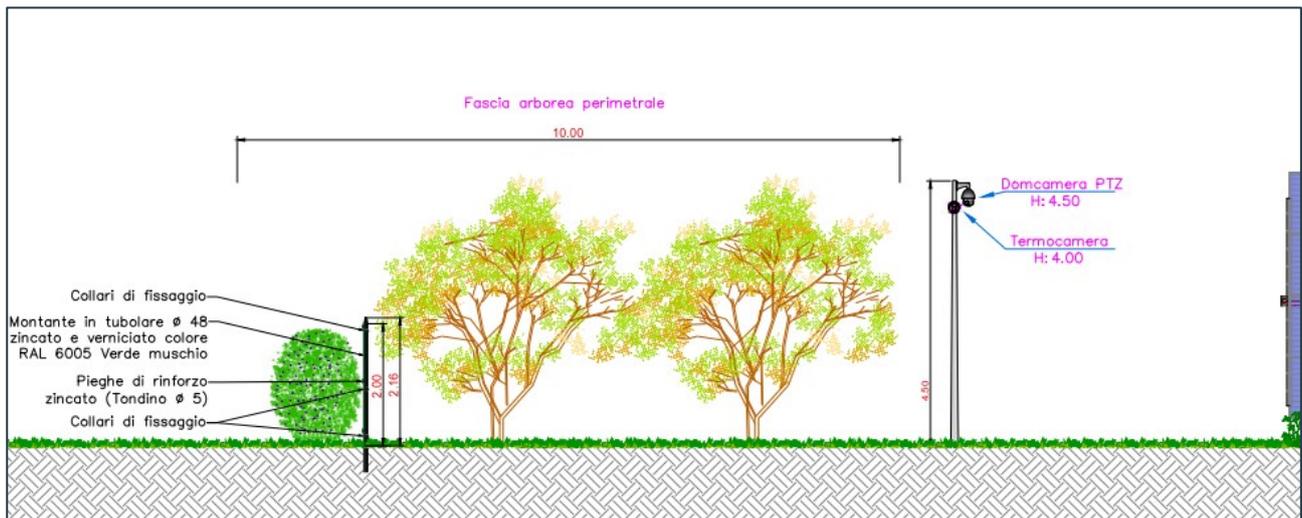
Queste le tre diverse tipologie di fasce di mitigazione:

- Fascia del tipo A, larghezza m 5,00: n. 1 filare esterno di mirto (distanza tra le piante m 2,00) a ridosso della recinzione e n. 1 fila interna di ulivi, con piante distanziate m 5,00.
- Fascia di tipo B, larghezza m 10,00: 1 filare esterno di mirto (distanza tra le piante m 2,00) a ridosso della recinzione; n. 2 file interne di ulivi con sesto m 5,00 x 5,00 e sfalsamento m 2,50.

Le fasce di mitigazione, e i filari di colture erbacee tra le file di pannelli fotovoltaici, presenteranno gli schemi rappresentati nelle figure successive (Figura 10.2 e Figura 10.3).



**Figura 10.2 - Fascia di mitigazione di tipo A (mirto esterno recinzione; n. 1 fila di ulivo)**



**Figura 10.3 - Fascia di mitigazione di tipo B (mirto esterno recinzione; n. 2 file di ulivo)**

Data l'ampiezza delle superfici coltivate e la tipologia di moduli/sostegni che si prevede di impiegare, il progetto rientra appieno nella definizione di "agrivoltaico base" di cui alle Linee Guida Ministeriali pubblicate a giugno 2022.

### 10.3 Colture da erbaio

La coltivazione tra filari con essenze da manto erboso è da sempre praticata in arboricoltura e in viticoltura, al fine di compiere una gestione del terreno che riduca al minimo il depauperamento di questa risorsa "non rinnovabile" e, al tempo stesso, offre alcuni vantaggi pratici agli operatori. Una delle tecniche di gestione del suolo ecocompatibile è rappresentata dall'inerbimento, che consiste nella semplice copertura del terreno con un cotico erboso.

La coltivazione del manto erboso viene praticata con successo non solo in arboricoltura, ma anche come coltura intercalare in avvicendamento con diversi cicli di colture orticole. L'avvicendamento è infatti una pratica fondamentale in questi casi, senza la quale sarebbe del tutto impossibile raggiungere alti livelli di produzione in orticoltura.

L'inerbimento tra le interfile sarà chiaramente di tipo **temporaneo**, ovvero sarà mantenuto solo nel periodo autunno-vernino-primaverile (e non tutto l'anno), considerando la siccità estiva.

L'inerbimento inoltre sarà di tipo **artificiale** (non naturale, costituito da specie spontanee), ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opererà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio), *Vicia sativa* (veccia) *Hedysarium coronatum* (sulla minore) per quanto riguarda le leguminose;
- *Hordeum vulgare L.* (orzo) e *Avena sativa L.* per quanto riguarda le graminacee.

Il ciclo di lavorazione del manto erboso prevederà pertanto le seguenti fasi:

1. **Lavorazione a profondità ordinaria del suolo.** Questa operazione, compiuta con piante ancora allo stato fresco, viene detta "sovescio" ed è di fondamentale importanza per l'apporto di sostanza organica al suolo, (Figura 10.4).



**Figura 10.4 - Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. Si noti, nell'immagine a sinistra, l'impiego di una trincia frontale montata sulla stessa trattore per alleggerire il carico sull'aratro portato**

2. **Semina**, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo autunno-vernino. La semina delle colture da inerbimento viene in genere fatta a spaglio, mediante uno spandiconcime, ma date le caratteristiche del sito nel nostro caso si utilizzerà una seminatrice di precisione (Figura 10.5) avente una larghezza massima di 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.



**Figura 10.5 - Esempio di seminatrice di precisione per tutte le tipologie di sementi (Foto: MaterMacc S.p.a.)**

3. **Fase di sviluppo del cotico erboso.** La crescita del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulitura dei moduli);
4. Ad inizio primavera si procederà con la **trinciatura del cotico erboso** (Figura 10.6).

La copertura con manto erboso tra le interfile non è sicuramente da vedersi come una coltura "da reddito", ma è una pratica che permetterà di mantenere la fertilità del suolo alternandosi con le colture ortive.



**Figura 10.6 - Trinciatura del manto erboso, utilizzando la trincia o direttamente con il frangizolle a dischi (Foto: Nobili S.r.l./Siciltiller S.r.l.)**

## 10.4 Ortive da pieno campo (Area est)

### 10.4.1 Scelta delle specie idonee

L'area di impianto coltivabile con ortive da pieno campo è costituita da una porzione in Area est, con superficie inizialmente pari a ha 1,00 ha.

È stata eseguita una valutazione in merito alle variabili più impiegate (fabbisogno in ore luce, fabbisogno idrico, tolleranza pH), giungendo alle seguenti colture:

#### Apiaceae

- Finocchio (*Foeniculum vulgare*)
- Sedano (*Apium graveolens*)
- Prezzemolo (*Petroselinum sativum*)

#### Asteraceae

- Cicoria e radicchio (*Cichorium intybus* var. *filosum*)
- Lattuga (*Lactuca sativa*)
- Indivia e scarola (*Cichorium endivia* var. *crispum* e *latifolium*)

#### Brassicaceae

- Rucola (*Eruca vesicaria*)
- Ravanella (*Raphanus sativus*)
- Cavolo broccolo e cavolfiore (*Brassica oleracea* var. *italica* e var. *botrytis*)
- Broccoletto o cima di rapa (*Brassica rapa* var. *sylvestris*)

## Chenopodiaceae

- Spinacio (*Spinacia oleracea*)
- Bietola da coste (*Beta vulgaris* var. *cicla*)

## Liliaceae

- Aglio (*Allium sativum*)
- Cipolla (*Allium cepa*)
- Porro (*Allium porrum*)
- Asparago (*Asparagus officinalis*)

## Cucurbitaceae

- Melone (*Cucumis melo*)
- Cetriolo (*Cucumis sativus*)

Premesso che non vi sarebbe alcun impedimento nella coltivazione di ciascuna delle specie qui elencate, è bene considerare l'elevata superficie disponibile e pertanto, per ragioni pratiche, quelle che meglio si prestano ad una coltivazione più estensiva.

Di queste, le colture che, per le loro caratteristiche e per le caratteristiche del sito verranno maggiormente prese in considerazione sono le seguenti:

- finocchio;
- sedano;
- bietola da coste;
- cavolo broccolo e cavolfiore;
- aglio, cipolla, porro;
- indivia e scarola;
- melone;
- cetriolo.

Le altre colture possono essere comunque praticate, su superfici minori, ma presentano alcune problematiche che le renderebbero inadatte al nostro ambiente: la rucola, ad esempio, per la delicatezza della pianta viene ormai quasi del tutto coltivata in serra, lo spinacio da industria richiede superfici molto ampie ed aperte per via degli ingombranti mezzi di raccolta. Potrebbe inoltre essere interessante una prova con il Melone de jerru (melone d'inverno), in asciutto, per valutare la possibilità di ritardarne la raccolta grazie al parziale ombreggiamento.

Considerata la possibile disponibilità di acqua irrigua (da pozzo privato), per le colture ortive, impiegando l'irrigazione a goccia, è possibile stimare un consumo idrico annuo massimo compreso tra 3.000 e 4.000 m<sup>3</sup>/ha.

### **10.4.2 Accorgimenti particolari e operazioni colturali**

Una volta scelte le colture più adatte da praticare, le condizioni in cui andremo ad operare sono da considerarsi quasi del tutto normali (terreno pianeggiante, disponibilità idrica, spazi adeguati a disposizione per la meccanizzazione). Vi sono, tuttavia, alcuni accorgimenti necessari, comunemente messi in pratica in condizioni di pieno campo, ma che nel nostro caso devono essere considerati particolarmente importanti. Questi sono la pacciamatura (ovvero la copertura del suolo mediante film plastici biodegradabili sulle superfici non occupate dalle colture), la sarchiatura (l'eliminazione delle infestanti solo mediante mezzo meccanico, ove non si pratica la pacciamatura), l'irrigazione a microportata.

## Pacciamatura

La pacciamatura tradizionale, oggi usata su superfici molto ridotte (es. orti familiari), consiste nel distribuire sul terreno, intorno alle piante coltivate, paglia, altri residui colturali, foglie secche, letame o altro materiale (creando un mulch), allo scopo di proteggere le colture dalla competizione con le infestanti, dalle gelate, dalle temperature troppo elevate e contribuire a preservare la riserva idrica del terreno. Oggi, in sostituzione di questi materiali incoerenti e quindi molto permeabili sia all'aria che all'acqua, si ricorre a film coerenti, di origine plastica (in genere polietilene additivato, a bassa densità) o di origine biologica (derivati dall'amido di mais, dalla cellulosa o da combinazioni di diverse sostanze). In questo caso saranno presi in considerazione i film biodegradabili.

I film biodegradabili offrono l'innegabile vantaggio di evitare la loro raccolta a fine ciclo e di lasciare (come inevitabilmente accade) residui plastici nel suolo. La velocità di degradazione dei biologici varia secondo la tipologia del materiale (ad esempio è in genere più rapida la degradazione dei materiali derivati dall'amido di mais rispetto a quelli cellululosici) e secondo la fertilità del suolo e la sua carica microbica. Tuttavia, la velocità di degradazione è in antitesi con la durata del film e quindi un buon materiale deve possedere adeguate proprietà meccaniche, resistere integro finché svolge la sua funzione e degradarsi in fretta subito dopo. Per questo motivo, oltre a una mera convenienza di costo, oggi i film in cellulosa e suoi derivati sono pressoché scomparsi dal mercato, sostituiti da film realizzati in Mater-BI. Questo materiale è ottenuto dalla lavorazione dell'amido di mais e si distingue per le doti di resistenza, la buona biodegradabilità a fine ciclo e una durata compatibile con i cicli produttivi delle orticole (comunque variabile in funzione dello spessore). In terreni con bassa attività biologica il residuo a un anno di distanza può superare il 5-6% in peso, in terreni biologicamente attivi non è più visibile.

La pacciamatura è una tecnica nata con l'agricoltura stessa, soprattutto per limitare lo sviluppo delle infestanti, problema enorme nel passato e di difficile gestione anche oggi. Il materiale pacciamante, impedendo alla radiazione solare di raggiungere le giovani foglie delle infestanti e anche ostacolandone fisicamente la loro crescita, risolve bene questo aspetto. La pacciamatura svolge o può svolgere anche altre funzioni perché il suo utilizzo interferisce con diversi parametri fisici, chimici e biologici del terreno, con lo sviluppo stesso della coltura e di alcuni parassiti. Di conseguenza, in base al comportamento che il film manifesta nei confronti della luce e della permeabilità ai gas, cambiano gli effetti e quindi l'azione svolta. La qualità intrinseca del prodotto dipende, invece, dalle caratteristiche meccaniche: resistenza alla trazione, resistenza allo strappo, resistenza all'urto e all'allungamento.

Il film conferisce un più o meno intenso incremento della temperatura del suolo attraverso due meccanismi. Con film trasparenti (in polietilene) il riscaldamento è ottenuto per effetto serra; con film opachi e di colore scuro per assorbimento della radiazione solare incidente che, trasformata in calore, è poi trasmessa per convezione e conduzione al terreno.

L'impiego dei film scuri nelle colture primaverili consente di ottenere un anticipo nella messa a dimora in pieno campo e nella maturazione delle orticole, permettendo di raggiungere i mercati come primizie.

I film opachi alla radiazione solare e, in particolare, a quelle lunghezze d'onda attive per la fotosintesi, che sono comprese fra 400 e 490 nm (banda blu) e fra 560-700 nm (banda rossa), impediscono la fotosintesi e quindi lo sviluppo delle infestanti. Nei film parzialmente trasparenti a queste lunghezze d'onda lo sviluppo delle infestanti può avvenire comunque, ma a frenare o eliminare le giovani piantine intervengono un'azione meccanica di contenimento operata dal film e un incremento della temperatura dell'atmosfera compresa fra il film e il terreno che può causare la lessatura delle foglie e quindi la morte dell'infestante.

L'impiego di film pacciamanti comporta sempre una riduzione dell'evaporazione dell'acqua, contribuendo a preservare le risorse idriche disponibili per la coltura. Tuttavia i film e in particolare i prodotti biodegradabili, non sono completamente impermeabili ai gas, ma il passaggio del vapore acqueo è ovviamente fortemente limitato, nel nostro caso anche dal parziale ombreggiamento delle superfici coltivate.

Questa pratica, quindi, comporta anche un notevole risparmio d'acqua di irrigazione, che generalmente è distribuita mediante una manichetta forata e stesa a contatto del terreno all'atto della stesura del film.

L'uso di film coerenti riduce l'insorgenza di malattie causate da alcuni patogeni fungini e batterici. Questo effetto è riconducibile a diversi fattori: il primo è dovuto alla separazione fisica fra terreno e parte aerea della pianta creata dal film; il secondo dipende dalle caratteristiche microclimatiche che s'instaurano sopra al terreno caratterizzate da una minore umidità e una maggiore temperatura. Infine la minore suscettibilità della coltura pacciamata nei confronti di molti patogeni va anche ricercata nella riduzione degli stress che possono indebolire la naturale resistenza della coltura.

I film coerenti producono una modificazione (quantitativa e qualitativa) della radiazione solare disponibile sotto e sopra il film. Questo va ad incidere sullo sviluppo sia delle infestanti e sia della coltura. Gli effetti prodotti dal film di pacciamatura dipendono dalle caratteristiche di trasmittanza, assorbimento e riflessione per ciascuna delle lunghezze d'onda della luce e per i raggi ultravioletti (UV) che caratterizzano il materiale. Ad esempio, si utilizzano film con albedo elevato, cioè elevata riflessione, quando si vuole incrementare la capacità fotosintetica della coltura. Questi film sono caratterizzati da una ridotta trasmittanza (non fanno cioè passare il raggio luminoso) e quindi impediscono lo sviluppo delle infestanti. Per stimolare una colorazione più omogenea dei frutti si ricorre anche a film caratterizzati dalla capacità di riflettere solo alcune lunghezze d'onda della luce e gli UV. In questi casi alcuni film hanno colore diverso sulle due facce: nero all'interno per impedire la crescita delle infestanti; giallo, o grigio-argenteo, o altro colore all'esterno per riflettere le lunghezze d'onda ritenute utili. A tale proposito è stato dimostrato che la riflessione di alcune lunghezze d'onda incide negativamente sulla presenza di insetti volatori come gli afidi e alcuni lepidotteri diurni. Ridurre la presenza di questi insetti diminuisce inoltre la diffusione di virus e batteriosi che spesso accompagnano gli insetti. Inoltre, colori chiari (e quindi a elevata riflessione) riducono le escursioni di temperatura fra il giorno e la notte.

La presenza del film riduce o impedisce (a seconda della larghezza) che l'irrigazione (se del tipo a pioggia) o la pioggia stessa imbrattino con terra il prodotto da raccogliere. Questo effetto, quando il prodotto è un cespo di insalata, da solo spinge molti coltivatori a utilizzare la pacciamatura, anche e soprattutto in un'ottica di agricoltura sostenibile. Tuttavia molte sono le produzioni che potrebbero avvantaggiarsi di una migliore pulizia del prodotto, come ad esempio gli ortaggi da mensa. L'implementazione della pacciamatura presuppone però l'adozione di alcuni accorgimenti. Ad esempio è auspicabile sostituire i sistemi d'irrigazione a pioggia con quelli a manichetta perché, oltre a garantire un risparmio di acqua, consentono di superare con maggiore efficienza la barriera prodotta dal film. Utilizzando l'irrigazione a pioggia i film sono micro forati per diventare permeabili all'acqua, ma comunque rallentano il passaggio dell'acqua incrementando le perdite per evaporazione. Inoltre, è necessario modificare le modalità di concimazione ricorrendo per le eventuali concimazioni di copertura previste a concimazioni fogliari (concimi liquidi distribuiti con irroratrici) o alla fertirrigazione mediante un normale miscelatore.

Per l'impianto della coltura è necessario ricorrere a trapiantatrici predisposte per operare su pacciamatura o a seminatrici speciali, in grado di forare il film e depositare il seme nel terreno. La stesura del film pacciamante biodegradabile può essere compiuta dalla macchina che realizza anche l'ultima lavorazione del terreno, o da una macchina specializzata per questa operazione (la *pacciamatrice*) oppure direttamente dalla trapiantatrice. La scelta tecnologica implica una diversa strategia di lavoro e soprattutto offre una serie di vantaggi diversi che andranno ben analizzati nello specifico contesto produttivo (Figura 10.7).



**Figura 10.7 - Macchina pacciamatrice e coltura pacciamata di peperone (Fonte: Forigo Roteritalia)**

### Sarchiatura delle interfile

La sarchiatura consiste sostanzialmente nel dissodamento e nel rimescolamento dello strato superficiale del terreno nell'interfila, in modo da ottenere determinati benefici, quali: la rottura dell'eventuale crosta superficiale, per interrompere

la capillarità verticale che si crea in determinati tipi di suolo dopo prolungati periodi di siccità, che aggrava la condizione di deficit idrico; viceversa, nel caso opposto di precipitazioni, un'incorporazione più uniforme dell'acqua meteorica, a beneficio di un miglior assorbimento della parte superiore dell'apparato radicale e di una riduzione del ruscellamento superficiale, che è una delle cause dell'erosione; un'efficace azione di diserbo meccanico, che ha ormai del tutto sostituito quello chimico a coltura in atto. Questa pratica, preziosa in caso di gestione biologica della coltivazione, è stata per questo riscoperta, in quanto permette una significativa riduzione dell'impatto ambientale dei diserbanti tradizionali di sintesi.

Il dirompimento della cosiddetta crosta avviene ad opera di una serie di ancorette di varia foggia, che si differenziano principalmente in base al contenuto di scheletro del suolo.

Ogni elemento della sarchiatrice può comprendere più di un organo lavorante, mentre in relazione alla sua larghezza operativa la macchina può lavorare normalmente da 3 fino a 12 interfile (Figura 10.8).



**Figura 10.8 - Macchina pacciamatrice e coltura pacciamata di peperone (Fonte: Forigo Roteritalia)**

La sarchiatura prevede comunque uno (o più) passaggi in campo con un cantiere trattore-operatrice, per cui risulta talvolta combinata con altri interventi, quali tipicamente una concimazione (spesso azotata) e/o contestualmente una rincalzatura, utile soprattutto nei casi in cui serve rinforzare l'apparato radicale superficiale della pianta, oppure ad esempio per la copertura dei tuberi delle patate e per favorire l'imbianchimento di alcune piante orticole (cardo, finocchio, sedano, radicchio). La rincalzatura rinforza anche l'effetto diserbante, perché grazie al terreno riportato provvede a soffocare le malerbe che si sono sviluppate in prossimità dei fusti o degli steli. Inoltre, il solco che viene creato nell'interfila non è generalmente di grande intralcio per le operazioni successive (sostanzialmente la raccolta), ma anzi può essere validamente sfruttato per effettuare, se necessario, un'irrigazione per infiltrazione laterale.

### Irrigazione a microportata

Per quanto la tecnica di irrigazione ad aspersione sia la più utilizzata in orticoltura, nei siti in cui si rileva una buona disponibilità d'acqua, tale tecnica irrigua non è compatibile con le condizioni che si vengono a creare con l'impianto fotovoltaico. In particolare, la presenza di numerosi irrigatori fuori terra, sia mobili che permanenti, potrebbe creare notevoli problematiche a livello pratico per il passaggio dei mezzi, oltre al fatto che i getti d'acqua andrebbero a bagnare principalmente i pannelli fotovoltaici, per poi scendere a cascata sul terreno, concentrando l'adacquamento solo ai lati delle stringhe. Inoltre, la presenza di minerali calcarei, del tutto normale in acque ad uso irriguo, porterebbe ad un'immediata opacizzazione dei pannelli dopo l'evaporazione, che influirebbe in modo negativo sulla produzione di energia elettrica.

Pertanto, si dovrà ricorrere alla pratica di irrigazione a microportata, comunemente nota come micro-irrigazione. Per realizzarla, è sufficiente stendere delle semplici manichette pre-forate, dette ai gocciolanti in polietilene, innestate sulle pareti di tubi di diametro maggiore, detti *teste di settore*, a loro volta collegati con le condotte principali o secondarie, alimentati direttamente dal pozzo presente nell'area est, nel caso in cui questo possa essere ripristinato.

L'operazione di stendimento delle ali gocciolanti si effettua manualmente o con l'ausilio di un apposito mezzo detto stendi manichetta (Figura 10.9).



**Figura 10.9 - Stendi manichetta meccanica (Foto: oliveragro.it)**

La microirrigazione offre principalmente i seguenti vantaggi:

- notevolissimo risparmio idrico (circa il 50% in meno rispetto al sistema ad aspersione);
- adacquamento localizzato esclusivamente in prossimità della pianta, lasciando asciutte tutte le aree non coperte da vegetazione;
- nessuna macchia fogliare;
- possibilità di praticare la fertirrigazione, mediante semplici serbatoi miscelatori o con tecnologie più complesse (non giustificate nel nostro caso)

L'irrigazione a microportata è particolarmente efficace se associata, come previsto nel nostro caso, alla pacciamatura, in quanto l'uso di film plastici riduce al minimo l'evaporazione.

Le ali gocciolanti esistono del tipo *monouso*, molto sottili, che però vanno smaltite a fine ciclo, o del tipo *riutilizzabile*, che possono essere recuperate e arrotolate con apposita macchina per poi essere re-impiegate nel ciclo successivo.

## 10.5 Colture arboree

È stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare, sia lungo la fascia arborea perimetrale che nelle aree interne, non sfruttabili per l'installazione delle strutture dei moduli fotovoltaici (quali ad esempio, le fasce di rispetto da mantenere al di sotto di linee elettriche).

In particolare, per quanto concerne la fascia arborea perimetrale sono state prese in considerazione le seguenti colture:

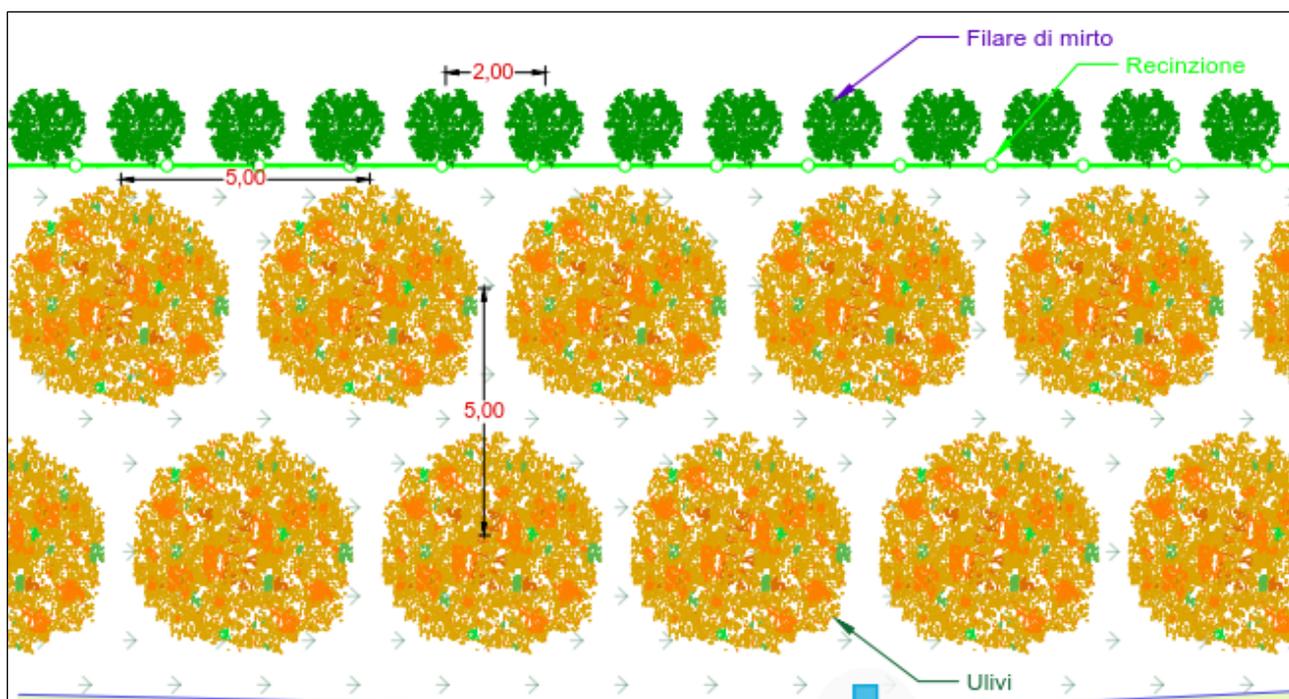
- ulivo, anch'essa pianta autoctona mediterranea, da impiantare sia sulle fasce perimetrali che sulle aree al di sotto delle linea aerea elettrica AT che attraversa le aree d'impianto;
- mirto (in alternativa corbezzolo), per creare una forte mitigazione visiva, oltre alla possibilità di utilizzo della coltura per la produzione mellifera.

### 10.5.1 Ulivo (*Olea europea*)

Lungo le fasce perimetrali e in alcune aree in cui non è possibile installare l'impianto fotovoltaico (in particolare nella fascia di rispetto dall'elettrodotto AT della RTN) è prevista realizzazione di uliveti intensivi, per una superficie complessiva pari a circa **7,41 ha**.

L'olivo è una coltura autoctona dell'area e con caratteristiche perfettamente adeguate alla mitigazione paesaggistica (chioma folla, sempreverde), anche se dalla crescita lenta, pertanto poco produttiva nei primi anni dall'impianto.

Dove non saranno disposte su un'unica fila, le piante saranno disposte su file distanti m 5,00 (es. lungo viabilità pubblica e sotto la linea AT), con distanze sulla fila sempre pari a m 5,00. Le file saranno disposte con uno sfalsamento di 2,50 m, in modo da creare una barriera visiva molto fitta e, inoltre, facilitare l'eventuale impiego di una raccogliitrice meccanica anteriore, in modo da farle compiere un percorso "a zig zag", riducendo così al minimo il numero di manovre in retromarcia (Figura 10.10).



**Figura 10.10 - Schema in pianta della fascia perimetrale e degli oliveti. In alcuni tratti vi sarà un'unica fila di ulivi.**

È fondamentale, per la buona riuscita di questa coltura, che vi sia un drenaggio ottimale del terreno pertanto, una volta eseguito lo scasso, si dovrà procedere con l'individuazione di eventuali punti di ristagno idrico ed intervenire con un'opera di drenaggio (es. collocazione di tubo corrugato fessurato su brecciolino). In questo caso, dopo i lavori di scasso, concimazione ed amminutamento, si procederà con la squadratura del terreno, ovvero l'individuazione dei punti esatti in cui posizionare le piantine che andranno a costituire la fascia di mitigazione. La collocazione delle piantine è piuttosto agevole, in quanto si impiegano solitamente degli esemplari già innestati (quindi senza la necessità di intervenire successivamente in loco) di uno o due anni di età (Figura 10.11).

Durante la fase di accrescimento della coltura, è necessario nei periodi estivi effettuare un adacquamento settimanale delle piantine mediante carro-botte, in quantità pari a 20 l/pianta. Considerando 16 adacquamenti annuali (periodo da giugno a settembre) e n. 2.970 piante, per i primi 5 anni di accrescimento della coltura si dovrà prevedere un consumo annuo complessivo pari a circa 950,0 m<sup>3</sup>.



**Figura 10.11 - Piantine di ulivo in vivaio (foto: sicilpiante.it)**

Il periodo ideale per l'impianto di nuovi uliveti e, più in generale, per impianti di colture arboree mediterranee, è quello invernale, pertanto si procederà tra il mese di novembre e marzo. Per quanto concerne la scelta delle piantine, queste dovranno essere acquistate da un vivaio e certificate dal punto di vista fitosanitario.

La gestione di un oliveto adulto non richiede operazioni complesse né trattamenti fitosanitari frequenti: una breve potatura nel periodo invernale seguita da un trattamento con prodotti rameici, lavorazioni superficiali del suolo e interventi contro la mosca olearia (*Bactrocera oleae*) a seguito di un eventuale risultato positivo del monitoraggio con trappole feromoniche.

Nella realizzazione dell'oliveto sulla fascia perimetrale utilizzeranno piante di varietà atte alla produzione di olio extravergine di oliva "Sardegna DOP", quindi con piante alle seguenti cultivar:

- Bosana, Tonda di Cagliari, Bianca, Nera di Villacidro, Semidana in misura non inferiore al 80%.
- Altre varietà presenti nel territorio regionale nella misura massima del 20%.

## 10.6 Colture mellifere arbustive autoctone e attività apistica

### 10.6.1 Mirto (*Myrtus communis*)

Si tratta di una delle piante più caratteristiche della macchia mediterranea. La famiglia delle *Myrtaceae* comprende oltre 100 specie, con un habitat insolitamente vasto: dall'Europa Meridionale all'Asia, alla Nuova Zelanda, al Sudamerica. Sono sempre specie per climi temperati, per questo sopportano solo pochi gradi sotto lo zero. Nei giardini e nelle zone marittime (come quella dell'impianto in progetto) possono essere coltivate in diversi modi: con il *M. communis* è possibile fare una siepe che sarà fiorita, sempreverde, aromatica, bella anche in autunno quando porterà le sue bacche, e potrà essere tagliata e potata a piacere. Tutte le specie di *Myrtus* richiedono piena esposizione alla luce. La propagazione può avvenire mediante semina, in serra, in autunno o primavera. Si possono moltiplicare anche per talee prese dai rami di legno semimatturo, in luglio, e messe a radicare all'aperto.

Il *M. communis* è un arbusto che può raggiungere anche i 4,0 m di altezza, ma generalmente è più basso, di forma tonda e allargata. Nel nostro caso, chiaramente, è sufficiente che raggiunga l'altezza della rete di recinzione, tra i m 2,0 e 2,5. Esemplari molto vecchi possono assumere l'aspetto di un piccolo albero, le foglie sono piccole, opposte, ovate o ovato-lanceolate, coriacee, lucide, verde brillante, ed emanano un caratteristico aroma, se schiacciate tra le dita; i fiori sono piccoli, solitari, ascellari, bianco crema, profumati e ad essi si succedono, in autunno, bacche carnose nero azzurro o nero porpora, molto belli e decorativi. La varietà tarentina, diffusa in Sardegna e nelle provincie di Napoli e Firenze, ha foglie più piccole

e frutti bianchi. Sparse nella penisola e nelle isole italiane ne esistono diverse altre varietà. Il genere *Myrtus* comprende due sole specie (*M. communis* e *M. niveli*), diffuse nell'area mediterranea e nel Nordafrica.

Il mirto è un'essenza mellifera a tutti gli effetti. La fioritura avviene a maggio-giugno e può in parte sovrapporsi con quella dell'Eucalipto. Il rilancio di questa pianta, anche in coltivazione, è legato all'utilizzazione delle bacche per l'ottenimento di un infuso in soluzione alcolica molto apprezzato come stomachico e digestivo. Dal punto di vista apistico, è considerato soprattutto una sorgente di polline. Nei terreni umidi, tuttavia, può dar luogo ad una produzione di nettare e, se adeguatamente diffuso, all'ottenimento di un miele uniflorale.



**Figura 10.12 – Pianta di mirto comune**

### 10.6.2 Corbezzolo (*Arbutus unedo*)

Al pari del mirto, il corbezzolo è una delle piante protagoniste della macchia mediterranea. Fiorisce tra i mesi di settembre e dicembre, e a volte arriva anche a febbraio dell'anno successivo, mentre i frutti maturano tra agosto e settembre, quindi in alcuni casi è possibile osservare sia fiori che frutti sulla medesima pianta. Per quanto i frutti (comunque commestibili) non presentino un sapore particolare, risulta eccellente il miele che dai suoi fiori viene prodotto soprattutto in Sardegna, ove questa pianta risulta diffusissima. Il genere *Arbutus* comprende 14 specie tra arbusti ed alberi sempreverdi, diffuse tra l'Europa occidentale, l'Asia minore, il Nordafrica e le Isole Canarie, e infine nell'America centro-settentrionale. Introdotte in Europa a fine '700, varie specie di *Arbutus* diverse dalla *unedo* non hanno trovato successo. Il genere *A.* risulta particolarmente rustico: tollera molto bene temperature al di sotto di 0° (rarissime nella nostra area di progetto) e i terreni calcarei. Tollerano inoltre molto bene la vicinanza al mare (come nel nostro caso) e le fonti di inquinamento industriale. La propagazione artificiale, per seme o per talea, deve avvenire in serra.

L'*Arbutus unedo* è un grande arbusto (o piccolo albero), alto fino a 10 m, con corteccia ruvida e squamante. Foglie lunghe fino a 10 cm, da oblunghe a obovate, glabre, acute, lucide sulla parte superiore. Fiori bianchi o tendenti al rosato, raccolti in panicoli terminali penduli. I Frutti sono scarlatti, globosi, ruvidi, eduli. Fiorisce nel tardo autunno, ed è diffuso, oltre che in Europa meridionale, anche in Irlanda sud-occidentale e in Asia Minore.

Della specie *A. unedo* esistono in commercio diverse cultivar: *compacta*, a crescita molto lenta e raccolta, *crispa*, dai fiori bianchi e dalle bacche rosso corallo; *integerrima*, a crescita lenta, con foglie a margini interi; la *quercifolia*, con foglie a margine dentato grossolanamente, che termina liscio alla base; *rubra*, con fiori rosso-rosa e frutti abbondanti; *mycrophylla*, a foglie più minute; *Elfin King*, nano, molto fiorifero.



**Figura 10.13 – Pianta di corbezzolo**

### **10.6.3 Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività)**

Gli spazi disponibili e le colture scelte, in particolare quelle arboree, consentono lo sfruttamento dell'area anche per l'attività apistica.

Larga parte delle colture (circa l'80% delle specie arboree ed ortive coltivate) si affida all'impollinazione entomofila, tanto che in orticoltura (in particolare in serra) comunemente si acquistano e utilizzano numerose (e costosissime) colonie di bombi (*Bombus* spp.) in scatola prodotte da aziende specializzate, che hanno una durata limitata ad una sola annata.

In molte aziende frutticole è invece piuttosto comune ospitare le arnie di un apicoltore solo durante il periodo di fioritura (la c.d. apicoltura nomade), proprio al fine di ottenere una maggiore impollinazione e di conseguenza un maggior tasso di allegagione dei fiori.

Da ciò si intuisce che l'attività apistica in azienda, se ben gestita, consente di ottenere un importante e costante vantaggio nell'impollinazione dei fiori oltre, chiaramente, all'ottenimento dei prodotti dell'alveare: miele, propoli, pappa reale, cera.

L'attività apistica è programmata per essere avviata a partire dal 3°- 4° anno dalla realizzazione delle opere di miglioramento fondiario, in quanto è consigliabile attendere lo sviluppo, almeno parziale, delle piante arboree da frutto presenti.

## 11 Manodopera e mezzi da impiegare nell'attività agricola

### 11.1 Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione

Data la complessità del progetto e, più in particolare, delle colture che si intende praticare, si dovrà necessariamente prevedere un forte incremento in termini di manodopera con l'impianto agrovoltico a regime rispetto alla situazione attuale (Tabella 11.1). Il calcolo è stato eseguito considerando le tabelle ettaro coltura (ULA/ha) della Regione Sardegna (fabbisogno ore annue per ettaro).

Considerando che 2.200 ore annue equivalgono a 1 Unità Lavorativa Uomo (ULU), con l'intervento a regime si avrà nel complesso un **incremento occupazionale pari a 1,27 ULU**.

**Tabella 11.1 - Differenze in fabbisogno di manodopera per la gestione delle superfici. Situazione ante e post intervento**

Colture	[ULA/ha]	Estensione ante [ha]	ULA ante	Estensione post [ha]	ULA post	Δ [ULA post - ULA ante]
Seminativo	48	76,11	3.653,28	0	0	-3.653,28
Pascolo	9	13,65	122,85	0	0	-122,85
Ortive irrigue da pieno campo (valore medio)	420	0	0,00	1	420	420,00
Erbaio polifita (area FV)	34	0	0,00	73,5	2499	2.499,00
Olivo - olive da olio	367	0	0,00	7,41	2719,47	2.719,47
Piante mellifere	880	0	0,00	1,06	932,8	932,80
Altre superfici	-	13,92	-	20,71	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>103,68</b>	<b>3.776,13</b>	<b>103,68</b>	<b>6.571,27</b>	<b>2.795,14</b>

### 11.2 Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, precedentemente descritti, la gestione richiede necessariamente l'impiego di una trattrice gommata convenzionale da frutteto.

Le operazioni di gestione ordinaria che saranno effettuate annualmente vengono elencate alla seguente Tabella 11.2.

**Tabella 11.2 - Operazioni di gestione annuale ordinaria del fondo**

Descrizione attività	Frequenza esecuzione lavori
Aratura (25 cm) su tutta l'area	Annuale
Frangizollatura con erpice snodato su tutta l'area	Annuale
Semina colture	Annuale o 2 volte all'anno
Inerbimento	n. 2 sfalci/anno + n. 1 risemina/anno
Rullatura tra le interfile	Annuale, dopo la semina
Concimazione su tutta l'area	Annuale, nel periodo invernale o autunnale
Trattamenti fitosanitari solo nella fascia arborea	n. 2 volte all'anno
Potatura Ulivi	Annuale
Raccolta Olive	Annuale, nel periodo autunnale

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattrice gommata dovrà essere di media potenza (65 kW) e con la possibilità di installare un elevatore frontale. Si faccia riferimento alla Figura 11.1 per le caratteristiche tecniche della trattrice.



Dimensioni	mm
Larghezza totale min. - max.	1.368 - 1.868
Altezza cabina profilo standard min. - max.	2.075 - 2.150
Altezza cabina profilo ribassato min. - max.	1.804 - 1.879
Passo	1.923
Lunghezza totale min. - max.	3.681 - 3.781

**Figura 11.1 - Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina ribassata (Fonte: CNH)**

Per lo svolgimento delle attività gestionali della fascia arborea sarà acquistato un compressore portato, da collegare alla PTO del trattore (Figura 11.2).



**Figura 11.2 - Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura e scuotitore motorizzato per la raccolta (Foto: Campagnola)**

Questo mezzo, relativamente economico, consentirà di collegare vari strumenti per l'arboricoltura - quali forbici e seghetti per la potatura, e abbacchiatori per la raccolta di mandorle/olive - riducendo al minimo lo sforzo degli operatori.

Per tutte le lavorazioni la società di gestione acquisterà una trattore convenzionale ed una trattore specifica da frutteto.

Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento delle colture arboree (circa 7 anni per l'ulivo), le operazioni saranno eseguite a mano, anche con l'ausilio del compressore portato. Successivamente si potranno impiegare specifiche macchine a doppia barra di taglio (verticale e orizzontale per regolarne l'altezza), installate anteriormente alla trattore (Figura 11.3), per poi essere rifinite con un passaggio a mano.



**Figura 11.3 - Esempio di potatrice meccanica frontale a doppia barra (taglio verticale + topping) utilizzabile su tutti le colture arboree intensive e superintensive (Foto: Rinieri S.r.l.)**

Per la concimazione si utilizzerà uno spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti, per distribuire le sostanze nutritive in prossimità dei ceppi (Figura 11.4).



**Figura 11.4 - esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti (Foto: EuroSpand)**

I trattamenti fitosanitari sull'ulivo sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Si effettuerà un trattamento invernale con idrossido di rame in post-potatura e, se rilevata dal monitoraggio, un trattamento contro la mosca dell'olivo (*Bactrocera*

oleae). Sulle giovani piante di ulivo, al fine di prevenire infestazioni di oziorinco (*Otiorhynchus cribricollis*) sulle foglie, dovranno essere legati degli elementi in lana di vetro alla base dei tronchi, per impedire la salita degli insetti dal suolo.

È consigliabile che i trattamenti fogliari siano effettuati mediante turboatomizzatore dotato di getti orientabili che convogliano il flusso solo su un lato (Figura 11.5), al fine di evitare di colpire anche i moduli fotovoltaici.



**Figura 11.5 - Esempi di turboatomizzatore portato e trainato con getti orientabili per trattamenti su uno o entrambi i lati dell'uliveto (Foto: Nobili S.r.l.)**

Per quanto l'ulivo sia una pianta perfettamente adatta alla coltivazione in regime asciutto, quantomeno per le prime fasi di crescita, è previsto l'impiego di un carro botte per l'irrigazione delle piantine nel periodo estivo, ed è valutata l'ipotesi di realizzare un impianto di irrigazione a goccia.

Non è necessario acquisire tutti i mezzi meccanici in un'unica soluzione. In un primo periodo, una volta conclusi i lavori di installazione dell'impianto, l'azienda dovrà dotarsi (anche tramite terzi) del seguente parco macchine:

- Trattatrice gommata da frutteto
- Trapiantatrice da orto
- Fresatrice interceppo
- Aratro
- Erpice snodato
- Seminatrice
- Turbo-atomizzatore
- Spandiconcime
- Barra falciante
- Carro botte
- Rimorchio agricolo
- Compressore PTO

## 12 Costi di realizzazione gestione dei miglioramenti fondiari

### 12.1 Costi di realizzazione

Per la stima dei costi di realizzazione delle opere e degli impianti sopra descritti, si utilizzerà il prezzario agricoltura della Regione Sicilia, in quanto sul prezzario agricoltura Regione Sardegna non risultano presenti la maggior parte delle voci. Tutti i valori di costo indicati vanno considerati come prezzi medi, e in molti casi sono suscettibili a variazioni piuttosto elevate, pari a  $\pm 20\%$ .

Le voci non presenti in prezzario derivano da ricerca presso fornitori, e vengono indicati come N.P.0 (Nuovo Prezzo N.).

**Tabella 12.1 – Stima dei costi della realizzazione delle attività agricole**

Area di mitigazione - (ulivo sesto m 5,0 x 5,0 e n. 1 filare di essenze autoctone a m 2,50 sulla fila)					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	5,04	€ 2.325,60
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	5,04	€ 2.325,60
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	5,04	€ 1.550,40
<b>Impianto essenze autoctone:</b>					
N.P.1	Acquisto e messa a dimora piantine di mirto e corbezzolo	€/cad.	€ 8,00	11.417	€ 91.336,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	11.417	€ 14.842,10
<b>Operazioni impianto coltura di ulivo:</b>					
B.3.3.1	Acquisto di piantine di ulivo, fornite con fitocella, innestate di due anni o autoradicate, varietà da olio o da mensa.	€/cad.	€ 5,00	2.016	€ 5.168,00
B.3.3.2	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 2,00	2.016	€ 2.068,00
B.3.3.3	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	2.016	€ 1.034,00
B.3.3.4	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	2.016	€ 1.344,20
B.3.3.5	Messa a dimora delle piantine (squadatura, scavo buca, ecc.)	€/cad.	€ 5,00	2.016	€ 5.170,00
<b>Area impianto coltura di ulivo sesto m 5,0 x 5,0</b>					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	2,37	€ 2.133,00
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	2,37	€ 2.133,00
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	2,37	€ 1.422,00
<b>Operazioni impianto coltura di ulivo:</b>					
B.3.3.1	Acquisto di piantine di ulivo, fornite con fitocella, innestate di due anni o autoradicate, varietà da olio o da mensa.	€/cad.	€ 5,00	948	€ 4.740,00
B.3.3.2	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 2,00	948	€ 1.896,00
B.3.3.3	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	948	€ 948,00
B.3.3.4	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	948	€ 1.232,40
B.3.3.5	Messa a dimora delle piantine (squadatura, scavo buca, ecc.)	€/cad.	€ 5,00	948	€ 4.740,00
<b>TOTALE COSTI PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO</b>					<b>€ 146.408,30</b>

## 12.2 COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI

Per quanto concerne le colture arboree, è possibile ipotizzare abbastanza facilmente un piano sostenibile di costi e ricavi. Per quanto invece riguarda le colture orticole, data la grande diversificazione delle produzioni previste e la forte variabilità dei prezzi, è possibile basarsi sulle produzioni lorde standard (PLS) della Regione Sardegna.

### 12.2.1 Produzioni Lorde Standard (PLS)

Le produzioni lorde standard (PLS), redatte da RICA-INEA per la Regione Sardegna, per le colture scelte sono indicate alla tabella seguente. L'incremento in termini di produzione lorda standard risulta essere pari al +53,0%, a parità di estensione coltivata:

**Tabella 12.2 – Variazione delle produzioni lorde standard per le colture scelte**

Colture	[PLS/ha]	Estensione ante [ha]	PLV ante	Estensione post [ha]	PLV post	Δ [PLV post - PLV ante]
Seminativo (valore medio)	913,00 €	76,11	69.488,43 €	0	0,00 €	-69.488,43 €
Pascolo magro	132,00 €	13,65	1.801,80 €	0	0,00 €	-1.801,80 €
Ortive da pieno campo	11.594,00 €	0	0,00 €	1	11.594,00 €	11.594,00 €
Erbaio polifita (area FV)	751,00 €	0	0,00 €	73,5	55.198,50 €	55.198,50 €
Ulivo - olive da olio	1.548,00 €	0	0,00 €	7,41	11.470,68 €	11.470,68 €
Piante mellifere	28.890,00 €	0	0,00 €	1,06	30.623,40 €	30.623,40 €
Altre superfici	-	13,92	-	20,71	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>103,68</b>	<b>71.290,23</b>	<b>103,68</b>	<b>108.886,58 €</b>	<b>37.596,35 €</b>

### 12.2.2 Colture arboree

#### Ulivo

Per quanto concerne l'ulivo, i calcoli vengono effettuati considerando un impianto adulto (8 anni), con valori di produzione accettabili per un oliveto non irriguo (kg 20/pianta). Non si indicano valori più elevati per via della produttività molto variabile, molto frequente su questa coltura.

**Tabella 12.3 – Calcolo dei Costi-Ricavi derivanti dalla coltivazione dell'ulivo**

Voci di costo	[€/ha]	ha	€
Concimazioni	250,00 €	7,40	1.850,00 €
Trattamenti fitosanitari	100,00 €	7,40	740,00 €
Operazioni colturali	500,00 €	7,40	3.700,00 €
Manodopera	2.000,00 €	7,40	14.800,00 €
Irrigazione	120,00 €	7,40	888,00 €
Trasporti	50,00 €	7,40	370,00 €
<b>TOTALE COSTI VARIABILI DI GESTIONE</b>	<b>3.020,00 €</b>	<b>7,40</b>	<b>22.348,00 €</b>
INTERESSI SUI COSTI VARIABILI (3%)	90,60 €	7,40	670,44 €

<b>Calcolo Reddito Lordo</b>			
<b>Voci</b>	<b>valore</b>	<b>quantità</b>	<b>Tot.</b>
Produzione olive [kg/pianta]	20,00	2.970	59.400
Produzione olio [litri, resa media 15 l/q]	3,00	2.970	8.910
<b>Prezzo di vendita 2020: 9,00 €/l</b>	<b>valore</b>	<b>quantità</b>	<b>Tot.</b>
PLV [€]	9,00 €	8.910	80.190,00 €
Costi variabili [€/ha]	-3.110,60 €	7,40	-23.018,44 €
Costo molitura olive [€/kg]	-0,12 €	59.400	-7.128,00 €
<b>REDDITO LORDO</b>			<b>50.043,56 €</b>

## 13 Monitoraggio della qualità del suolo e dell'attività agricola

### 13.1 Monitoraggio del suolo e del sottosuolo

Le analisi del terreno rappresentano uno strumento indispensabile per poter definire un corretto piano di concimazione: permettono infatti di pianificare al meglio le lavorazioni, l'irrigazione, di individuare gli elementi nutritivi eventualmente carenti, o rilevarli se presenti in dosi elevate, così da poter diminuire la dose di concimazione. In generale queste analisi permettono quindi l'individuazione di carenze, squilibri od eccessi di elementi.

È possibile affermare che le analisi sono uno strumento polivalente, in quanto consentono da un lato di fare trattamenti più mirati per accrescere i margini di guadagno, mentre dall'altra parte consentono di evitare sprechi dannosi in primis per l'ambiente stesso.

Le tipologie di analisi che saranno condotte per il monitoraggio del suolo e del sottosuolo si distingueranno in:

- analisi "di base", necessarie e sufficienti ad identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi e alla stima delle unità fertilizzanti dei macroelementi (Azoto, Fosforo, Potassio) da distribuire al terreno. Le analisi di base comprenderanno l'analisi dei seguenti parametri: scheletro, tessitura, carbonio organico, pH del suolo, calcare totale e calcare attivo, conducibilità elettrica, azoto totale, fosforo assimilabile, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (K scambiabile, Ca scambiabile, Mg scambiabile, Na scambiabile), Rapporto C/N, Rapporto Mg/K;
- analisi "accessorie" ovvero quelle che verranno richieste in seguito a situazioni pedologiche anomale, correzioni del terreno, esigenze nutritive particolari della coltura, fitopatie, ecc. I parametri che rientrano tra le analisi accessorie sono i seguenti: microelementi assimilabili (Fe, Mn, Zn, Cu), acidità, boro solubile, zolfo, fabbisogno in calce, fabbisogno in gesso, analisi fisiche.

Le indagini saranno realizzate con le stesse modalità e frequenza di intervento, nelle stesse posizioni e per gli stessi parametri in fase ante-operam, durante l'esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico (indicativamente ogni anno) e in fase post-operam, in modo da poter confrontare i dati acquisiti. In particolare si opterà per una prima analisi chimico-fisica del suolo, più completa, in modo da impiegare nell'immediato dei concimi correttivi con azione correttiva sui parametri ritenuti inadeguati. Successivamente, a cadenza annuale, si effettueranno delle analisi dei parametri indicatori della presenza di sostanza organica (carbonio organico, rapporto C/N, pH), dato l'obbiettivo, con il nuovo indirizzo colturale, di migliorare le condizioni di fertilità del suolo, che ad oggi si presenta come un seminativo semplice fortemente sfruttato e con caratteristiche fisiche non ideali.

### 13.2 Monitoraggio dell'attività agricola

Il monitoraggio della capacità produttiva sarà permanente, e pertanto avrà luogo durante l'intera vita utile dell'impianto, e tutte le lavorazioni e operazioni colturali saranno guidate dai monitoraggi e dalle analisi chimico-fisiche del suolo.

Periodicamente - generalmente a cadenza mensile o bimestrale - tramite un soggetto incaricato dalla Società, sarà verificato il corretto svolgimento di tutte le attività agricole effettuate, i mezzi e i materiali utilizzati.

Per quanto riguarda le colture arboree, come già indicato al capitolo dedicato, in fase di impianto saranno verificate le certificazioni fitosanitarie delle piantine, e per la gestione delle superfici a seminativo saranno impiegati esclusivamente sementi certificate (generalmente detto *seme cartellinato*).

La raccolta di dati in merito al *microclima* ed al *risparmio idrico*, necessari al corretto svolgimento dell'attività agricola, avverrà tramite l'installazione di moderna sensoristica. I sensori per l'agricoltura hanno aperto la strada alla digitalizzazione dell'azienda agricola: rilevano infatti dati fondamentali che permettono di valutare lo stato di salute delle colture. L'analisi dei dati raccolti dà quindi la possibilità di programmare interventi mirati, riducendo l'impiego del lavoro umano sui campi, garantendo una maggiore qualità nelle operazioni, oltre a limitare l'utilizzo di risorse.

L'impiego dei sensori, come quelli **agrometeo**, permette di registrare e ottenere numerosi dati relativi alle colture (ad esempio la bagnatura fogliare) e all'ambiente circostante (valori di umidità dell'aria, temperatura e velocità del vento). La disponibilità di questi dati ha portato alla diffusione dei modelli previsionali per valutare e stimare la crescita delle colture e la presenza di fitopatie.

In generale, il monitoraggio dei parametri tramite i sensori agrometeo ha numerosi vantaggi:

- migliorare la produttività;
- ridurre le perdite di prodotto;
- risparmiare energia;
- pianificare con precisione le modalità d'intervento per mantenere costanti le condizioni ottimali della produzione.

Tutte le attività di monitoraggio saranno registrate in un'apposito database.

## 14 L'impianto e le linee guida per l'agrivoltaico 2022

Facendo inoltre riferimento alle recenti Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) a giugno 2022, l'Impianto agro-fotovoltaico in progetto rientra pienamente nella definizione di "impianto agrivoltaico avanzato", essendo rispettati i requisiti A, B, C e D previsti dalle medesime Linee Guida.

In aggiunta a questo, il piano di monitoraggio previsto durante la vita utile dell'impianto include anche il monitoraggio dei parametri per la verifica del rispetto del requisito E. Di conseguenza il rispetto di questo requisito, congiuntamente a quelli precedentemente elencati, è pre-condizione per permettere all'impianto agro-fotovoltaico "Porto Torres 2" di accedere ai contributi del PNRR.

Si riportano di seguito i calcoli e le valutazioni che dimostrano il rispetto dei requisiti indicati sulle Linee Guida.

**Tabella 14-1: Verifica dei requisiti previsti dalle linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici**

N. Requisito	Requisito	Impianto "Porto Torres 2"
<b>A.1</b>	$Sup_{Agricola}/Sup_{Totale} > 70\%$	87%
<b>A.2</b>	$LAOR (Sup_{Captante}/Sup_{Totale}) < 40\%$	28%
<b>B.1</b>	Continuità dell'attività agricola: a) esistenza e resa della coltivazione b) Mantenimento indirizzo produttivo	a) Si è stimato un aumento della Produzione Lorda Vendibile (PLV) del 53% tra la situazione ante e la situazione post progettuale (da 688 €/ha a 1.050 €/ha) b) Miglioramento dell'indirizzo produttivo in quanto, oltre a mantenere l'impiego dei terreni come pascolo per ovini per produrre latte destinato a pecorino DOP, si aggiungerà la coltivazione di ulivi, di varietà atte alla produzione di olio di oliva EVO Sardegna DOP
<b>B.2</b>	Producibilità elettrica minima ( $FV_{agri} \geq 0,6 \times FV_{standard}$ )	$FV_{agri}/FV_{standard} = 72,9\%$
<b>C.1</b>	Altezza media dei moduli fotovoltaici: • Superiore a 2,1 m nel caso di attività colturale • Superiore a 1,3 m nel caso di attività zootecnica	2,49 m (Altezza asse di rotazione)
<b>C.2</b>	Attività Agricola svolta sotto i moduli	L'attività agricola sarà svolta sotto le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con la realizzazione di un erbaio polifita, coltivato meccanicamente. Nella fascia più prossima alle strutture di sostegno dei moduli, che non può essere coltivata con mezzi meccanici (corrispondente ad una fascia avente una larghezza di circa 1,50 m, ovvero 0,75 m da un lato e dall'altro dai pali di sostegno delle strutture) sarà realizzato un manto di inerbimento, che proteggerà il suolo dall'azione diretta della pioggia e dall'effetto erosivo dell'acqua.

N. Requisito	Requisito	Impianto "Porto Torres 2"
D.1	Monitoraggio del risparmio idrico	<p>Le colture previste sono colture in asciutto.</p> <p>L'uso di acqua irrigua è previsto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• per le colture ortive (superficie coltivata di circa 1 ha) con irrigazione a goccia;</li> <li>• durante la fase di accrescimento delle piantine di olivo (primi 5 anni), nel periodo estivo, con adacquamento settimanale mediante carro-botte.</li> </ul> <p>L'acqua sarà emunta da un pozzo privato, ubicato in uno dei terreni opzionati per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico. Sarà installato un sistema di misura dell'acqua prelevata dal pozzo per monitorare i consumi idrici.</p>
D.2	Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	<p>L'impianto agronomico verrà realizzato secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientale, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piani di monitoraggio costanti e puntuali.</p> <p>Nel corso della vita dell'impianto agro-fotovoltaico verranno monitorati i seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esistenza e resa delle coltivazioni</li> <li>• mantenimento dell'indirizzo produttivo</li> </ul> <p>Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con cadenza annuale</p>
E.1	Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	<p>Previste analisi del terreno ogni 3-5 anni per identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi: scheletro, tessitura, carbonio organico, pH del suolo, calcare totale e calcare attivo, conducibilità elettrica, azoto totale, fosforo assimilabile, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (K scambiabile, Ca scambiabile, Mg scambiabile, Na scambiabile), Rapporto C/N, Rapporto Mg/K.</p>
E.2	Monitoraggio del microclima	<p>Prevista l'installazione di sensori agrometeo che permettono di registrare e ottenere numerosi dati relativi alle colture (ad esempio la bagnatura fogliare) e all'ambiente circostante (valori di umidità dell'aria, temperatura, velocità del vento, radiazione solare).</p> <p>I risultati dei monitoraggi verranno appuntati nel quaderno di campagna.</p>

N. Requisito	Requisito	Impianto "Porto Torres 2"
E.3	Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	<p>I principali cambiamenti climatici nell'area sono legati all'incremento delle temperature medie e alla variazione del regime delle precipitazioni, così come alla variazione nella frequenza e nell'intensità di eventi estremi. Questi fattori influenzano la produttività delle colture.</p> <p>L'installazione dei sensori agrometeo consentirà di verificare la resa delle colture.</p>

## 15 Considerazioni conclusive

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture.

Le superfici opzionate per il progetto si presentano, ad oggi, utilizzate esclusivamente per seminativi o pascoli, ma con pochi accorgimenti ed una corretta gestione del suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico porterà ad una **piena utilizzazione agricola dell'area**, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare sulle interfile, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da rendere l'ombreggiamento una risorsa per il risparmio idrico piuttosto che un impedimento, impiegando sempre delle colture comunemente coltivate nell'area.

Anche per la fascia arborea perimetrale, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per una vera coltura autoctona (l'ulivo), e piante arbustive (il mirto e il corbezzolo, anch'esse autoctone) disposte in modo tale da poter creare una fitta barriera visiva e al contempo essere gestite alla stessa maniera di impianti arborei intensivi tradizionali. Sempre l'ulivo è stato scelto per la coltivazione di aree non idonee all'installazione di pannelli fotovoltaici (per presenza di linee AT o di fasce di rispetto, coprendo una superficie di 7,40 ha).

Inoltre, data la presenza di un pozzo in uno degli appezzamenti opzionati, è di sicuro interesse la possibilità di effettuare prove, su una superficie relativamente ridotta (1,0 ha), in merito alla coltivazione – sia in asciutto e che in irriguo – di colture ortive comunemente prodotte nell'area.

## Bibliografia

- H.T. Harvey & Associates, 2010. *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project*. High Plains Ranch II, LLC.
- Forst and McDouglad, 1989. *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*. Journal of Range Management, 42:281-283.
- Amatangelo, 2008. *Response of California annual grassland to litter manipulation*. Journal of Vegetation Science, 19:605-612.
- Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins, 2018. *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*. PLOS One. Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (OSU).
- H. Marrou, L. Guilioni, L. Dufour, C. Dupraz, J. Wery, 2013. *Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?* Agricultural and Forest Meteorology 177 (2013) 117–132.
- Y. Elamria, B. Chevirona, J.-M. Lopezc, C. Dejeana, G. Belaidd, 2018. *Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces*. Agricultural Water Management 208 (2018) 440–453.
- Ministero della Transizione Ecologica. *Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici*. 2022.

## Siti internet consultati

- Ismea Mercati: <http://www.ismeamercati.it/analisi-e-studio-filiere-agroalimentari>
- Forigo Roteritalia: <https://www.forigo.it/>

**Nota:** Tutte le immagini di mezzi meccanici e le tabelle con le relative caratteristiche tecniche utilizzate per redigere il presente studio, sono state estratte direttamente da materiale informativo messo a disposizione del pubblico dalle varie case costruttrici mediante i siti web ufficiali, e sono state impiegate solo ed esclusivamente a titolo esemplificativo.

### **IL TECNICO REDATTORE**

(Dott. Agr. Arturo Urso)



### **Dott. Agr. Arturo Urso**

Via Pulvirenti n. 10 - 95131 – Catania – CT

E-mail: [arturo.urso@gmail.com](mailto:arturo.urso@gmail.com)

PEC: [a.urso@conafpec.it](mailto:a.urso@conafpec.it)

Cell.: +39 333 8626822

Iscrizione Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Catania n. 1280

CF: RSURTR83E18C351Z

P.IVA: 03914990878

**Appendice 01**

**Carta CTR con uso del suolo**

**Appendice 1/A**

**LEGENDA Uso Suolo CORINE Land Cover**

**11 - Zone urbanizzate**

-  1112 - Tessuto residenziale rado
-  1121 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme
-  1122 - Fabbricati rurali

**12 - Insediamenti produttivi, dei servizi generali pubblici e privati, delle reti e delle aree infrastrutturali**

-  1211
-  1221 - Reti stradali e spazi accessori
-  1224 - Impianti a servizio delle reti di distribuzione
-  123 - Aree portuali

**13 - Zone estrattive, discariche e cantieri**

-  133 - Cantieri

**14 - Zone verdi artificiali non agricole**

-  1421 - Aree ricreative e sportive

**21 - Seminativi**

-  2111 - Seminativi semplici in aree non irrigue
-  2112 - Prati artificiali
-  2121 - Seminativi semplici e colture orticole da pieno campo
-  2124 - Colture in serra

**22 - Colture permanenti**

-  221 - Vigneti
-  222 - Frutteti e frutti minori
-  223 - Oliveti

**24 - Zone agricole eterogenee**

-  2411 - Colture temporanee associate all'olivo
-  2413 - Colture temporanee associate ad altre colture permanenti
-  242 - Sistemi colturali e particellari complessi
-  243 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali
-  244 - Aree agroforestali

**31 - Zone boscate**

-  3111 - Boschi di latifoglie
-  31121 - Pioppeti, saliceti, eucalipteti

**32 - Associazioni vegetali arbustive e/o erbacee**

-  321 - Aree a pascolo naturale
-  3221 - Cespuglieti ed arbusteti
-  3222 - Formazioni ripariali non arboree
-  3231 - Macchia mediterranea
-  3232 - Gariga
-  3241 - Aree a ricolonizzazione naturale

**33 - Zone aperte con vegetazione rada o assente**

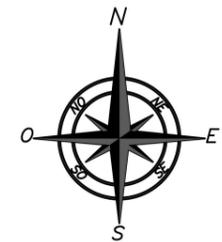
-  333 - Aree con vegetazione rada tra 5% e 40%

**51 - Acque continentali**

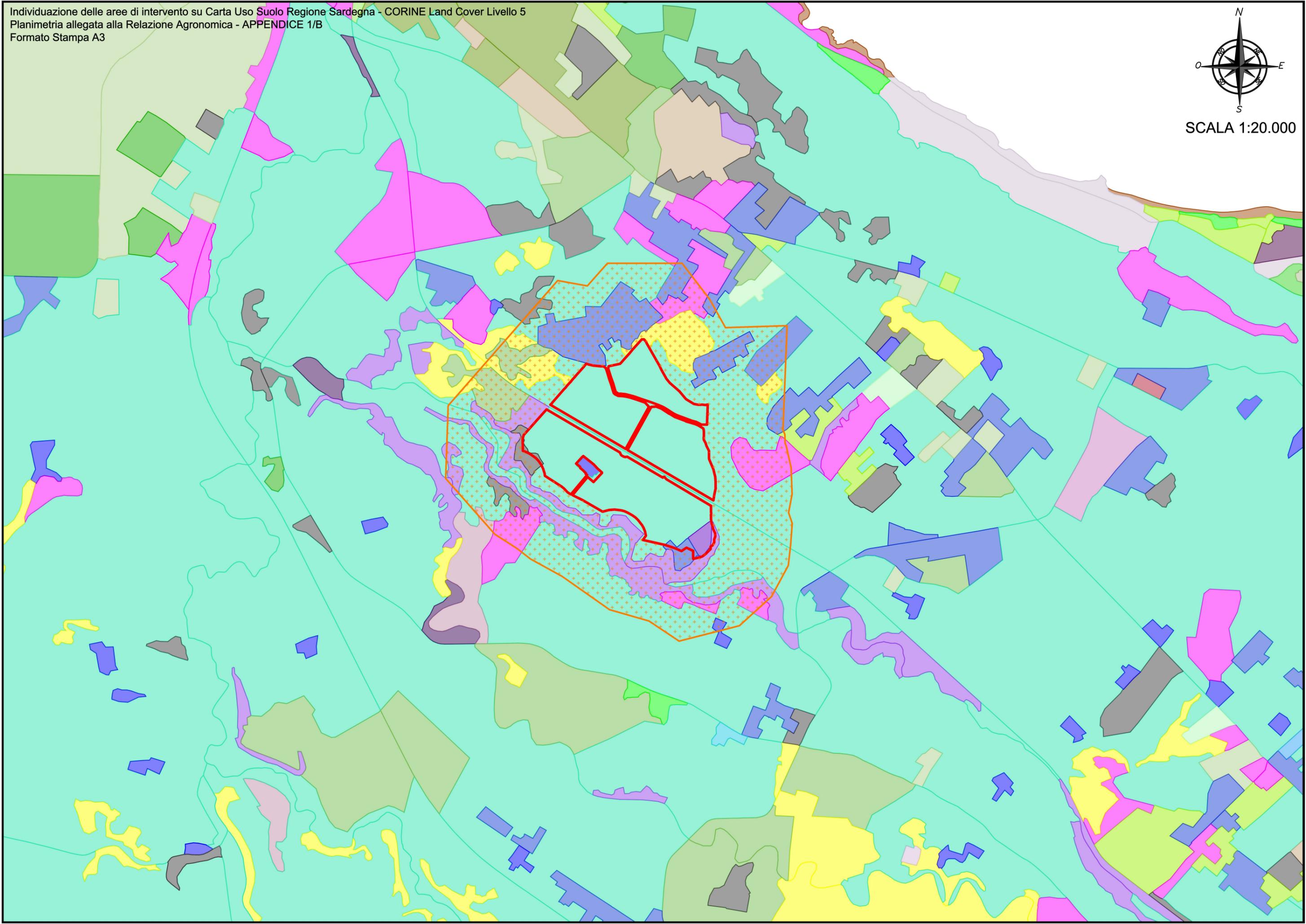
-  5122 - Bacini artificiali per uso irriguo

**LEGENDA ELEMENTI DI PROGETTO**

-  Area di intervento
-  Buffer 500 m dall'area di intervento



SCALA 1:20.000





SCALA 1:20.000

