



REGIONE
SARDEGNA



PROVINCIA DI
SASSARI



COMUNE DI
MORES



COMUNE DI
TORRALBA



COMUNE DI
BONORVA

Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato integrato con allevamento non intensivo di ovini, produzione agricola, produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Mores (SS) e delle relative opere di connessione alla Stazione Elettrica RTN nel Comune di Bonorva (SS)

Impianto FV: Potenza nominale cc: 72,618 MWp - Potenza in immissione ca: 60,00 MVA
Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,00 MVA

ELABORATO

RELAZIONE PRODUZIONE AGRICOLA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

| Livello progetto | Codice Pratica | Documento | Codice elaborato | n° foglio | n° tot. fogli | Nome file | Data | Scala |
|------------------|----------------|-----------|------------------|-----------|---------------|-------------------------------|---------------|-------|
| PD | | R | 2.14 | 1 | 30 | R_2.14_PRODUZIONEAGRICOLA.pdf | Dicembre 2023 | n.a. |

REVISIONI

| Rev. n° | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|---------|------------|-------------|--------------|------------|-----------|
| 00 | 22/12/2023 | I Emissione | PETRUZZELLIS | MONFREDA | AMBRON |
| | | | | | |
| | | | | | |

PROGETTAZIONE:

MATE System S.r.l.

Via G. Mameli, n.5
70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it
pec: matesystem@pec.it



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della proponente pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
MARMARIA SOLARE 3 S.r.l.
Via TEVERE n° 41
00198 ROMA





Dott. Michele Petruzzellis Agronomo

via Don Cesare Franco, 21 – 70020

Cassano delle Murge (BA)

Cellulare: 3284494353 – P.IVA: 07071390723

mail: agronomopetruzzellis@gmail.com

pec: m.petruzzellis@conafpec.it

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
AVANZATO INTEGRATO CON ALLEVAMENTO NON
INTENSIVO DI OVINI, PRODUZIONE AGRICOLA, PRODUZIONE
DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE
FOTOVOLTAICA E SISTEMA DI ACCUMULO
ELETTOCHIMICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E
DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA STAZIONE
ELETTRICA RTN NEL COMUNE DI BONORVA (SS)

RELAZIONE PRODUZIONE AGRICOLA

Il tecnico
Dott. Michele Petruzzellis
Agronomo

Michele



Indice

| | |
|---|----|
| PREMESSA | 3 |
| AREA DI INTERVENTO | 3 |
| <i>Inquadramento territoriale – urbanistico</i> | 3 |
| <i>Localizzazione dell'intervento</i> | 3 |
| IL PROGETTO AGRIVOLTAICO | 5 |
| <i>Coltivazione attuale</i> | 9 |
| <i>Valutazione delle colture praticabili tra le interfila e definizione del piano colturale</i> | 13 |
| <i>L'agrivoltaico: descrizione dell'intervento</i> | 13 |
| <i>L'erbaio</i> | 14 |
| <i>Classificazione degli erbai</i> | 14 |
| <i>Erbai autunno-primaverili</i> | 15 |
| <i>La produzione foraggera</i> | 15 |
| <i>Preparazione del letto di semina (Rif. U.006.001)</i> | 16 |
| <i>Semina (Rif. U.009)</i> | 16 |
| <i>Concimazione ed interventi fitosanitari (Rif. U.009)</i> | 16 |
| <i>Rullatura del suolo (Rif. U.011)</i> | 17 |
| <i>La fienagione</i> | 17 |
| <i>Sfalcio (Rif. NP 1)</i> | 17 |
| <i>Spandimento, rivoltamento e andanatura (Rif. NP 2 e Rif. NP 3)</i> | 17 |
| <i>Raccolta e imballatura del fieno (Rif. NP 4)</i> | 18 |
| <i>Fasciatura (Rif. NP 5)</i> | 18 |
| <i>Lavorazione del suolo (Rif. U.006)</i> | 19 |
| <i>Caratteristiche delle balle</i> | 19 |
| <i>Il pascolo</i> | 20 |
| <i>Definizione del carico di bestiame</i> | 21 |
| <i>L'influenza della produzione foraggera e del pascolo sulla qualità dei prodotti agroalimentari</i> | 21 |
| <i>Sostenibilità dell'intervento e importanza paesaggistica</i> | 22 |
| | |
| CONCLUSIONI | 24 |

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Michele Petruzzellis Agronomo, iscritto all'Albo dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Bari al n. 1581 è stato incarico dalla Società MATE System Srl, con sede alla via Goffredo Mameli, 5 – 70020 Cassano delle Murge (BA), per redigere la presente relazione relativa alle produzioni agricole di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico, finalizzata alla “Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato integrato con allevamento non intensivo di ovini, produzione agricola, produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Mores (SS) e delle relative opere di connessione alla stazione elettrica RTN nel comune di Bonorva (SS)”.

AREA DI INTERVENTO

Inquadramento territoriale – urbanistico

Le aree d'intervento sono localizzate nel Comune di Mores ad una distanza compresa tra i 2 e i 7 Km a Sud – Est rispetto al centro abitato. La città di Mores Mores si estende per 94,86 km² ed è situata ai piedi del monte Lachesos, Il territorio è fortemente vocato all'attività agro-pastorale, pertanto le colture agricole sono relative all'attività zootecnica (seminativi da foraggio) e a piccole superfici destinate all'orto-frutta principalmente coltivate per uso familiare (oliveti e frutteti). Non mancano, inoltre, boschi che circondano il centro urbano e costituiscono assieme alla menzionata attività agricola, l'aspetto paesaggistico peculiare di tutto il territorio comunale.

Localizzazione dell'intervento

Le aree d'intervento sono localizzate nel Comune di Mores (SS) così come si evince dalla seguente tabella.

| AREA IMPIANTO | | | | | |
|---------------|------------|--------|------------|-----------------|------------------|
| Lotto | Comune | Foglio | Particella | Superficie (ha) | Qualità |
| Lotto 1 | Mores (SS) | 17 | 163 | 10,2859 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 163 | 0,0459 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 171 | 4,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 171 | 0,6950 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 32 | 0,5268 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 32 | 4,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 34 | 2,4640 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 36 | 2,3841 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 24 | 2,1283 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 24 | 0,0056 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 154 | 2,0590 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 27 | 1,8695 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 29 | 1,8360 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 153 | 1,1944 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 155 | 1,0138 | SEMINATIVO |

| | | | | | |
|----------------|------------|----|-----|---------|-----------------------|
| | Mores (SS) | 16 | 144 | 0,8709 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 144 | 0,1373 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 195 | 0,9860 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 25 | 0,9455 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 368 | 0,9433 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 35 | 0,9045 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 23 | 0,8091 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 119 | 0,2252 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 119 | 0,5791 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 149 | 0,6666 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 149 | 0,0452 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 196 | 0,6148 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 157 | 0,5695 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 143 | 0,5306 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 26 | 0,5132 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 147 | 0,4176 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 147 | 0,0315 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 121 | 0,0377 | VIGNETO |
| | Mores (SS) | 16 | 121 | 0,3632 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 127 | 0,2771 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 127 | 0,0249 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 152 | 0,2495 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 37 | 0,2375 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 148 | 0,1000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 148 | 0,0093 | INCOLTO PRODUTTIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0082 | VIGNETO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0679 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0176 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 149 | 0,0083 | SEMINATIVO |
| Lotto 2 | Mores (SS) | 22 | 58 | 4,5552 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 58 | 1,2000 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 77 | 3,5000 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 77 | 2,5000 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 78 | 2,0000 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 79 | 2,6316 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 79 | 1,3684 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 192 | 3,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 192 | 0,7118 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 194 | 14,8266 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 194 | 0,4370 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 20 | 46 | 3,6131 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 46 | 0,9234 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 20 | 48 | 8,0506 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 48 | 1,2701 | PASCOLO ARBORATO |

| | | | | |
|---------------|----|-----|-----------------|------------------|
| Mores (SS) | 20 | 49 | 1,0080 | PASCOLO |
| Mores (SS) | 20 | 49 | 8,7200 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 20 | 49 | 2,0000 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 20 | 152 | 6,4839 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 20 | 152 | 2,8017 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 20 | 154 | 11,3620 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 20 | 154 | 0,8044 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 1 | 3,4798 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 1 | 0,1730 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 2 | 0,5795 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 2 | 0,0048 | PASCOLO |
| Mores (SS) | 22 | 32 | 5,6770 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 71 | 8,1165 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 71 | 0,5552 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 84 | 3,5663 | PASCOLO |
| Mores (SS) | 22 | 84 | 0,3057 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 196 | 5,0106 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 200 | 11,2359 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 231 | 2,4705 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 231 | 0,3669 | PASCOLO |
| TOTALE | | | 171,0089 | |

Negli allegati si evidenziano le porzioni che ospiteranno gli impianti di pannelli fotovoltaici su estratto catastale (TAVOLA 1), IGM (1:25.000) (TAVOLA 2) e ortofoto (TAVOLA 3).

La porzione di territorio interessata dal progetto è caratterizzata da un paesaggio rurale tipico dell'entroterra Sardo, che ha come primo elemento distintivo la percezione di un territorio aspro in quanto ricco di roccia affiorante, di macchia mediterranea, ma anche di seminativi. Tra le colture principali vi sono i seminativi da foraggio e da granella. Tali colture ben si sposano con gli allevamenti zootecnici, prevalentemente ovini da latte, che caratterizzano il paesaggio e che rivestono un ruolo fondamentale per le certificazioni di qualità (D.O.P. e I.G.P.).

IL PROGETTO AGRIVOLTAICO

L'area complessiva dell'impianto agrivoltaico ricopre una superficie di circa 171 Ha. Gli appezzamenti sono localizzati a Sud-Est rispetto al Comune di Mores (SS). Si tratta di superfici pressoché pianeggianti che formeranno l'impianto agrivoltaico, che sarà disposto da est a ovest, condizione che garantisce la massima esposizione solare durante tutto l'arco della giornata.

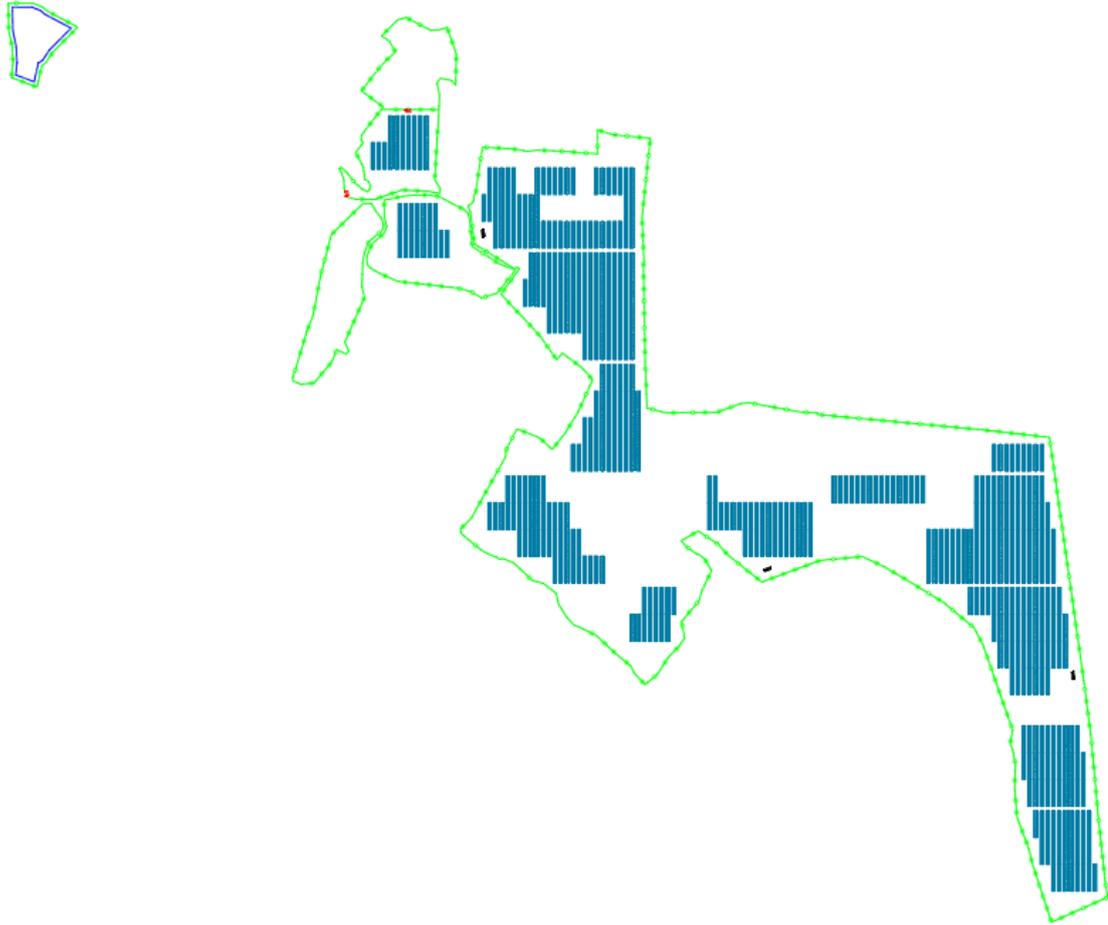


Figura 1 – Layout impianto fotovoltaico (LOTTO 1)



Figura 1 – Layout impianto fotovoltaico (LOTTO 2)

Il progetto di riqualificazione aziendale riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, ad inseguimento solare, organizzato in filari Nord-Sud, ben distanziati ovvero:

- interfila circa 9 m tra i pali di sostegno dei pannelli;
- interfila di circa 7 m (completamente destinati alla coltivazione) tra un pannello completamente inclinato e l'altro.

Inoltre, per consentire la coltivazione nell'interfilare, le ali fotovoltaiche, che presentano movimentazione est-ovest, sono incernierate a circa 3 m di altezza su piloni inseriti nel terreno;

Considerato, pertanto, l'ampio spazio libero rimanente tra una fila di pannelli fotovoltaici e l'altra si è prevista la coltivazione di prodotti agricoli, nel rispetto della vocazione del territorio, in modo tale da ridurre al minimo l'impatto ambientale dell'impianto in questione e il suo perfetto inserimento nel contesto paesaggistico.

Si precisa inoltre che la scelta dell'agrivoltaico, e quindi la possibilità di coltivare tra le fila dei tracker, non andrà ad avere interferenze negative con l'attività manutentiva dell'impianto fotovoltaico. Infatti, verrà predisposto un piano di gestione sinergico che andrà a coordinare le attività agricole e quelle di manutenzione del campo fotovoltaico. Così facendo si eviteranno sovrapposizioni temporali e spaziali per quanto riguarda l'accesso al campo con significativi vantaggi in termini di sicurezza, infine si potrà mantenere efficiente la produzione energetica attraverso la pulizia dei pannelli subito dopo avere effettuato operazioni che possono creare nubi di polvere.

Tale caratteristica permette di classificare l'impianto come agrivoltaico.

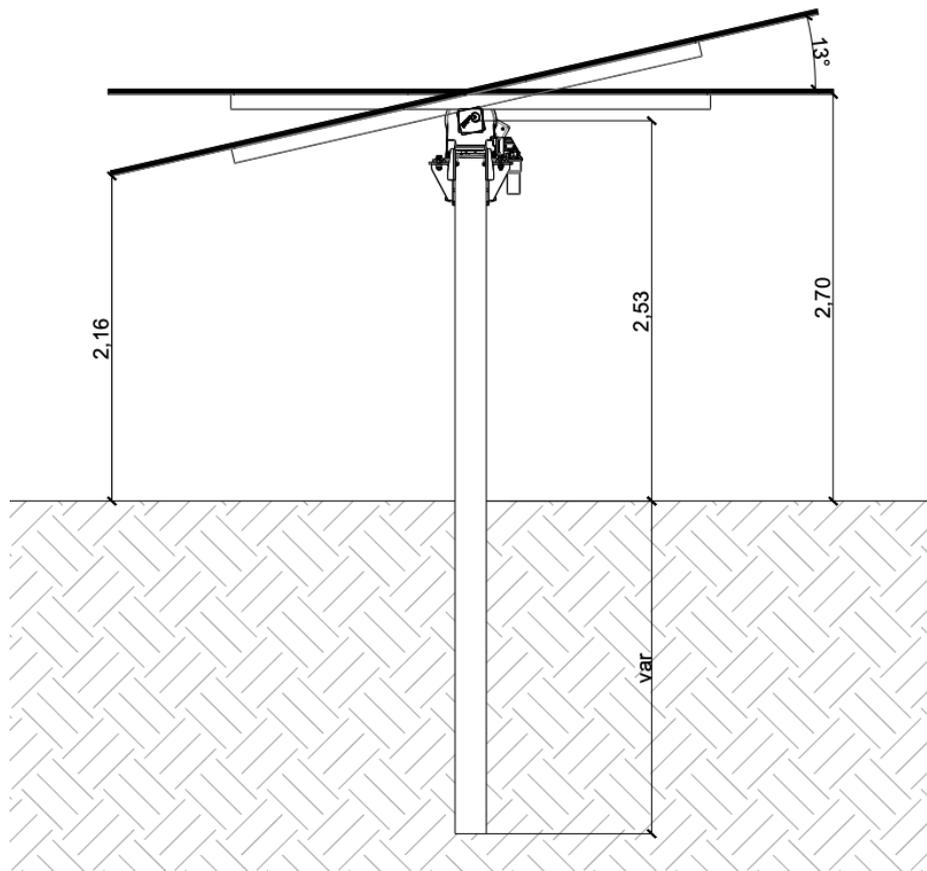


Figura 2 – Prospetto impianto fotovoltaico

La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno, nonché le operazioni di concimazione, sfalcio e trasporto dei prodotti, tutte completamente meccanizzate.

Coltivazione attuale

Dal confronto tra quanto riscontrato sui luoghi e quanto riportato nelle carte tematiche consultate, le aree interessate dal progetto, presentano la seguente occupazione del suolo così come si evince nella figura sottostante, delineando un paesaggio fortemente connotato dalla presenza di seminativi e pascoli arborati.

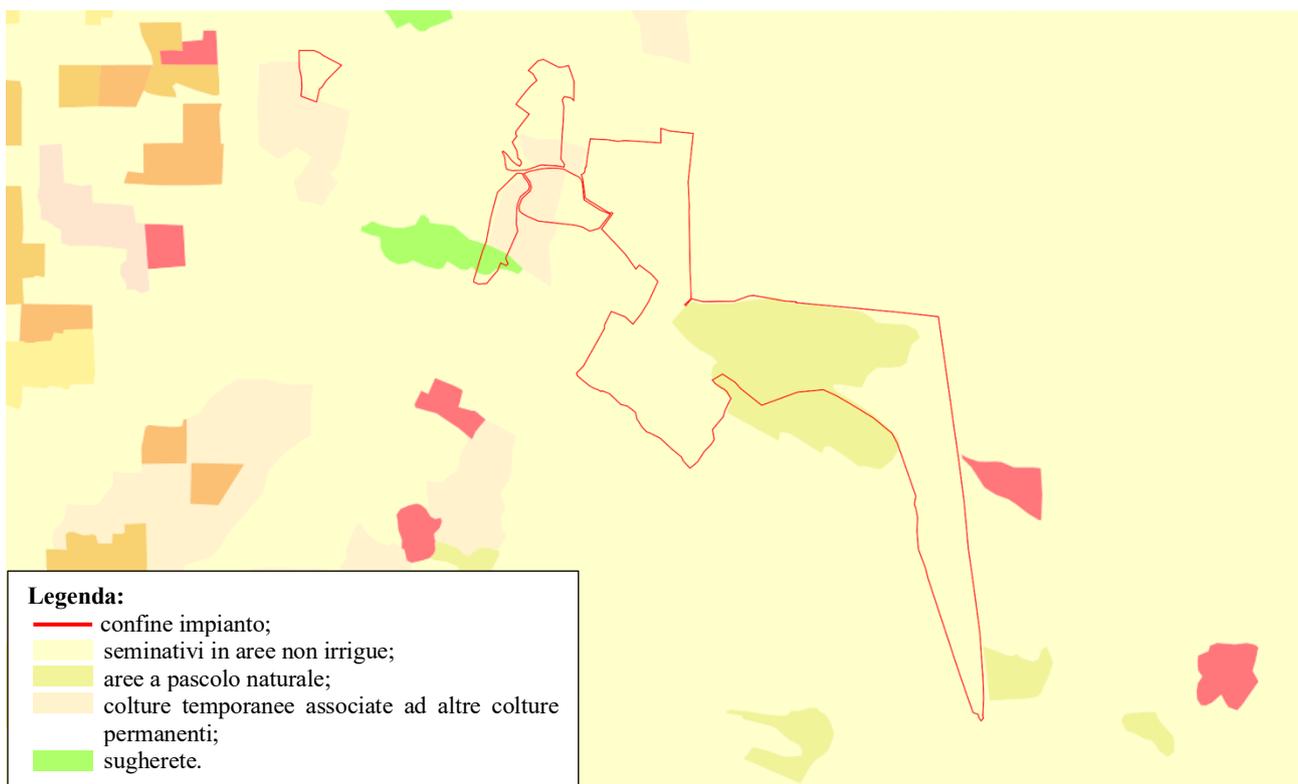


Figura 3 - Uso del suolo LOTTO 1

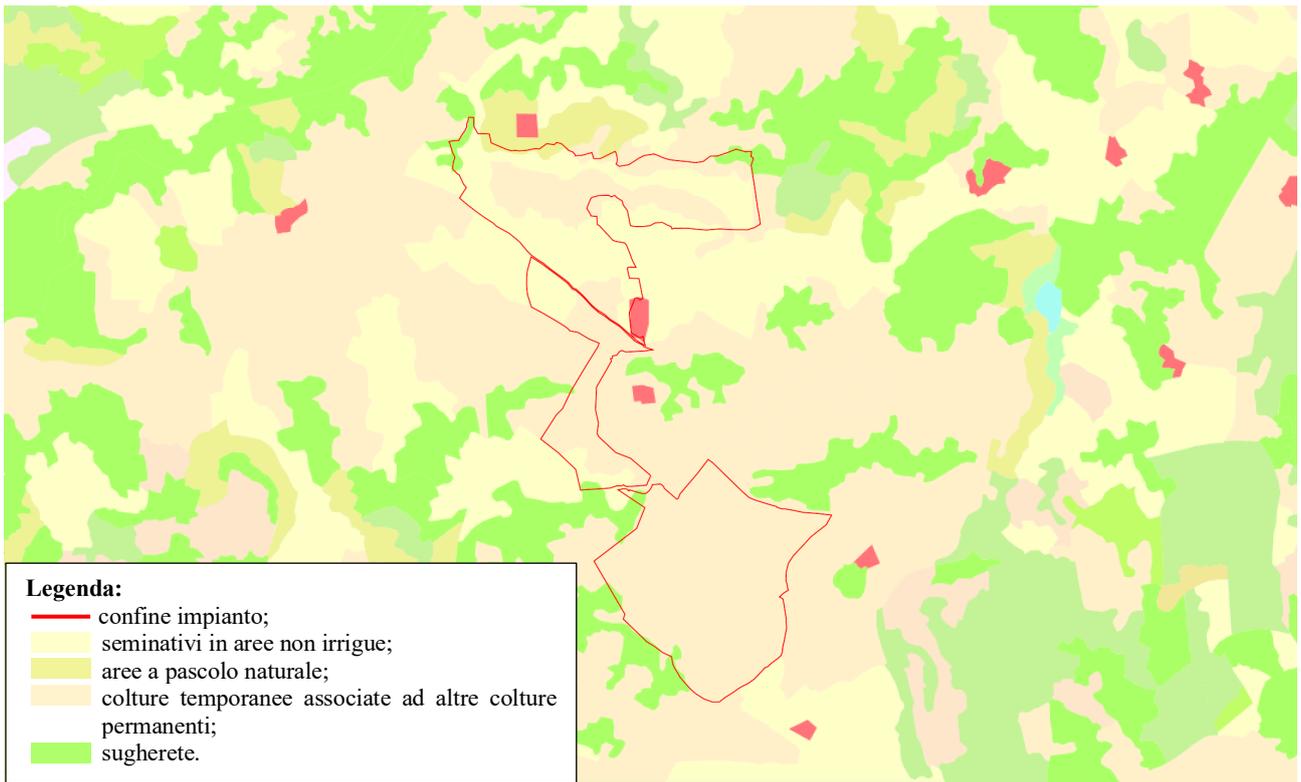


Figura 4 - Uso del suolo LOTTO 2

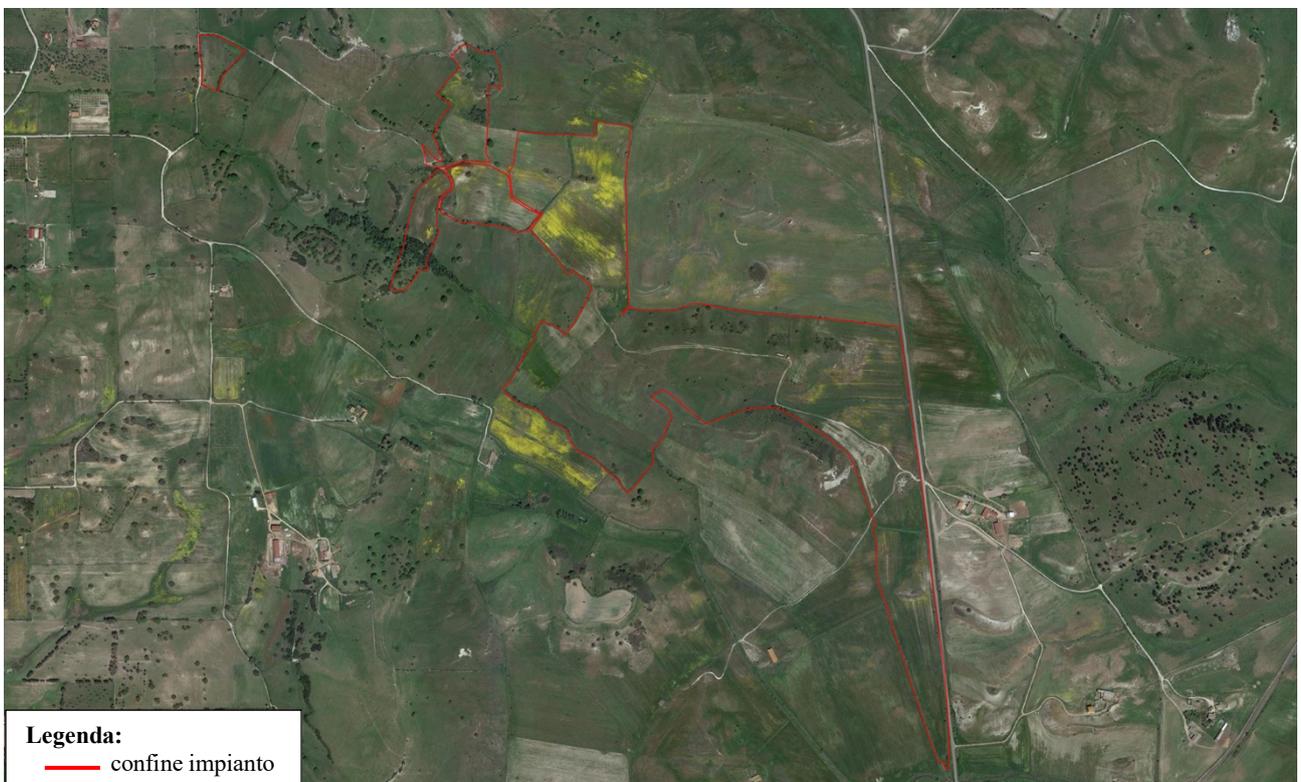


Figura 5 - Ortofoto con definizione dell'area di intervento del LOTTO 1



Figura 6 - Ortofoto con definizione dell'area di intervento del LOTTO 2

Dalle verifiche in campo è emerso che i lotti di intervento ricadono in aree con occupazione del suolo di seguito dettagliate in tabella:

| AREA IMPIANTO | | | | | |
|----------------|------------|--------|------------|-----------------|------------------|
| Lotto | Comune | Foglio | Particella | Superficie (ha) | Qualità |
| Lotto 1 | Mores (SS) | 17 | 163 | 10,2859 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 163 | 0,0459 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 171 | 4,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 171 | 0,6950 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 32 | 0,5268 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 17 | 32 | 4,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 34 | 2,4640 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 36 | 2,3841 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 24 | 2,1283 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 24 | 0,0056 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 154 | 2,0590 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 27 | 1,8695 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 29 | 1,8360 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 153 | 1,1944 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 155 | 1,0138 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 144 | 0,8709 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 144 | 0,1373 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 195 | 0,9860 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 25 | 0,9455 | SEMINATIVO |

| | | | | | |
|----------------|------------|----|-----|---------|-------------------|
| | Mores (SS) | 16 | 368 | 0,9433 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 35 | 0,9045 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 23 | 0,8091 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 119 | 0,2252 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 119 | 0,5791 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 149 | 0,6666 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 149 | 0,0452 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 196 | 0,6148 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 157 | 0,5695 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 143 | 0,5306 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 26 | 0,5132 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 147 | 0,4176 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 147 | 0,0315 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 16 | 121 | 0,0377 | VIGNETO |
| | Mores (SS) | 16 | 121 | 0,3632 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 127 | 0,2771 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 127 | 0,0249 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 152 | 0,2495 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 17 | 37 | 0,2375 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 148 | 0,1000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 148 | 0,0093 | INCOLT PRODUTTIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0082 | VIGNETO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0679 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 16 | 126 | 0,0176 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 17 | 149 | 0,0083 | SEMINATIVO |
| Lotto 2 | Mores (SS) | 22 | 58 | 4,5552 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 58 | 1,2000 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 77 | 3,5000 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 77 | 2,5000 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 78 | 2,0000 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 22 | 79 | 2,6316 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 79 | 1,3684 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 192 | 3,0000 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 192 | 0,7118 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 22 | 194 | 14,8266 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 22 | 194 | 0,4370 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 20 | 46 | 3,6131 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 46 | 0,9234 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 20 | 48 | 8,0506 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 48 | 1,2701 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 20 | 49 | 1,0080 | PASCOLO |
| | Mores (SS) | 20 | 49 | 8,7200 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 49 | 2,0000 | PASCOLO ARBORATO |
| | Mores (SS) | 20 | 152 | 6,4839 | SEMINATIVO |
| | Mores (SS) | 20 | 152 | 2,8017 | PASCOLO ARBORATO |

| | | | | |
|---------------|----|-----|-----------------|------------------|
| Mores (SS) | 20 | 154 | 11,3620 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 20 | 154 | 0,8044 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 1 | 3,4798 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 1 | 0,1730 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 2 | 0,5795 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 2 | 0,0048 | PASCOLO |
| Mores (SS) | 22 | 32 | 5,6770 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 71 | 8,1165 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 71 | 0,5552 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 84 | 3,5663 | PASCOLO |
| Mores (SS) | 22 | 84 | 0,3057 | PASCOLO ARBORATO |
| Mores (SS) | 22 | 196 | 5,0106 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 200 | 11,2359 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 231 | 2,4705 | SEMINATIVO |
| Mores (SS) | 22 | 231 | 0,3669 | PASCOLO |
| TOTALE | | | 171,0089 | |

Valutazione delle colture praticabili tra le interfila e definizione del piano colturale

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, ipotizzando una distinzione tra le aree coltivabili comprese tra le file di pannelli.

In prima battuta si è fatta una valutazione se orientarsi verso colture ortive e/o floreali oppure verso colture ad elevato grado di meccanizzazione. Le ortive sono state però considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfila dell'impianto fotovoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Pertanto, ci si è orientati verso colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate (considerata anche l'estensione dell'area) quali colture da foraggio.

L'agrivoltaico: descrizione dell'intervento

Il progetto propone un'integrazione equilibrata e sostenibile tra *agricoltura, ambiente ed energia*, esso è basato sulla integrazione tra agricoltura e fotovoltaico, meglio definito come agrivoltaico, che sarà nel seguito oggetto di una trattazione specifica

Il progetto prevede di destinare l'area agricola, compresa tra le file di pannelli fotovoltaici alla coltivazione di erbaio (coltura foraggera di rapido sviluppo – durata variabile dai sei ai nove mesi – destinata alla produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame). Gli erbai, in specie singola o in miscuglio, sono costituiti da specie foraggere molto produttive e a sviluppo rapido che consentiranno di integrare la disponibilità di foraggi dell'azienda agraria. Pertanto, l'innovazione sviluppata consentirà la produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame già presente in azienda ma anche la vendita di rotoballe prodotte in eccesso rispetto al fabbisogno aziendale.

In questo contesto, l'interazione proposta, apporta significativi vantaggi:

- integra la redditività della filiera agro-alimentare con un'attività, compatibile con la coltivazione erbacea, che produce energia completamente rinnovabile e gratuita;

- gli effetti di schermatura e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive favorisce il mantenimento di condizioni ottimali di umidità e temperatura del terreno, con vantaggi in termini di resa agricola.
- la maggior diversificazione di condizioni edafiche, termiche e luminose, consente di aumentare la biodiversità vegetale e con ciò la qualità pabulare dell'erba.

Pertanto, la realizzazione del progetto è finalizzata a far sì che i terreni agricoli possano essere utilizzati sia per produrre energia elettrica pulita, sia per continuare a gestire in modo tradizionale le superfici oggetto di intervento. In altri termini, si tratta di continuare a coltivare i terreni sui quali verrà realizzato l'impianto fotovoltaico, in modo tale da ridurre l'impatto ambientale, senza rinunciare alla ordinaria redditività delle colture agricole praticate.

L'erbaio

La scelta della coltivazione di un erbaio all'interno del progetto di agrivoltaico è dettata dalla necessità di avere foraggio da destinare all'alimentazione degli ovini da latte già presenti nell'azienda del partner agronomico. Inoltre, si è previsto di poter commercializzare il foraggio in eccesso alle aziende limitrofe in quanto il territorio è fortemente legato all'allevamento di ovini. Inoltre, viste le numerose certificazioni di qualità che insistono nell'areale, è fondamentale poter fornire sul territorio foraggio di qualità nutrizionale elevata cercando di evitare il ricorso a mangimi industriali. Alla luce di quanto sopra descritto, si vuole in questo paragrafo entrare nel merito dell'integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la parte agronomica destinata alla coltivazione di erbaio.

Il sistema agrivoltaico proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali che, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli rivolti verso sud), nel quale l'ombra si concentra in corrispondenza all'area coperta dai pannelli, una fascia d'ombra si sposta con gradualità da ovest a est sull'intera superficie del terreno. Come conseguenza non ci sono zone sterili per la troppa ombra e nemmeno zone "bruciate" dal troppo sole. Inoltre, l'ombra proiettata dai pannelli fotovoltaici garantisce una più elevata umidità relativa garantendo una minore evapotraspirazione del suolo. L'area agricola, compresa tra le file di pannelli fotovoltaici, verrà destinata alla coltivazione di erbaio.

Con il termine erbaio ci si riferisce ad un tipo di coltura foraggera di rapido sviluppo (durata variabile dai sei ai nove mesi – destinata alla produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame). In passato svolgeva un ruolo nettamente subalterno rispetto ai prati temporanei con obiettivi diversificati a seconda dell'ambiente, svolgendo un ruolo in gran parte intercalare (si poneva, cioè, tra due colture principali da granella: es. orzo, avena, frumento, ecc.). In tale contesto l'erba, ancora prima della funzione produttiva intrinseca, ne esercitava una indiretta di grande rilievo, cioè serviva ad evitare il ringrano. Attualmente il ruolo degli erbai è nettamente mutato: da colture di rincalzo sono diventati i veri protagonisti della foraggicoltura e della zootecnia italiana.

Classificazione degli erbai

Tra i principali criteri di raggruppamento delle piante da erbaio si ricordano: *la stagione di coltura* (erbai: estivo-autunnali, autunno-invernali, primaverili-estivi, estivi), *la famiglia botanica* di appartenenza (erbai di graminacee, di leguminose, di crucifere); *il tipo di coltura* (erbaio monofita,

quando la coltura è costituita da una sola specie; erbaio polifita, quando la coltura è costituita da due o più specie, spesso appartenenti a famiglie botaniche diverse); la *modalità di utilizzazione del foraggio* (erbaio per il foraggiamento verde; erbaio da insilato; erbaio da fieno; erbaio da fieno più pascolo; ecc.). Si ritiene che sia più ricca di significati e meglio rispondente alla realtà operativa la classificazione basata sulla stagione di coltura, con la distinzione degli erbai in due grandi categorie principali erbai: *autunno-primaverili* e *primaverili-estivi*. Gli erbai autunno-primaverili si seminano tra fine estate e inizio autunno, con raccolta in primavera; gli erbai primaverili-estivi si seminano in primavera e si raccolgono a fine estate.

La diffusione di ciascuno, sul territorio, è strettamente legata alle caratteristiche ambientali: procedendo da nord a sud si affermano gli erbai autunno-primaverili mentre tendono fortemente a rarefarsi quelli primaverili-estivi per effetto della parallela riduzione delle disponibilità idriche.

Nel nostro caso il progetto agrivoltaico riguarderà la realizzazione di un **erbaio autunno-primaverile polifita**, costituito da due graminacee e da una leguminosa.

Erbai autunno-primaverili

Gli erbai autunno primaverili prevedono la semina in autunno e la raccolta nella primavera successiva; sono di fondamentale importanza in quelle zone dove il regime pluviometrico riduce al solo periodo autunno-vernino la stagione vegetativa delle piante erbacee, mentre la lunga siccità estiva ne impedisce la sopravvivenza. Le specie da erbaio autunno-primaverile appartengono a tre famiglie botaniche:

- a) graminacee;
- b) leguminose;
- c) crucifere (non previste nel progetto).

Le principali specie *graminacee* da erbai sono:

- *i cereali autunnali* (utilizzati come erba o fieno se raccolti piuttosto presto o come insilato integrale se raccolti a maturazione cerosa);
- *loglio italico*;
- *l'avena*, principale fonte di scorte foraggere sotto forma di fieno, spesso consociata alla *veccia*. Per evitare di incorrere in un peggioramento qualitativo dell'erba a causa dell'invecchiamento è opportuno eseguire il taglio dalla spigatura alla maturazione latte, ottenendo rese medie di 25-30 t/ha con un 20% di s.s..

Le principali *leguminose* sono:

- *Veccia* (comune o vellutata);
- *Favino*;
- *Trifoglio* (incarnato, alessandrino, squarroso, persiano);
- *Pisello da foraggio*;
- *Fieno greco*;
- *Lupino*.

Quasi tutte le leguminose da erbaio vengono impiegate in consociazione con alcune graminacee.

La produzione foraggera

La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con erbai monofiti (formati da una sola essenza foraggera) o con erbai polifiti (formati da due o tre foraggere). L'erbaio polifita è

ritenuto la miglior scelta per l'impianto agrivoltaico oggetto della presente relazione in quanto si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale. Le graminacee, a rapido essiccamento dopo lo sfalcio, hanno un alto valore energetico e sono una ricca fonte di fibra per la nutrizione zootecnica; le leguminose sono molto importanti perché incrementano il contenuto di azoto nel suolo (specie azotofissatrici), che in parte viene ceduto alle graminacee ed in parte viene fissato nel suolo; offrendo un foraggio di elevato valore nutritivo grazie all'abbondante presenza di proteine. Inoltre, molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. Pertanto, la coltivazione di un erbaio polifita può aumentare la biodiversità e la sostenibilità del progetto grazie alla possibilità di integrare l'allevamento di api e la correlata produzione di prodotti dell'alveare (miele, pappa reale, propoli, cera d'api, polline, ecc.) che contribuiscono alla diversificazione dei redditi dell'azienda agricola.

Di seguito si descrivono le operazioni colturali relative alla coltivazione di un erbaio da foraggio. Inoltre, si andranno a riportate le voci di costo riportate nel computo metrico allegato. Nell'elaborazione del computo metrico si è partiti dall'*assumption* che le operazioni colturali saranno affidate completamente all'esterno, ovvero da contoterzisti, senza considerare la possibilità che le stesse possano essere realizzate dal partner agronomico, con conseguente incremento dei margini operativi. Tale *assumption*, quindi, è prudenziale e garantisce al partner agronomico una certa sicurezza in termini economici.

Preparazione del letto di semina (Rif. U.006.001)

Per ottenere un'uniformità di semina elevata è necessario preparare il letto di semina al fine di poter garantire una migliore germinabilità della semente. Per tanto è consigliato effettuare una lavorazione del suolo alla profondità di circa 20-25 cm.

Semina (Rif. U.009)

La semina avviene in tardo autunno quando le precipitazioni piovose contribuiscono a una maggiore germinabilità della semente. In generale vengono impiegati circa 35-40 kg/ettaro di miscuglio di semi secondo le seguenti percentuali:

- 75-80% graminacee (circa 27-30 kg/ha);
- 20-25% leguminosa (circa 8-10 kg/ha).

Concimazione ed interventi fitosanitari (Rif. U.009)

Al fine di ottenere una buona produzione in termini quali-quantitativi del foraggio è consigliato effettuare interventi nutritivi di fondo alla coltura in campo attraverso concimazioni a base di composti NP da dosare in funzione di eventuali analisi chimico-fisiche del suolo.

È indispensabile monitorare lo stato fitosanitario della coltura al fine di poter prevenire o curare eventuali patologie che potrebbero compromettere la produzione agricola.

In particolare, nel computo metrico si fa riferimento alla possibilità di miscelare la semente con i concimi al fine di distribuirli in un'unica operazione, con conseguente aumento della sostenibilità economica ed ambientale.

Gli interventi da realizzare verranno scelti in funzione del regime di agricoltura integrata o biologica, per tanto le molecole impiegabili sono riportate negli allegati dei disciplinari di produzione alla quale l'azienda afferisce.

Considerata l'estrema incertezza relativa ai possibili interventi fitosanitari da effettuare si è preferito evitare di inserire nel computo metrico la voce di costo relativa.

Rullatura del suolo (Rif. U.011)

La rullatura consiste nel passaggio di un rullo al suolo con l'intento di far "aderire" il terreno al seme appena distribuito. Tale contatto garantisce una migliore riuscita della germinabilità della semente e contemporaneamente consente di ottenere un suolo più livellato.

La fienagione

Tecnica di raccolta delle piante foraggere finalizzata alla conservazione del foraggio sotto forma di fieno. Essa è costituita dalle seguenti fasi principali:

- *sfalcio*;
- *spandimento, rivoltamento e andanatura*,
- *essiccazione*;
- *pressatura* (raccolta e imballatura del fieno).

Sfalcio (Rif. NP 1)

Il taglio dei foraggi è la prima e più importante operazione, realizzata con apposite macchine falciatrici. Tra le falciatrici ormai le più diffuse sono quelle rotative a dischi o tamburi, che associano alla ottima qualità di taglio una velocità di lavoro molto elevata oltre che una ridotta manutenzione. In questa fase, molto importanti sono i sistemi di regolazione dell'altezza di taglio, che consentono di seguire il profilo del terreno anche ad alte velocità, con i positivi effetti di evitare l'imbrattamento del foraggio con terra, diminuire l'erosione del suolo e ottenere una maggiore uniformità di taglio. Lo sfalcio di un erbaio polifita autunno-primaverile si esegue quando le leguminose sono ad inizio fioritura e quando le graminacee hanno una spigatura incipiente o piena.

Spandimento, rivoltamento e andanatura (Rif. NP 2 e Rif. NP 3)

Alle operazioni di sfalcio, segue lo spandimento, il rivoltamento e l'andanatura.

Durante queste operazioni deve essere posta molta attenzione alla salvaguardia della qualità del fieno e perciò vanno valutati tutti gli accorgimenti utili a limitare il distacco delle parti più pregiate, le foglie, e dell'inquinamento dei foraggi da corpi estranei e terra.

Queste fasi sono molto importanti perché permettono l'essiccazione del prodotto in campo prima dell'imballatura.

Successivamente allo sfalcio è necessario che l'umidità relativa del foraggio si abbassi al fine di garantire una migliore qualità del prodotto ed evitare eventuali fermentazioni che potrebbero compromettere il prodotto stesso. Le operazioni vengono effettuate attraverso macchine che nello stesso tempo smuovono e rivoltano il foraggio e successivamente lo dispongono secondo andane, la cui distanza tra le file contigue dipende dalla produzione di fieno (t/ha) e dalla densità lineare (kg/m)

che si vuole ottenere, tali parametri sono fondamentali al fine della scelta delle macchine per la raccolta (imballatrici).

Tali operazioni vengono effettuate in due passaggi, in particolare lo spandimento e il rivoltamento sono operazioni che vengono effettuate con un passaggio, invece l'andatura richiede un ulteriore passaggio con un'altra macchina operatrice.

Raccolta e imballatura del fieno (Rif. NP 4)

Una volta terminata l'essiccazione si procede alla raccolta del prodotto. Nella fienagione tradizionale il fieno viene pressato in balle cilindriche o prismatiche. L'obiettivo è ottenere un'elevata qualità di prodotto (riducendo gli inquinamenti e i corpi estranei) e ridurre al massimo le perdite (prodotto lasciato sul terreno).

La raccolta-imballatura consiste nel riprendere direttamente dal terreno il fieno riunito in andane e confezionarlo in balle.

I foraggi possono essere imballati con diversi contenuti di acqua:

- Foraggio secco (15-18% di acqua), conservabile tal quale;
- Foraggio appassito (35-40% di acqua), conservabile in fienili a ventilazione forzata o in sili;
- Foraggio semi appassito, conservabile in sili a tenuta d'aria.

Nel nostro caso si considera una percentuale di umidità compresa tra il 15-18% al fine di poter stoccare le balle di fieno in apposite strutture aziendali e poterle commercializzare qual ora superino le quantità destinate all'autoconsumo.

La produzione di foraggio media per ettaro è di circa 10 tonnellate, corrispondenti a circa 30 rotoballe. Nel progetto presentato si è scelto di destinare la metà delle rotoballe alla produzione di "fasciato", le cui caratteristiche sono descritte nel prossimo paragrafo.

La raccolta e imballatura del fieno avviene in un unico passaggio e successivamente le rotoballe prodotte devono essere trasportate in appositi magazzini per la loro conservazione.

Nel processo di fienagione sono inevitabili alcune perdite sia in termini di qualità che di quantità di prodotto. Queste sono dovute principalmente: alle attività di respirazione, al possibile dilavamento (piogge), agli interventi meccanici, alle fermentazioni post-raccolta. Le perdite di respirazione, provocate da processi di ossidazione degli zuccheri, possono causare cali produttivi stimati intorno al 10-13% della sostanza secca. Gli eventi meteorologici sfavorevoli soprattutto nel caso di foraggio quasi essiccato, possono provocare perdite sino al 40% del prodotto. La degradazione per via fermentativa della sostanza organica può fare perdere il 10-15% del valore nutritivo nella fienagione tradizionale. Riguardo alle perdite connesse alle operazioni meccaniche, esse sono strettamente dipendenti dal tipo, dalla tempistica e dalle caratteristiche delle attrezzature usate.

Fasciatura (Rif. NP 5)

Il foraggio fasciato è un prodotto che viene realizzato a partire da rotoballe che vengono poi fasciate con dei rivestimenti plastici da apposite macchine. Tale operazione è finalizzata all'ottenimento di un prodotto più ricco di proteine e con un'appetibilità più elevata.

La fasciatura riduce la respirazione del foraggio e quindi permette un incremento dell'umidità relativa; di conseguenza l'elevata umidità permette delle fermentazioni lattiche che fanno acquisire al foraggio un forte odore che ne aumenta l'appetibilità da parte del bestiame. Inoltre, le fermentazioni lattiche arricchiscono il foraggio di sostanze azotate che si trasformano in proteine. Pertanto, il

foraggio fasciato viene considerato come un alimento altamente proteico che può essere integrato nella dieta zootecnica riducendo l'acquisto di mangimi. A differenza del fieno secco, infatti, le balle fasciate avrebbero una uniformità elevata e permetterebbero dunque di mantenere una certa uniformità negli apporti nutrizionali. Grazie alle balle fasciate è possibile programmare una alimentazione costante durante tutto l'anno, perché si arriva a primavera, epoca del nuovo taglio, avendo ancora un insilato identico a quello che si è dato agli animali nell'estate e nell'autunno precedenti.

La fasciatura è un'operazione che consente di conservare più a lungo le rotoballe oltre a garantire, come detto, migliori caratteristiche del foraggio, soprattutto dal punto di vista nutrizionale e della palatabilità.

Lavorazione del suolo (Rif. U.006)

L'ultima operazione che consente di completare il ciclo della coltivazione di un erbaio da foraggio è la lavorazione del suolo. In particolare, tale operazione consente di interrare i residui colturali apportando sostanza organica al suolo, con conseguente aumento della fertilità del suolo. È importante evitare le lavorazioni profonde in quanto, queste ultime, portano gli strati superficiali e più fertili del suolo in profondità, e d'altro canto portando in superficie gli strati più profondi e meno fertili.

Caratteristiche delle balle

L'imballatura del fieno offre diversi vantaggi: riduce l'ingombro, meccanizza la movimentazione e facilita lo stoccaggio e la distribuzione al bestiame.

Le balle possono essere diverse per *densità*, *forma* e *dimensioni*, a seconda del tipo di macchina imballatrice utilizzata e dell'organizzazione del lavoro scelta.

La densità del fieno indica il grado di compressione del foraggio nelle balle e si esprime in (kg x m³). Si conoscono due tipi di densità: *apparente*, che può variare per comprimibilità del foraggio (dipende dalla percentuale di sostanza secca e dalla struttura dei vegetali) e tasso di sostanza secca (grado di essiccamento del foraggio), e *densità reale*, che invece esprime la quantità di sostanza secca contenuta in un m³ di balla (varia con la natura del materiale raccolto e con il tipo di macchina utilizzata).

Nelle balle con densità inferiore a 140 (kg x m³), la porosità interna consente di perdere ancora qualche punto di umidità dopo la pressatura, solo lasciandole per qualche tempo sul campo e l'ulteriore periodo di arieggiamento riduce i rischi di riscaldamento della massa. Nelle balle con densità elevate è impossibile un'ulteriore perdita di acqua, pertanto, si deve raccogliere e pressare solo quando il fieno ha raggiunto una umidità inferiore al 15-18%.

Forma e densità delle balle dipendono dall'itinerario di utilizzazione e dalle macchine raccogli imballatrici disponibili. Possono essere piccole e parallelepipedo, ma con una serie di inconvenienti, soprattutto in termini di meccanizzazione della catena di "raccolta-movimentazione-stoccaggio-distribuzione", oppure le più diffuse e quindi con una serie di vantaggi, possono essere grandi balle cilindriche o rotoballe. Solitamente queste ultime, oltre ad essere facili da realizzare, con un peso ed un volume che le rendono facilmente sollevabili con i caricatori delle trattrici, risultano essere adatte alla distribuzione meccanica del foraggio e presentano dimensioni pari a:

- 0,9 – 1,5 m di larghezza;
- 1,2 – 1,5 m di diametro;

- 1,4 – 2,1 m di volume;
- 130-180 (kg x m³) di fieno come densità.

Una rotoballa di queste dimensioni equivale a circa 15-20 balle parallelepipedo.

Le grandi balle sono adatte alle filiere di commercializzazione, perché a parità di volume con gli altri tipi di balle, contengono una maggiore quantità di fieno per la maggiore densità. Tuttavia, la forma parallelepipedo consente economie nello stoccaggio perché si può occupare tutto lo spazio disponibile, inoltre qual ora le pendenze delle superfici destinate alla coltivazione degli erbai fosse molto elevata, tale soluzione potrebbe essere un vantaggio.

Il pascolo

Per pascolo si intende un terreno non soggetto a lavorazioni e a pratiche agronomiche intensive, coperto in prevalenza da vegetazione erbacea perenne e spontanea, in cui è presente una copertura arborea inferiore al 20%.

La vegetazione erbacea dei pascoli è influenzata dalla situazione reale del soprassuolo e in particolare:

- dalla presenza di alberi e arbusti sempreverdi a fogliame sclerofillo tipo leccio e corbezzolo che influenzano sia la composizione floristica che la densità del cotico;
- dalla presenza di cespugli sempreverdi tipo erica, timo, cisto ecc., che esercitano una forte azione competitiva sulle piante erbacee nei riguardi della luce, della disponibilità dell'acqua e degli elementi nutritivi.

In questo ambiente gli indirizzi produttivi del pascolo sono fondamentalmente due: foraggero-zootecnico e forestale, che risultano anche i più idonei a difendere l'ambiente e ad assicurare un reddito sufficiente agli operatori agricoli.

Questa attività, unitamente alle superfici aziendali destinate alla semina di colture foraggere consente la creazione di scorte che, insieme agli idonei ricoveri, rende possibile la stanzialità del bestiame.

In vaste aree collinari e montane della Sardegna il pascolo, soprattutto arbustivo risulta la fonte principale di alimentazione di bovini, ovini e caprini ma pone molteplici problemi di corretta utilizzazione e valorizzazione, in quanto il paesaggio ne risulterebbe eccessivamente depauperato. La carenza di pascolo erbaceo porta ad una pressione di pascolamento eccessiva sugli arbusti che compromette lo sviluppo di una formazione arborea soddisfacente. Nei mesi in cui il pascolo erbaceo non produce, gli animali utilizzano queste piante che costituiscono un anello alimentare importante. In tutte le regioni aride gli arbusti forniscono un contributo sostanziale per la sopravvivenza degli allevamenti in quanto assicurano una riserva durante il periodo estivo e invernale, quando o per la siccità o per le basse temperature è nulla l'attività vegetativa delle componenti erbacee. Per ovviare a tale problematica è prevista l'integrazione mediante somministrazione di foraggio derivante dalla semina dell'*erbaio polifita*.

In un tale contesto, l'integrazione agrivoltaica potrebbe rivelarsi un'ottima alleata nei processi di innovazione aziendale volti a cogliere le opportunità delle tecniche agricole conservative, dell'agricoltura di precisione, della conversione al biologico e dell'adesione a disciplinari di qualità, che incontrano crescente interesse da parte del mercato e dei consumatori. Nelle regioni a maggiore attività zootecnica, quali per esempio la Sardegna, l'agrivoltaico sviluppato con approccio agroecologico può così favorire l'orientamento produttivo alla qualità del prodotto e al miglioramento ecologico del paesaggio agrario, favorendo la produzione e la sussistenza alimentare zootecnica,

consentendo di incrementare il carico zootecnico (UBA/Ha), rendendolo così più appropriato alle capacità aziendali e quindi alla miglior valorizzazione delle superfici di pascolo.

Definizione del carico di bestiame

In relazione alle normative sul numero di capi per unità di superficie (minimo e massimo) è indispensabile stabilire il carico di bestiame in funzione all'unità di superficie agricola/zootecnica al fine di poter sviluppare una gestione sostenibile degli allevamenti sotto il profilo ambientale, economico e sociale e per poter raggiungere l'obiettivo di un indice di pascolamento sostenibile. Per tali ragioni è stata stabilita l'unità di misura della consistenza di un allevamento che rapportata alla superficie agricola utile (SAU) consente di determinare la densità dell'allevamento stesso. La consistenza in UBA di un allevamento si ottiene applicando al numero dei capi presenti in azienda degli appositi coefficienti legati all'età ed alla specie degli animali. Per quanto concerne gli ovi-caprini tale coefficiente è pari a 0,15, per tanto una UBA corrisponde a 6,67 ovi-caprini.

Alla luce di quanto riportato è possibile stabilire che il numero di capi per unità di superficie nel caso di un allevamento biologico è di 4 contro i 6 di un allevamento convenzionale.

L'influenza della produzione foraggera e del pascolo sulla qualità dei prodotti agroalimentari

L'innovazione sviluppata consentirà da un lato l'incremento della produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame, dall'altro il pascolo libero di ovini da latte già presenti in azienda. Questa duplice valenza risulta essere di fondamentale importanza considerato che, tra le spese dell'impresa zootecnica l'alimentazione del bestiame incide notevolmente nel bilancio aziendale. Pertanto, la coltivazione di superfici foraggere unitamente alla corretta gestione dei pascoli, aumenteranno le disponibilità di foraggio nel corso dell'anno, riducendo l'acquisto di alimenti extraaziendali.

Inoltre, la conoscenza delle caratteristiche e del valore nutritivo dei principali alimenti utilizzati nell'allevamento e delle metodiche per ottenere foraggi di elevata qualità, sono le premesse indispensabili per predisporre in maniera corretta le razioni alimentari del bestiame allevato.

Ai fini della qualità dei prodotti di origine animale, in particolare per il latte, le formazioni pascolive semi naturali utilizzate correttamente e nella stagione appropriata assicurano le migliori qualità ottenibili. Non tutti gli allevamenti però possono sostenersi con sole risorse semi-naturali. Condizioni ambientali diverse, situazioni aziendali, fondiari, agronomiche, soggettive dei conduttori, possono rendere necessarie altre scelte tecniche più intensive, con l'introduzione dell'avvicendamento delle diverse colture proponibili in un determinato ambiente. Anche in questi casi, per l'allevamento animale di qualità sono utilizzabili colture diverse, ma sempre rispondenti alla caratteristica di base necessaria, espressa dal polifitismo, con le migliori specie e varietà adatte, consapevolmente consociate per ciascun ambiente. Ragion per cui, l'attività aziendale verrà integrata con la semina di erbai misti; l'impiego di più specie da erbaio consociate potrà consentire la produzione di foraggio polifita con sufficiente equilibrio fra i componenti e con caratteristiche di qualità generalmente superiori.

L'intensificazione dell'allevamento di ovini da latte ha infatti spostato l'obiettivo produttivo dalla quantità alla ricerca delle pratiche utili al fine di ottenere anche una maggiore qualità, aumentando l'attenzione sulla scelta delle specie e delle cultivar da seminare e sulle tecniche di coltivazione, di raccolta e conservazione dei fieni, al fine di ridurre le perdite di sostanza secca e preservare le qualità nutritive.

Per questo la corretta trasformazione dei foraggi diventa un elemento da non sottovalutare per l'ottimizzazione della razione alimentare degli ovini sia da un punto di vista nutritivo che economico. In molte zone della Sardegna, infatti, ed in particolare in quella centro-occidentale, l'attività agropastorale è basata molto sulla utilizzazione dei prodotti aziendali.

Tutti i dati analitici e tecnologici sulla qualità effettiva del latte concordano sul ruolo primario e irrinunciabile del foraggio polifita utilizzato dagli animali. Tale requisito s'impone nei disciplinari produttivi come il principale condizionatore del risultato qualitativo atteso. Le sostanze contenute nei foraggi si trasferiscono direttamente nel latte (es. i terpeni) e influenzano la composizione della frazione grassa (acidi grassi), modificandone anche il colore. Tra gli acidi grassi troviamo anche i PUFA (acidi grassi polinsaturi), molecole la cui carenza nel latte rispetto ad altri alimenti, soprattutto di origine vegetale, ha portato alla cattiva fama del prodotto e dei suoi derivati. Tuttavia, gli animali allevati al pascolo, riescono a produrre un latte molto più ricco di queste sostanze.

Anche il colore del latte viene influenzato dalla composizione dei foraggi, in special modo dai carotenoidi presenti, la cui concentrazione nel latte dipende dagli alimenti ingeriti. Il latte prodotto da ovini mandati al pascolo è diverso dal latte munto quando l'alimentazione degli animali è standard, cioè quando si nutrono in stalla con solo fieni e mangimi/concentrati. È un'alimentazione verde, ricca di essenze foraggere, che trasferisce nel latte composti importanti a livello nutrizionale e salutistico, oltre che sensoriale. Ovviamente, tutte le peculiarità del latte vengono poi trasferite ai formaggi, i quali ne conservano i gusti e i valori nutritivi. A tal riguardo, infatti, l'agroalimentare sardo ha una marcia in più grazie ad una peculiare ricchezza, quella del pascolo sardo, le cui numerosissime specie che lo compongono, sommate ai composti bioattivi in esse contenute, consentono di ottenere un latte di qualità e quindi dei formaggi pregiati.

Sostenibilità dell'intervento e importanza paesaggistica

L'esercizio dell'impianto agrivoltaico nella configurazione di progetto consentirà di contribuire agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale, mantenendo una produzione agricola di tipo sostenibile.

Diversi studi hanno dimostrato come gli impianti solari possano convivere con l'agricoltura e addirittura i due sistemi possono ottenere benefici reciproci da tale convivenza. La presenza dei pannelli consentirebbe un cospicuo risparmio idrico per l'irrigazione, in quanto diminuisce l'evapotraspirazione e mantiene il terreno umido. Le piante, dal canto loro, aiuterebbero a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza durante i mesi estivi, ma anche ad assorbire CO₂ (anidride carbonica). In particolare, un ettaro di seminativo da foraggio riesce a sequestrare un totale di circa 11 t/anno di anidride carbonica.

Per quanto riguarda l'irrigazione, questa, contribuisce all'aumento delle rese produttive, ma si precisa, che tale operazione colturale non è indispensabile in quanto l'integrazione di tale coltura con l'impianto fotovoltaico, a causa dell'ombreggiamento, riduce gli stress idrici e quindi riduce i valori di evapotraspirazione. Qualora invece ci fosse bisogno di irrigare si andranno ad utilizzare tecniche di irrigazione finalizzate al risparmio e all'ottimizzazione della risorsa idrica (es. irrigazioni notturne, misurazione della quantità di acqua da distribuire in relazione ai risultati).

Le operazioni colturali descritte nei paragrafi precedenti possono essere svolte da mezzi alimentati da energia elettrica, tale scelta permette un incremento della sostenibilità ambientale del progetto nonché una perfetta integrazione della parte agricola rispetto all'intero progetto agrivoltaico che mira anche alla produzione di energia elettrica. In questi casi si potrebbe prevedere la costruzione di locali

adibiti alla ricarica dei mezzi agricoli elettrici e quindi ad un consumo in loco dell'energia prodotta. Considerato il layout di progetto e le relative distanze e dimensioni dei pannelli, è indispensabile acquistare o affittare mezzi che non interferiscano negativamente con gli stessi, e che quindi possano provocare danni all'impianto stesso.

Il personale coinvolto nell'attività agricola subirà un netto miglioramento in termini di unità impiegate in quanto l'attuale uso del suolo, in alcune aree, risulta essere "incolto", pertanto allo stato attuale non consentono l'impiego di personale. Per tali ragioni il progetto proposto comporterà un incremento di addetti ai lavori sia temporanei che permanenti. I primi verranno impiegati durante le lavorazioni manuali relative alla preparazione del suolo che "ospiterà" la coltivazione, ma anche durante le attività di "rifinitura" delle operazioni meccanizzabili. I secondi verranno impiegati al fine di gestire le macchine e gli attrezzi delle singole operazioni colturali.

Facendo riferimento alla tabella relativa al numero di ore/ettaro/coltura della Regione Sardegna, si prevede l'impiego di personale per circa 34 ore /ettaro. Ovvero circa 6 giornate lavorative annue per ettaro.

Considerando l'estrema meccanizzazione del comparto della foraggicoltura, ma anche l'efficienza della gestione agonomica, il numero di addetti permanenti impiegati nel progetto è costante nel tempo, ovvero pari a 2 per ettaro. Gli addetti temporanei verranno impiegati nelle fasi di semina e di raccolta della coltura, ovvero pari a 2 per ettaro.

Infine, il progetto prevede la possibilità di incrementare la biodiversità e la sostenibilità dell'area posizionando delle arnie al fine di poter allevare api, contribuendo al miglioramento delle produzioni, inoltre i prodotti dell'alveare potranno essere commercializzati dal partner agronomico per poter valorizzare il territorio. Pertanto, l'inserimento delle arnie non è finalizzato all'incremento delle performance economiche del progetto, ma uno strumento per potenziare e valorizzare al meglio il territorio.

Di seguito si riporta un'ipotesi sulla localizzazione delle arnie (area indicata con cerchio rosso). Si tratta di un'area recintata, con accesso diretto che permette di non interferire con le altre aree di progetto, tali caratteristiche potrebbero essere utili nella gestione operativa delle arnie.

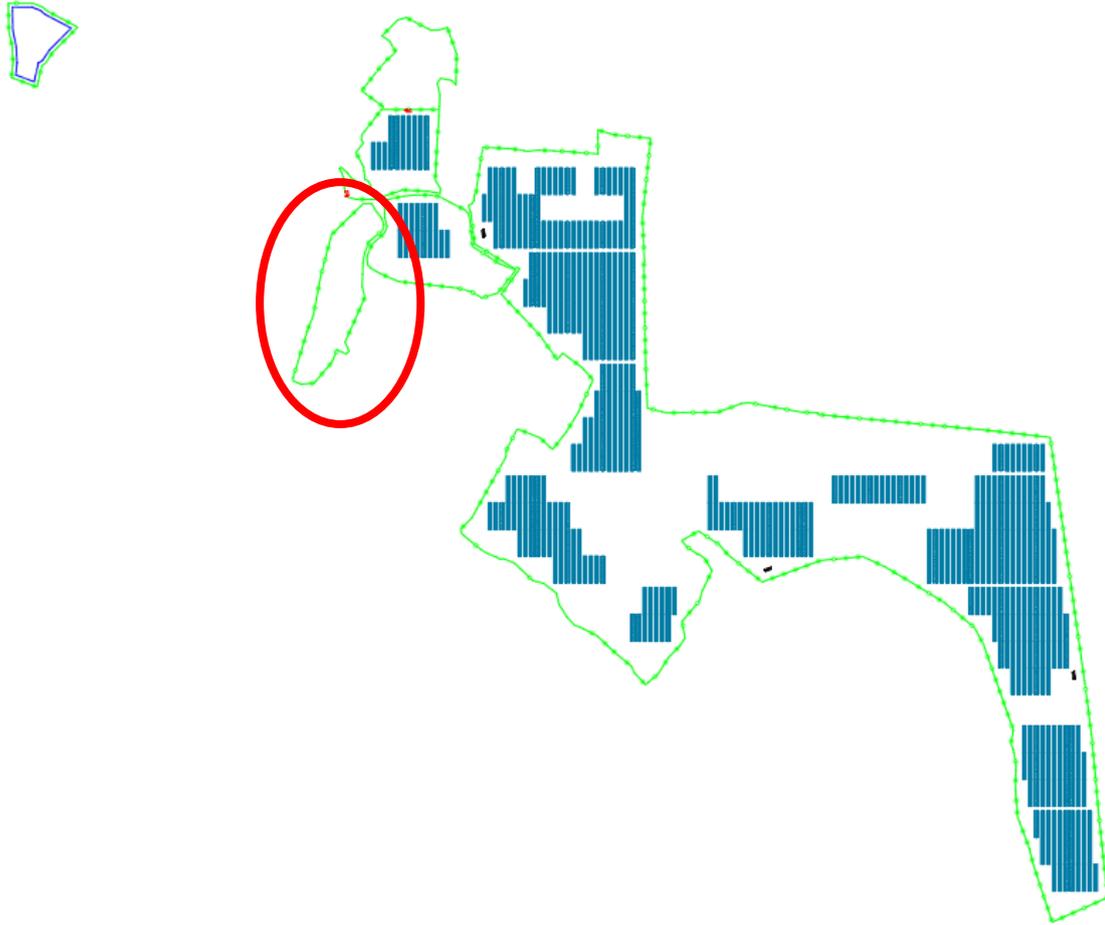


Figura 7 – Ipotesi posizionamento arnie

CONCLUSIONI

L'intervento, per la natura stessa del progetto, risulta essere pienamente compatibile con il contesto agricolo di riferimento, in quanto l'impianto agrivoltaico, grazie alla sua disposizione spaziale, consentirà l'utilizzo del suolo da un punto di vista agricolo, evitando così il pericolo di marginalizzazione dei terreni, di desertificazione, oltre che la perdita della biodiversità e della fertilità. Tutto ciò, porterà ad una piena riqualificazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari, sia perché tutte le necessarie lavorazioni agricole consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

La soluzione progettuale sviluppata consentirà di:

- svolgere l'attività di coltivazione tra le interfile dei moduli fotovoltaici, in modo completamente meccanizzato;
- effettuare interventi agronomici propedeutici alla realizzazione dell'erbaio, consentendo ai terreni di riacquisire le piene capacità produttive, determinando anche un miglioramento delle condizioni di utilizzo;
- incrementare la produzione di foraggio riducendo le spese legate all'alimentazione del bestiame (produzione di rotoballe e di fasciato), migliorando al contempo la qualità delle

- razioni alimentari del bestiame stesso;
- incrementare la qualità dei prodotti derivati (latte) e conseguentemente dei suoi trasformati (formaggi);
- aumentare la sostenibilità ambientale dell'azienda agricola in seguito alla scelta di mezzi/attrezzi alimentati da energia elettrica;
- creare nuove opportunità lavorative sul comparto agricolo, in termini di manodopera impiegata;
- migliorare la redditività dell'azienda in seguito alla produzione ed eventuale vendita delle rotoballe prodotte.

Le informazioni sopra riportate sono in linea con quanto riportato nelle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” ed. Giugno 2022 e rispettano i requisiti previsti.

Si precisa infatti che il progetto agrovoltaico rispetta i seguenti requisiti:

- **A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. In particolare:
 - almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole;
 - la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) sia inferiore al 40%.

L'area di intervento oggetto di coltivazioni agricola è pari a circa 126 ettari, pertanto dal rapporto tra la SAU e la superficie dell'intero impianto è possibile verificare come circa l'74% della superficie sia destinata alla coltivazione agricola.

Inoltre, il rapporto percentuale tra la superficie captante (riferita ai pannelli fotovoltaici, pari a 34,92 ettari) e la superficie totale di intervento è pari al 20,42%.

- **B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;

Durante la “vita” tecnica dell'impianto agrivoltaico sarà verificata ed assicurata la produzione agricola (in termini di produzione e redditività), anche attraverso la stipula di contratti con partner agronomici, in modo da garantire una perfetta integrazione tra la produzione energetica e quella agricola e garantire così la continuità.

Si precisa, inoltre, che verranno redatti dei report annuali riferiti alla produzione agricola al fine di verificare eventuali scostamenti rispetto ai dati delle produzioni medie della stessa coltivazione negli areali limitrofi.

Si segnala, infine, che la redditività dell'area sarà notevolmente incrementata in quanto attualmente l'area di intervento è caratterizzata da seminativi semplici o incolti.

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

L'impianto prevede l'utilizzo di tracker monosassiali, pertanto, è possibile ruotare i pannelli al fine di effettuare le diverse operazioni colturali in sicurezza, raggiungendo i 2,70 m in posizione zenitale.

- **D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il rispetto dei requisiti D ed E sarà assicurato attraverso un sistema di monitoraggio dei parametri agronomici e microclimatici attraverso apposite "centraline" che saranno distribuite in diversi punti dell'impianto, e garantiranno un aumento della sostenibilità del progetto sotto l'aspetto degli input idrici e nutrizionali oltre ad eventuali monitoraggi mirati alla difesa sanitaria sostenibile.

Si precisa che ad oggi la coltivazione degli appezzamenti, condotti come seminativi da foraggio, contempla l'impiego di livelli idrici elevati seppur legati esclusivamente ad apporti idrici di natura meteorologica. Il progetto proposto non prevede l'utilizzo di irrigazione di soccorso in quanto ci si avvantaggerà della riduzione dell'evapotraspirazione dovuta dall'ombreggiamento provocato dai tracker. Di conseguenza questo comporterà un risparmio idrico evidente.

Le centraline monitoreranno diversi parametri tra i quali: pioggia, umidità, temperatura, punto di rugiada, allarmi climatici, immagini satellitari (NDVI, NDRE, NDWI), direzione vento, raffiche di vento, velocità del vento, radiazione solare, bagnatura fogliare.

Saranno inoltre effettuate analisi chimico-fisiche e microbiologiche del suolo a cadenza biennale al fine di valutare le caratteristiche del suolo, in particolar modo quelle connesse alla nutrizione della coltura, e poter eventualmente integrare/correggere eventuali carenze/anomalie.

Inoltre, si presterà estrema attenzione alla scelta di cultivar e di tecniche colturali che mirano ad un impatto ambientale minimo, nullo o addirittura migliorativo.

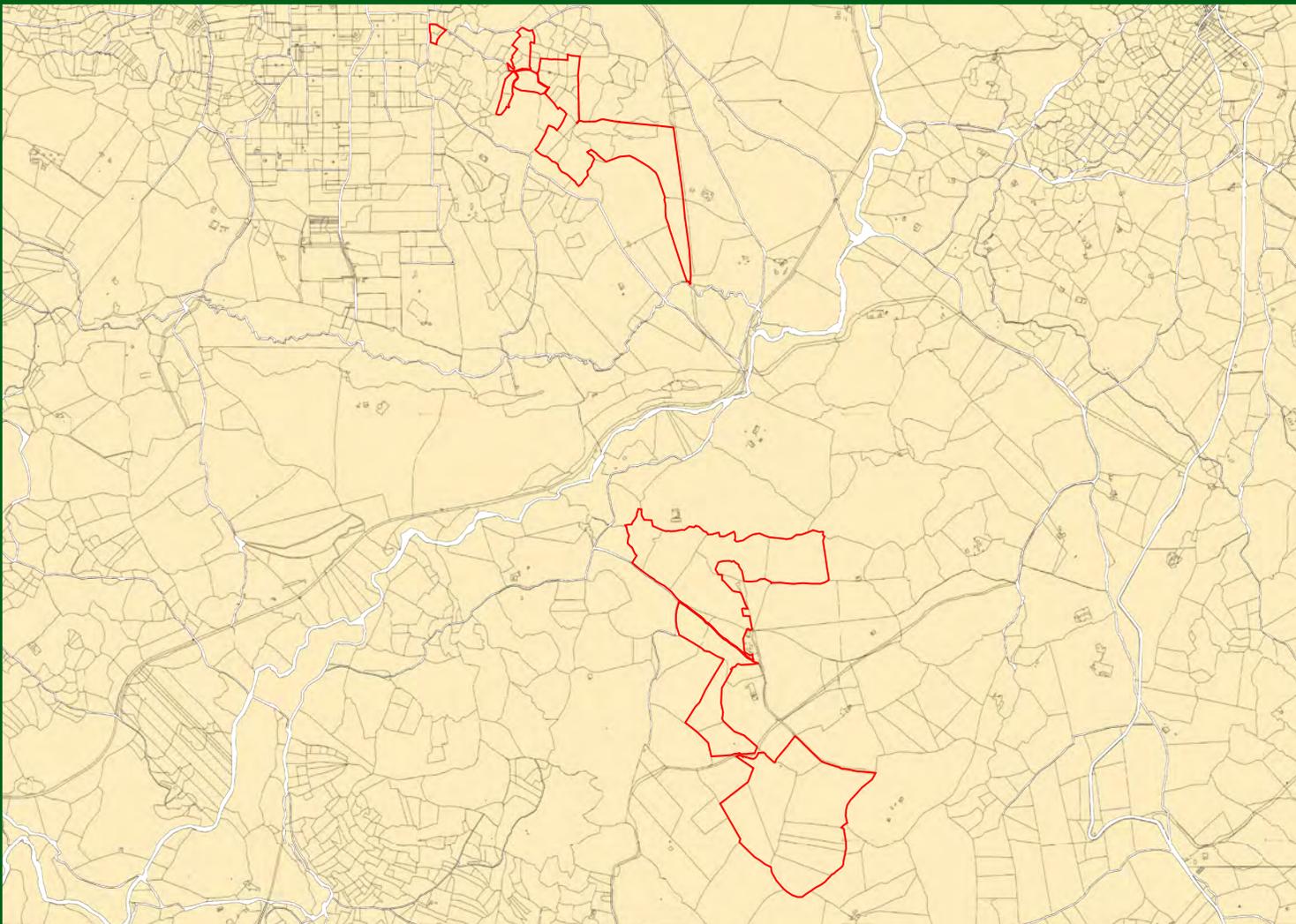
Questo tipo di monitoraggio orientato alla sostenibilità nel suo senso più ampio del termine potrà così sfociare in tecniche di coltivazione innovativa grazie anche all'agricoltura di precisione (agricoltura 4.0).

La frequenza dei monitoraggi sarà costante nel tempo, giornalieri e/o settimanali in funzione del tipo di parametro ed al fine di ottenere dati il più accurati possibile.

Pertanto, l'idea di far convivere il fotovoltaico con l'attività agricola apporta una serie di vantaggi, non solo in termini di produzione energetica ma anche in termini di tutela ambientale, conservazione della biodiversità e miglioramento/mantenimento dei suoli.

Cassano delle Murge, 03/07/2023





Legenda:

● **Area impianto**

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA FUTURA STAZIONE ELETTRICA (SE) DELLA RTN 220/36 KV DA
INSERIRE IN ENTRA - ESCE ALLA LINEA 220 KV "CODRONGIANOS - OTTANA"

AREA DI INTERVENTO - CATASTALE

TAVOLA 1



Dott. Michele Petruzzellis Agronomo

via Don Cesare Franco, 21 - 70020
Cassano delle Murge (BA)

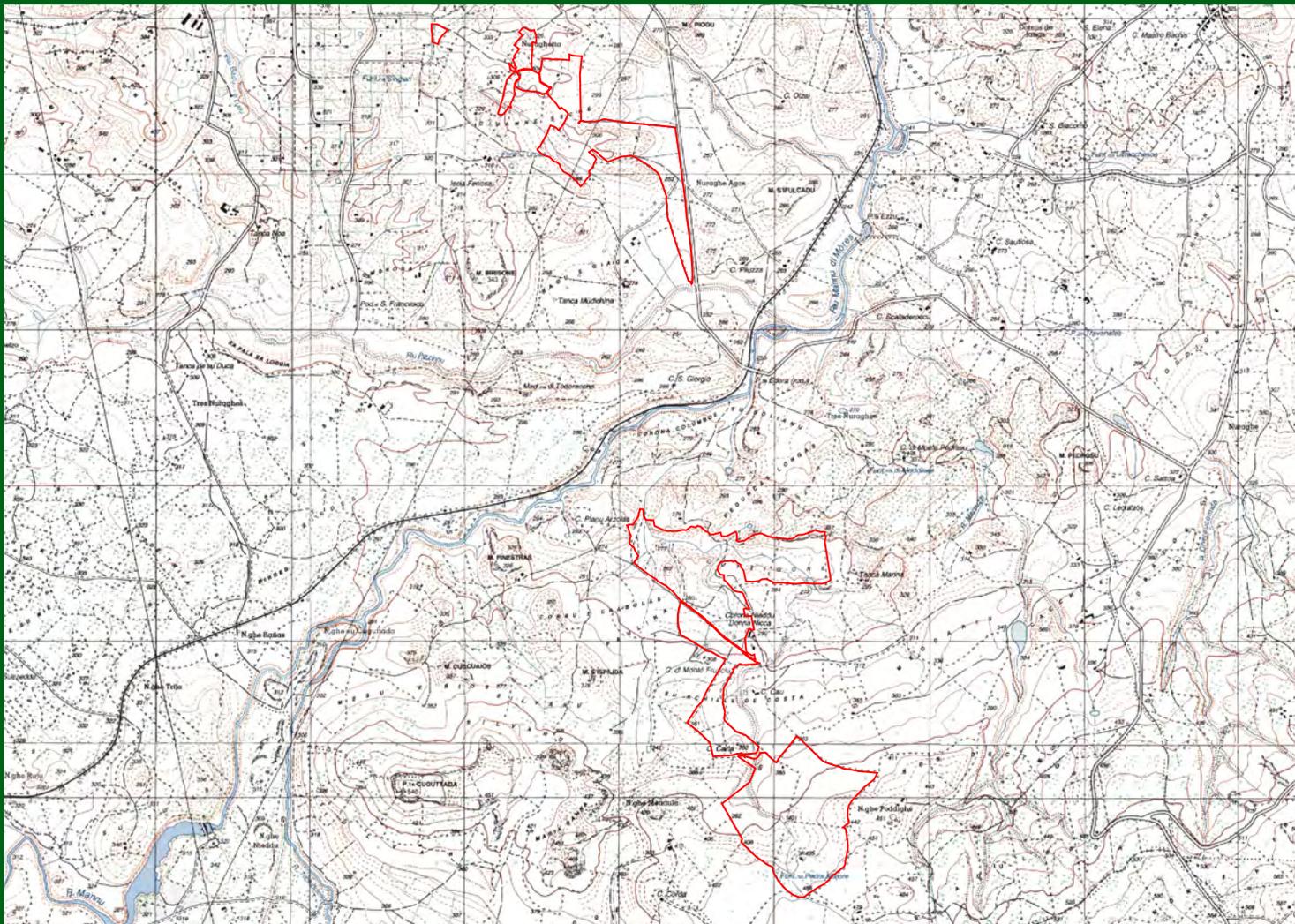
Cellulare: 3284494353 - P.IVA: 07071390723

mail: agronomopetruzzellis@gmail.com

pec: m.petruzzellis@conafpec.it

Michele





Legenda:

● **Area impianto**

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E DELLE
 RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA FUTURA STAZIONE ELETTRICA (SE) DELLA RTN 220/36 KV DA
 INSERIRE IN ENTRA - ESCE ALLA LINEA 220 KV "CODRONGIANOS - OTTANA"

AREA DI INTERVENTO - IGM TAVOLA 2



Dott. Michele Petruzzellis Agronomo
 via Don Cesare Franco, 21 - 70020
 Cassano delle Murge (BA)
 Cellulare: 3284494353 - P.IVA: 07071390723
 mail: agronomopetruzzellis@gmail.com
 pec: m.petruzzellis@conafpec.it

Michele





Legenda:

● **Area impianto**

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA FUTURA STAZIONE ELETTRICA (SE) DELLA RTN 220/36 KV DA
INSERIRE IN ENTRA - ESCE ALLA LINEA 220 KV "CODRONGIANOS - OTTANA"

AREA DI INTERVENTO - Ortofoto

TAVOLA 3



Dott. Michele Petruzzellis Agronomo
via Don Cesare Franco, 21 - 70020
Cassano delle Murge (BA)
Cellulare: 3284494353 - P.IVA: 07071390723
mail: agronomopetruzzellis@gmail.com
pec: m.petruzzellis@conafpec.it

